KREBS + KIEFER

BAUPHYSIK

Entwurfs- und Genehmigungsplanung
Thermische Bauphysik

BAUVORHABEN:
Neubau Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe Berlin
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin

BAUTEIL:
Schulgebäude

BAUHERR:
Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin

OBJEKTPLANUNG:
thoma architekten
Wilhelmine-Gemberg-Weg 6
10179 Berlin

BAUPHYSIK:
KREBS+KIEFER
Ingenieure GmbH
Altmarkt 10a | 01067 Dresden
T 0351 250968-0 | F 0351 250968-129

Aktenzeichen: 2023 2107
Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:



Dipl.-Ing. Karsten Däumer

Schlussseite

zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung Thermische Bauphysik gemäß Inhaltsverzeichnis.

AUFGESTELLT: Seiten 1 bis 149

Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:

Dipl.-Ing. Susanne Albert

GEGENGELESEN: Seiten 1 bis 149

Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:

Dipl.-Ing. René Kronenberg

Inhaltsverzeichnis

Schlussseite 2
Inhaltsverzeichnis 3
1 Zusammenfassung 5
2 Vorbemerkungen 6
2.1 Objektbeschreibung 6
2.2 Aufgabenstellung 7
2.3 Planungsgrundlagen 7
3 Anforderungen 9
3.1 Bauordnungsrechtliche Anforderungen 9
3.2 Landes- oder stadtspezifische Anforderungen 11
4 Thermische Gebäudehülle 12
4.1 Bauteile 12
4.2 Bauteilzuordnungsübersicht 15
4.3 Wärmebrücken 18
4.4 Luftdichtheit 18
5 Angaben zur Haustechnik 19
6 Sommerlicher Wärmeschutz 20
6.1 Anwendungsbereich 20
6.2 Nachweisführung gemäß DIN 4108-2:2013-02 20
6.3 Berechnungsrandbedingungen nach DIN 4108-2:2013-02 22
6.4 Nachweis der Übertemperaturgradstunden 24
7 Nachweise 28
7.1 Gebäudeenergiegesetz 28
A Bauteilberechnungen 30
A.1 Außenwand (V1) 30
A.2 Außenwand Aufzugsunterfahrt (V2) 31
A.3 Außentür opak (V3) 32
A.4 Pfosten-Riegel-Fassade – opakes Element (V5) 33
A.5 Bodenplatte gedämmt (H1) 34
A.6 Bodenplatte Kernzone gedämmt (H2) 35
A.7 Dach (H3) 36
A.8 Dach + Abhangdecke (H4) 37
A.9 Dach DG-Technik (H5) 38

A.10 Decke nach unten gegen Außenluft (H6) ... 39
A.11 Bodenplatte Aufzugunterfahrt (H7) ... 40
A.12 Fenster (T1) ... 41
A.13 Oberlicht Glasdach (T2) ... 42
A.14 Oberlicht Lichtband (T3) ... 43
A.15 Außentür transparent (T4) ... 44
A.16 Posten-Riegel-Fassade (T5) ... 45
A.17 Lichtkuppel / Dachausstieg (T6) ... 46
B Konstruktive Hinweise ... 47
C Zonierungsübersichten ... 49
D Detaillierte Anlagentechnik ... 54
D.1 Beleuchtung der Gebäudezonen ... 55
D.2 RLT-Systeme der Gebäudezonen ... 56
D.3 Klimakältesysteme der Gebäudezonen ... 57
D.4 Warmwassersysteme der Gebäudezonen ... 58
D.5 Heizsysteme der Gebäudezonen ... 59
D.6 Energieerzeugende Systeme ... 61
E Vorläufiger Energieausweis ... 62
F Gebäudeberechnung ... 71
G Referenzgebäudeberechnung ... 111

1 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung des aktuellen Planstandes sowie der mit den Planungsbeteiligten abgestimmten Dämmstärken, technischen Konditionierung und energetischen Zonierung des Gebäudes ergeben sich gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) entsprechend der Vorgaben der DIN V 18599 folgende Ergebnisse:

Gesamtenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz

Jahres-Primärenergiebedarf	Nachweis erfüllt
Thermische Gebäudehülle	Nachweis erfüllt

Sommerlicher Wärmeschutz

Thermische Gebäudesimulation nach DIN 4108-2[1)]	Nachweis erfüllt

[1)] Der bauordnungsrechtliche Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt mittels Thermischer Gebäudesimulation und ist unter Abschnitt 6 aufgeführt.

Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung

Nutzungsanteil erneuerbarer Energien	Nachweis erfüllt

Projektspezifische Anforderungen

Es wurden keine über das Bauordnungsrecht hinausgehenden Anforderungen vereinbart.

2 Vorbemerkungen

2.1 Objektbeschreibung

Das Architekturbüro thoma architekten plant im Auftrag des Evangelischen Waldkrankenhauses Spandau den Neubau des Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe Berlin. Der kubische Neubau ist mit drei oberirdischen Geschossen sowie einem zurückspringenden Dachgeschoss geplant. In den ersten zwei Geschossen sollen Unterrichtsräume, Gruppenräume, Skills Labs sowie ein Foyer und eine Bibliothek untergebracht werden. Im obersten Geschoss sollen sich überwiegend die Büro- und Verwaltungsräume befinden. Das mittig angeordnete Forum bildet das Zentrum des Gebäudes. Im Erdgeschoss des Forums lädt die großzügig angelegte Sitztreppe zum Verweilen während den Pausen ein. Das Forum ist über alle Geschosse hinweg erhöht und wird durch die beiden Oberlichter (Glasdach und Lichtband) lichtdurchflutet. Das Gründach ist mit Photovoltaik-Modulen belegt.



Abbildung 2.1: Visualisierung Nord- und Ostfassade, thoma architekten, Stand: 30.04.2024

2.2 Aufgabenstellung

Für das vorliegende Bauvorhaben ist die KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH u.a. mit den Leistungen der thermischen Bauphysik beauftragt.

Die vorliegende Unterlage enthält im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung Planungsdaten für den Neubau Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe:

+ zur thermischen Gebäudehülle bzw. den wärmeübertragenden Bauteilen,
+ zum sommerlichen Wärmeschutz inklusive des Forums
+ zu den baurechtlichen Anforderungen gemäß GEG.

2.3 Planungsgrundlagen

Pläne

Grundrisse Ebene EG bis 2.OG, Dachaufsicht	M 1:100	vom 17.04.2025
Schnitte A-A, B-B	M 1:100	vom 17.04.2025
Ansichten	M 1:100	vom 17.04.2025

angefertigt von:
thoma architekten
Wilhelmine-Gemberg-Weg 6
10179 Berlin

Rechtsgrundlagen, Normen, Literatur

[1] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 08.08.2020 mit Änderungen zum 01.01.2024 (BGBI vom 16.10.2023)
[2] Solargesetz Berlin vom 05.07.2021
[3] DIN 4108-2: 2013-02 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“, „Mindestanforderung an den Wärmeschutz“
[4] Mindestanforderungen an den Wärmeschutz – Kommentar zu DIN 4108-2:2013-02-02, 1.Auflage
[5] DIN 4108-3: 2018-10 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“, „Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung“
[6] DIN 4108-4: 2020-11 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“, „Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte“
[7] Beiblatt 2 zur DIN V 4108:2019-06 „Wärmebrücken- Planungs- und Ausführungsbeispiele“
[8] DIN 4108-7: 2011-01 „Luftdichtheit von Gebäuden“
[9] DIN EN ISO 6946: 2018-03 „Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren; Deutsche Fassung EN ISO 6946:2017“

[10] DIN EN 13370: 2018-03 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmetransfer über das Erdreich - Berechnungsverfahren; Deutsche Fassung EN ISO 13370:2017„
[11] DIN EN ISO 10077-1: 2020-10 „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN ISO 10077-1: 2017“
[12] DIN EN ISO 9972: 2018-12 Anhang NA „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren (ISO 9972: 2015)“; Deutsche Fassung EN ISO 9972: 2015
[13] DIN V 18599-1 bis -11: 2018-09 „Energetische Bewertung von Gebäuden“

Weitere Plangrundlagen

[14] Rückmeldung zur TGA-Abfrage durch Potthoff GmbH, „250203_SGP_TGA-Abfrage_Potthoff_rueckmeldung.xlsx“, 03.02.2025
[15] Rückmeldung zur energetischen Bilanzierung durch Potthoff GmbH, „250219_SGP_Zonierung_Bilanzierung_Kommentare_IBP“, 21.02.2025
[16] Rückmeldung zur TGA-Abfrage zur Beleuchtung durch GNUSE Ingenieurbüro für Krankenhaustechnik GmbH & Co. KG, „1908_2025-05-13_250130_SGP_ELT-Abfrage_erg-ve.xlsx“, 13.05.2025
[17] E-Mail mit Betreff „SGP | Gebäudeautomatisierung“ von Krebs + Kiefer Ingenieure GmbH an Potthoff GmbH, vom 05.05.2025
[18] E-Mail mit Betreff „SGP | Fenster U-Wert 1,2W/(m²K)“ von Krebs + Kiefer Ingenieure GmbH an Thoma Architekten, vom 05.05.2025
[19] E-Mail mit Betreff „AW: SGP | RLT Anlage“ von Potthoff GmbH an Krebs + Kiefer Ingenieure GmbH, vom 05.05.2025
[20] E-Mail mit Betreff „1908_Schulcampus 30 % Dachbelegung erreicht“ von GNUSE Ingenieurbüro für Krankenhaustechnik GmbH & Co. KG, vom 13.05.2025
[21] Dokument zur Auslegung der PV-Planung „1908_00_2025-05-13_EWS_PV_Planung_Auslegung_Wibe_max_Belegung“ von GNUSE Ingenieurbüro für Krankenhaustechnik GmbH & Co. KG, vom 13.05.2025
[22] Dokument zur Berechnung der PV-Planung „1908_00_2025-05-13_EWS_PVSol_Berechnung_max_Belegung“ von GNUSE Ingenieurbüro für Krankenhaustechnik GmbH & Co. KG, vom 13.05.2025

Software

[23] Dämmwerk Bauphysik Software, Version 2024, Kern Ingenieurkonzepte, 10965 Berlin
Datei: 250513-SGP-GEG
[24] TAS 9.5.6, Environmental Design Solutions Ltd (EDSL), Großbritannien
Datei: 250505_SGP_GEG
250430_SGP_SWS-1OG-U1,2
250430_SGP_SWS-2OG-U1,2
250430_SGP_SWS-Forum-Schichten

3 Anforderungen

3.1 Bauordnungsrechtliche Anforderungen

Mindestwärmeschutz (§ 11 GEG)
Bei einem zu errichtenden Gebäude sind diejenigen Bauteile, welche gegen die Außenluft, das Erdreich oder an Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen grenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2013-02 und DIN 4108-3:2018-10 erfüllt werden. Zur Sicherung ausreichend hygienischer Verhältnisse darf die Oberflächentemperatur auf der Innenseite der Außenbauteile eine Mindesttemperatur von 12,6 °C bei Normrandbedingungen nicht unterschreiten. Der Mindestwärmeschutz für wärmeübertragende Bauteile ist lückenlos an jeder Stelle der wärmeübertragenden Hüllfläche (insbesondere im Bereich von Wärmebrücken) einzuhalten. Fenster inkl. Rahmenkonstruktion sind von der Forderung der inneren Oberflächentemperatur ausgenommen.
Ist bei einem zu errichtenden Gebäude bei aneinandergereihter Bebauung die Nachbarbebauung nicht gesichert, müssen die Gebäudetrennwände den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach Absatz 1 genügen.

Dichtheit (§ 13 GEG)

Ein Gebäude ist so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt.

Sommerlicher Wärmeschutz (§ 14 GEG)
Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz liegt vor, sofern die Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8 eingehalten werden und die rechnerisch ermittelten Werte des Sonnenenergieeintrags über transparente Bauteile in Gebäude (Sonneneintragskennwert) die in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.3 festgelegten Anforderungswerte nicht überschreiten. Der Sonneneintragskennwert des zu errichtenden Gebäudes ist nach dem in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.2 genannten Verfahren zu bestimmen.
Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz ist außerdem gegeben, sobald mit einem Berechnungsverfahren nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.4 (Simulationsrechnung) nachgewiesen werden kann, dass unter den dort genannten Randbedingungen die für den Standort des Gebäudes in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.4 Tabelle 9 angegebenen Übertemperatur-Gradstunden nicht überschritten werden.
Wird bei Gebäuden mit Anlagen zur Kühlung eine Simulationsrechnung durchgeführt, sind bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 4.3 insoweit vorzusehen, wie sich die Investitionen für diese baulichen Maßnahmen innerhalb deren üblicher Nutzungsdauer durch die Einsparung von Energie zur Kühlung unter Zugrundelegung der im Gebäude installierten Anlagen zur Kühlung erwirtschaften lassen.

Jahres-Primärenergiebedarf (§ 18 GEG)
Ein zu errichtendes Nichtwohngebäude ist so zu errichten, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung das 0,75-fache des auf die Nettogrundfläche bezogenen Wertes des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes, das die gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten, wie das zu errichtende Gebäude aufweist und der technischen Referenzausführung der Anlage 2 des GEG entspricht, nicht überschreitet.

Baulicher Wärmeschutz (§ 19 GEG)
Ein zu errichtendes Nichtwohngebäude ist so zu planen, dass die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Anlage 3 nicht überschritten werden.

Tabelle 3.1: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsflächen nach Anlage 3 GEG

Bauteile	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
opake Außenbauteile	$\bar{U}$ = 0,28 W/(m²/K)	$\bar{U}$ = 0,50 W/(m²/K)
transparente Außenbauteile	$\bar{U}$ = 1,50 W/(m²/K)	$\bar{U}$ = 2,80 W/(m²/K)
Vorhangfassade	$\bar{U}$ = 1,50 W/(m²/K)	$\bar{U}$ = 3,00 W/(m²/K)
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U}$ = 2,50 W/(m²/K)	$\bar{U}$ = 3,10 W/(m²/K)

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs (§ 10, § 71 GEG)
Das Gebäude ist so zu errichten, dass die Anforderungen nach § 71 Absatz 1 erfüllt werden. Eine Heizungsanlage darf zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme nach Maßgabe der Absätze 4 bis 6 sowie der §§ 71b bis 71h erzeugt.

Die Maßnahmen nach den §§ 71b bis 71h können miteinander kombiniert werden. Die prozentualen Anteile der tatsächlichen Nutzung der einzelnen Maßnahmen im Verhältnis der jeweils nach den §§ 71b bis 71h vorgesehenen Nutzung müssen in der Summe 100 Prozent Erfüllungsgrad ergeben.

Ausstellung und Verwendung von Energieausweisen (§ 79-88 GEG)
Wird ein Gebäude errichtet, ist ein Energiebedarfsausweis unter Zugrundelegung der energetischen Eigenschaften des fertiggestellten Gebäudes auszustellen. Der Eigentümer hat sicherzustellen, dass

der Energieausweis unverzüglich nach Fertigstellung des Gebäudes ausgestellt und ihm der Energieausweis oder eine Kopie hiervon übergeben wird. Die Sätze 1 und 2 sind für den Bauherren entsprechend anzuwenden, wenn der Eigentümer nicht zugleich Bauherr des Gebäudes ist. Der Eigentümer hat den Energieausweis der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

3.2 Landes- oder stadtspezifische Anforderungen

Solargesetz Berlin
EigentümerInnen von nicht-öffentlichen Gebäuden mit einer Nutzungsfläche von mehr als 50 Quadratmetern müssen sicherstellen, dass auf ihrem Gebäude Photovoltaikanlagen mit einer Mindestgröße von 30% der Bruttodachfläche installiert und betrieben werden.

Sie können sich zur Erfüllung der Pflicht eines Dritten bedienen. Die Installationspflicht ist zu erfüllen, sobald das Gebäude fertiggestellt ist. Die Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage hat ab Beginn der Nutzung des Neubaus zu erfolgen.

4 Thermische Gebäudehülle

4.1 Bauteile

Die Auslegung der Dämmstärken der wärmeübertragenden Umfassungsflächen erfolgt in Anlehnung an die bauordnungsrechtlichen Anforderungen gem. GEG [1].
Für die maßgeblichen wärmeübertragenden Bauteile sind die Dämmstärken mit dem dazugehörigen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ_B [W/(mK)] nach DIN 4108-4:2020-11 [6] in den Tabellen 4.1 und 4.2 aufgeführt. Es ist die für den jeweiligen Einsatzort zugelassene Wärmedämmung seitens Objektplanung vorzusehen.

Die detaillierten Bauteilberechnungen sind in Anlage A zu finden. Weiterführende Hinweise zu allgemeinen konstruktiven Dämmmaßnahmen (Flankendämmung etc.) sind dem Anhang B zu entnehmen.

Nach der energetischen Bilanzierung auf Basis des aktuellen Planungsstandes ergeben sich folgende Dämmstoffstärken und U-Werte.

Tabelle 4.1: Bauteilübersicht opaker Bauteile

Bez.	Bauteil	Wärmeschutzrelevante Bauteilschicht Dämmstoffdicke, Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit λ_B gem. DIN 4108-4	U-Wert W/(m²K)
Vertikale Bauteile			
V1	Außenwand [1)]	⩾ 14 cm, WLS 035 + BMZ ⩽ 0,038 W/(m²K)	0,27
V2	Außenwand gegen Erdreich (Aufzugsunterfahrt)	⩾ 10 cm, WLS 035	0,32
V3	Außentür opak	gemäß Herstellersystem	1,60
V5	PRF – opakes Element	gemäß Herstellersystem	1,00 [2)]
Horizontale Bauteile			
H1	Bodenplatte	⩾ 10 cm, WLS 035	0,31
H2	Bodenplatte Kernzone gedämmt [3)]	⩾ 10 cm, WLS 035 [3)]	0,31
H3	Dach [4)]	⩾ 24 cm, WLS 040	0,16

Bez.	Bauteil	Wärmeschutzrelevante Bauteilschicht Dämmstoffdicke, Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit λ_B gem. DIN 4108-4	U-Wert W/(m²K)
H4	Dach mit Abhangdecke [4)]	⩾ 24 cm, WLS 040	0,16
H5	Dach DG – Technik [4)]	⩾ 16 cm, WLS 040	0,24
H6	Decke gegen Außenluft [1)]	⩾ 16 cm, WLS 035 + BMZ ⩽ 0,038 W/(m²K)	0,24
H7	Bodenplatte Aufzugsunterfahrt (Kernzone - ungedämmt)	-	3,03

[1)] Der U-Wert-Zuschlag für Befestigungsmittel (BMZ) ist auf ΔU = 0,038 W/(m²K) zu begrenzen. KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH empfiehlt die Vordimensionierung durch die Fachplanung der Fassade oder den Auftragnehmer. Der Befestigungsmittelzuschlag ist abschließend durch die Fachplanung der Fassade oder den Auftragnehmer sicherzustellen und nachzuweisen.

[2)] Für die Pfosten-Riegel-Fassade ist ein Uw bzw. Ucw für das Gesamtsystem aus opaken und transparenten Bauteil nach DIN EN 14351-1 zu ermitteln.

[3)] Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als fünf Meter vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind. (GEG Anlage 3 §19)

[4)] Für die Planung eines Flachdachs/einer Dachterrasse mit Gefälledämmung ist der flächengewichtete, mittlere U-Wert maßgebend. Dieser ist durch die Fachplanung für Gefälledämmung oder den Auftragnehmer sicherzustellen und nachzuweisen. Bei gefällelosen Konstruktionsaufbau entspricht der U-Wert des Dach von 0,16 W/m²K einer äquivalenten Dämmdicke von 24 cm WLS040. Zu niedrig beheizten Räumen im Dachgeschoss entspricht der U-Wert des Dach 0,24 W/m²K einer äquivalenten Dämmdicke von 16 cm WLS040.

Tabelle 4.2: Bauteilübersicht transparenter Bauteile

Bez.	Bauteil	U_w-/ U_{cw}-Wert W/(m²K)
Transparente Bauteile		
T1	Fenster	1,20
T2	Oberlicht Glasdach	1,80
T3	Oberlicht Lichtband	1,20
T4	Außentür transparent	1,60
T5	Pfosten-Riegel-Fassade	1,00 [2)]
T6	Lichtkuppel / Dachausstieg	1,80

Folgend ergänzende Hinweise zu Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2:

Dachkonstruktion
Das Flachdach wird als Warmdach mit einer Gefälledämmung geplant. Lokal begrenzte Reduzierungen auf Dämmschichtstärken ≥ 8 cm (WLS040), z.B. im Bereich von Dacheinläufen, sind zulässig.
Hinweis: Bei der Ausführung der Dachkonstruktion als Umkehrdach wird nach DIN 4108-2:2013-02 [3] bzw. DIN EN ISO 6946:2018-03 [9] eine U-Wert-Korrektur erforderlich, um die Wirkung des ablaufenden Regenwassers zwischen Dämmung und Abdichtung auf den Wärmestrom über das Bauteil zu berücksichtigen. Hierdurch werden höhere Dämmstärken bzw. geringere Wärmeleitfähigkeiten des Dämmmaterials erforderlich.

Decke nach unten
Geschossdecken, die konditionierte Bereiche nach unten gegen Außenluft abgrenzen, werden mit mind. 16 cm Dämmstoff (WLS 035) auf der kalten Seite geplant.

Außenwand
Alle Außenwände, die gegen Erdreich, Außenluft oder unbeheizte Räume grenzen, sind auf der kalten Seite mit einer für den jeweiligen Einsatzort zugelassenen Wärmedämmung zu versehen. Für die Aufbauten von Fertigteilen ist der Wärmedurchgangskoeffizient durch den Hersteller nachzuweisen. Bei Planung zusätzlicher Befestigungsmittel oder Ähnlichem (z.B. vorgehängte Fassade) ist eine Korrektur des U-Werts zu berücksichtigen.

Fenster
Für die Fenster und Fenstertüren ist der jeweilige Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient U_w zu beachten (Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung einschl. Rahmen). Der dazugehörige Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung mit Verschattung ist dem Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz (Kapitel 6) zu entnehmen in Abhängigkeit des gewählten Sonnenschutzkonzeptes.

Bodenplatte
Zur Minimierung des Wärmetransfers über die Bodenplatten ist die Anordnung einer unterseitigen Wärmedämmung erforderlich. Dabei ist die Dämmung in den Randbereichen (b = 5 m) ausreichend; eine Wärmedämmung der Kernzonen ist nicht zwingend erforderlich. Bei anstehendem, schnell fließendem Grundwasser ist eine vollständige Dämmung der Bodenplatte hingegen zu empfehlen.
Zur Minimierung des Wärmetransfers über die Bodenplatte ist die Anordnung einer vollflächigen 10 cm WLS 035 wärmedämmenden Schicht geplant.

Drückendes Wasser
Beim Verbau von Dämmungen im Bereich von drückendem Wasser/ bei aufstauendem Sickerwasser (W2-E) ist insbesondere auf den Anwendungsbereich der Produkte zu achten sowie auf anfallende Korrekturen des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit gemäß den Zulassungs- (abZ)/ Herstellerangaben.

4.2 Bauteilzuordnungsübersicht

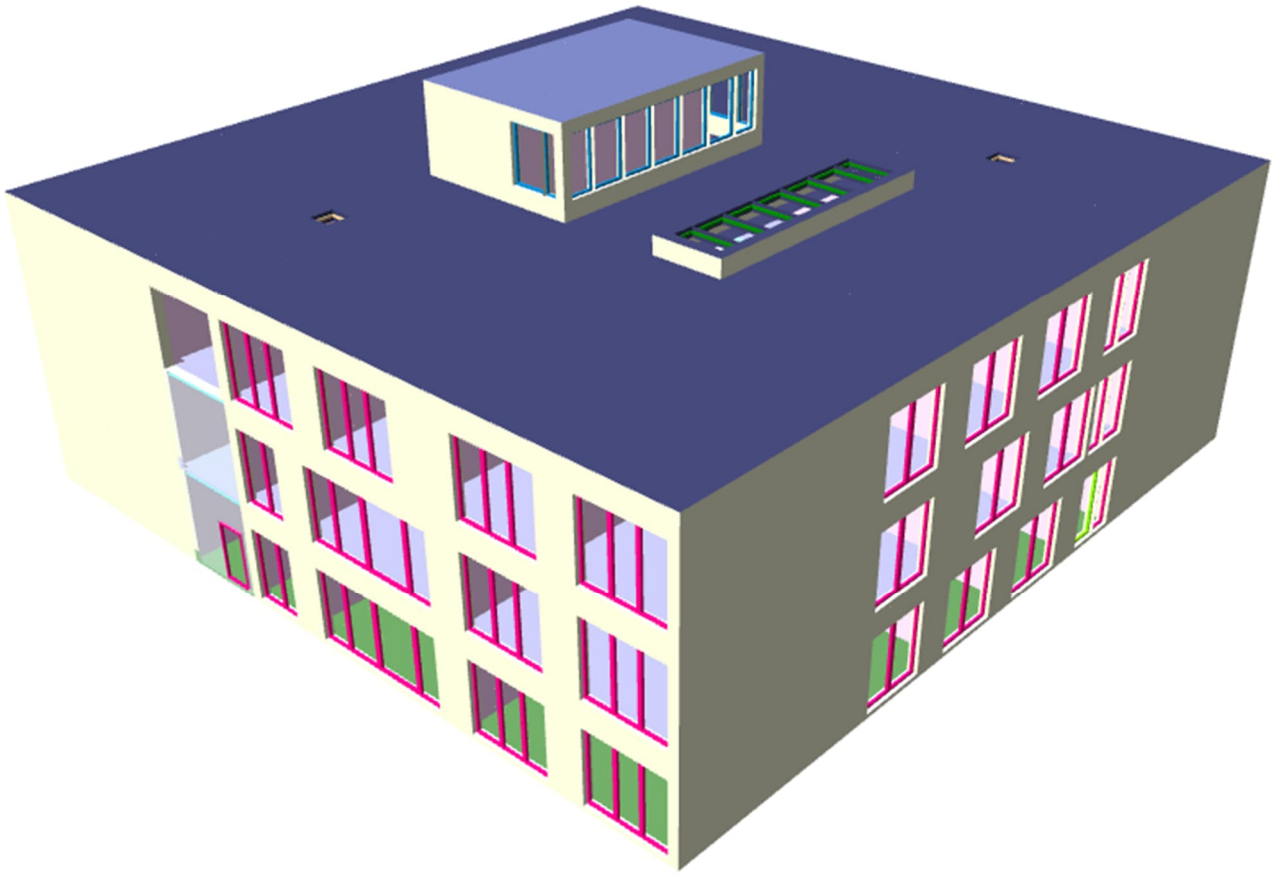


Abbildung 2 Übersicht Dächer und Oberlichter, 3D-Modell, Perspektive Ost

Legende:

- H1 - Bodenplatte gedämmt
- H2 – Bodenplatte gedämmt (Kernzone)
- H3 – Dach
- H4 – Dach (Aufbau mit Abhangdecke)
- H5 – Flachdach (DG -Technik)
- H6 – Decke gg Außenluft nach unten
- H7 - Bodenplatte Aufzugunterfahrt
- V1 – Außenwand
- V2 – Außenwand gegen Erdreich
- V3 – Außentür opak
- T1 – Fenster
- T2 – Oberlicht Glasdach
- T3 – Oberlicht Lichtband
- T4 – Außentür transparent
- T5 + V5 – Pfosten-Riegel-Fassade
- T6 – Lichtkuppel / Dachausstieg

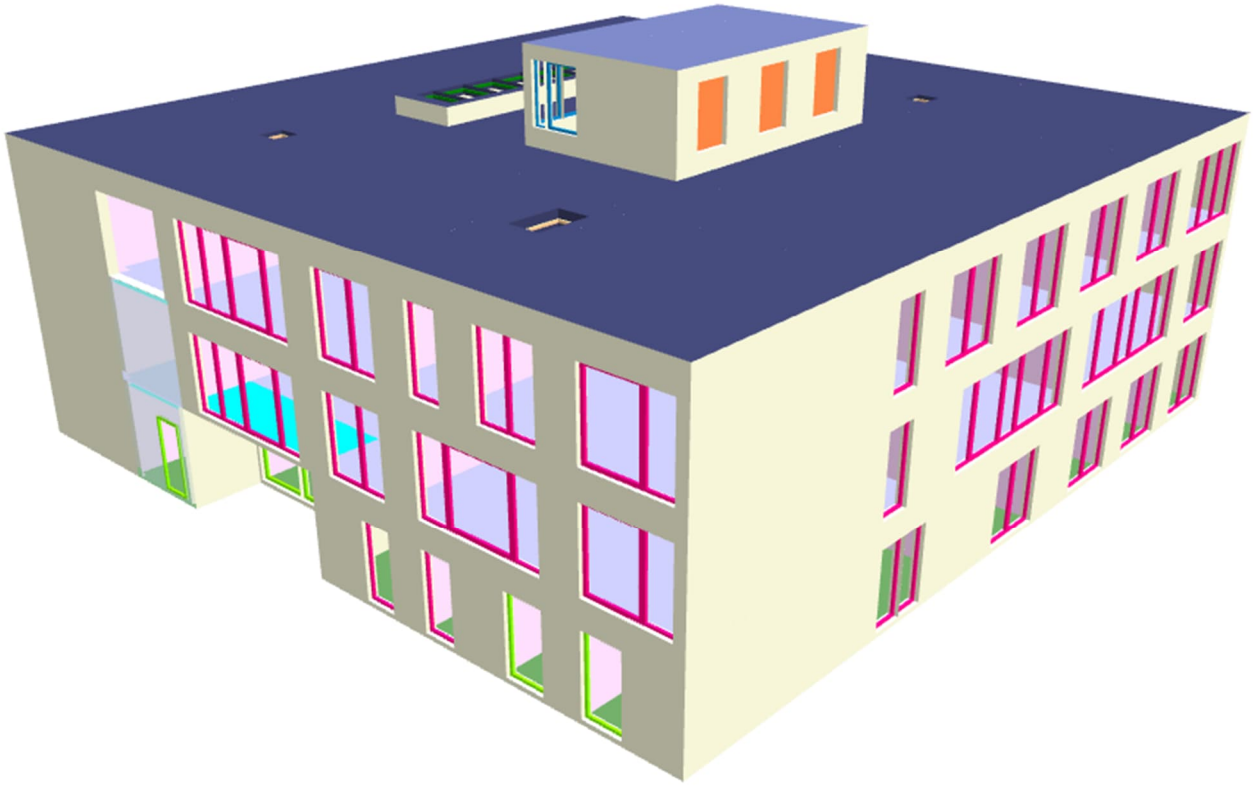


Abbildung 3 Übersicht Dächer, Oberlichter und Fassaden, 3D-Modell, Perspektive West

Legende:

- H1 - Bodenplatte gedämmt
- H2 – Bodenplatte gedämmt (Kernzone)
- H3 – Dach
- H4 – Dach (Aufbau mit Abhangdecke)
- H5 – Flachdach (DG -Technik)
- H6 – Decke gg Außenluft nach unten
- H7 - Bodenplatte Aufzugunterfahrt
- V1 – Außenwand
- V2 – Außenwand gegen Erdreich
- V3 – Außentür opak
- T1 – Fenster
- T2 – Oberlicht Glasdach
- T3 – Oberlicht Lichtband
- T4 – Außentür transparent
- T5 + V5 – Pfosten-Riegel-Fassade
- T6 – Lichtkuppel / Dachausstieg

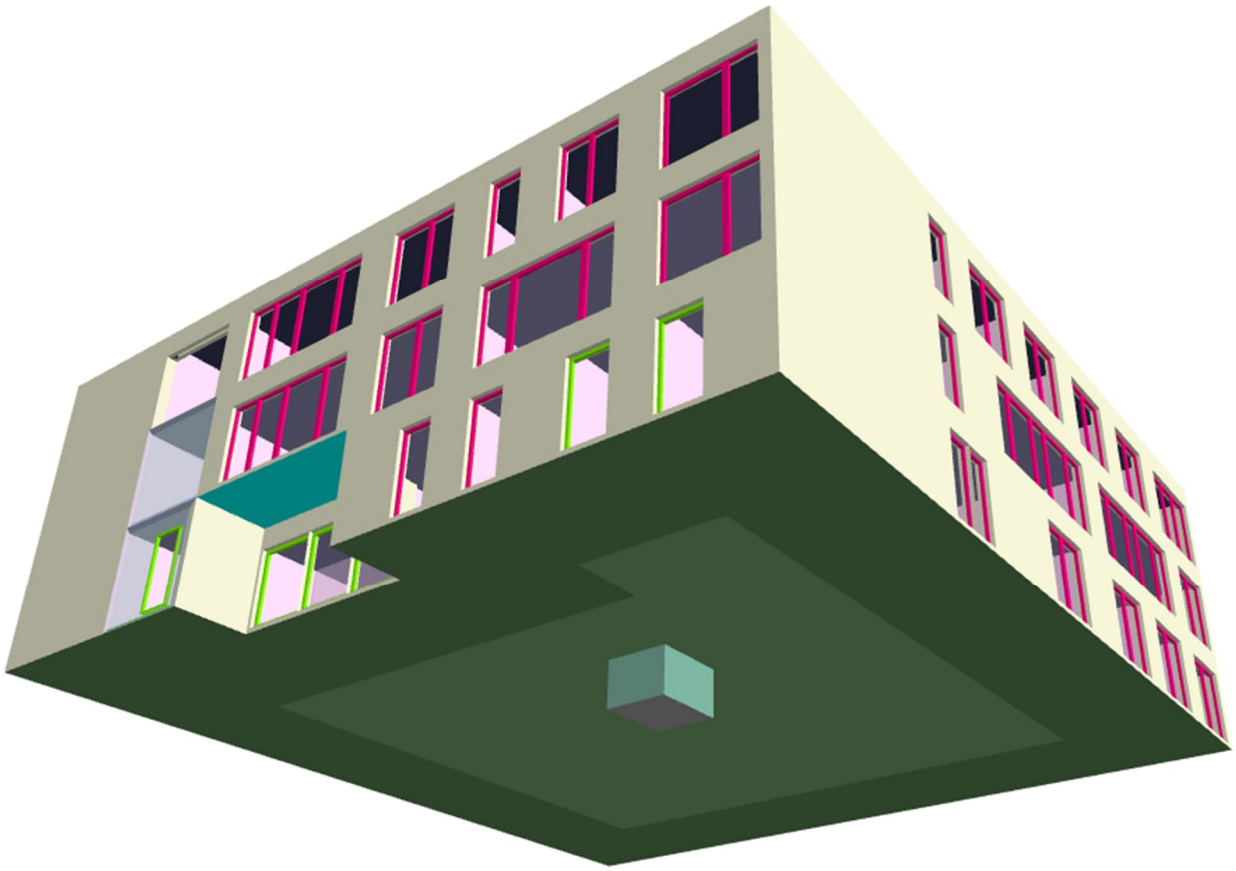


Abbildung 4 Übersicht Bodenpatte, Decke nach unten gg Außenluft, 3D-Modell, Perspektive West

Legende:

- H1 - Bodenplatte gedämmt
- H2 – Bodenplatte gedämmt (Kernzone)
- H3 – Dach
- H4 – Dach (Aufbau mit Abhangdecke)
- H5 – Flachdach (DG -Technik)
- H6 – Decke gg Außenluft nach unten
- H7 - Bodenplatte Aufzugunterfahrt
- V1 – Außenwand
- V2 – Außenwand gegen Erdreich
- V3 – Außentür opak
- T1 – Fenster
- T2 – Oberlicht Glasdach
- T3 – Oberlicht Lichtband
- T4 – Außentür transparent
- T5 + V5 – Pfosten-Riegel-Fassade
- T6 – Lichtkuppel / Dachausstieg

4.3 Wärmebrücken

Nach § 12 GEG sind Gebäude so zu errichten, dass der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und nach den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

Der Wärmebrückenzuschlag wird pauschal mit ΔU_{WB} = 0,10 W/(m²K) angesetzt. Ein detaillierter Wärmebrückennachweis ist jedoch nicht erforderlich. Im Rahmen der Ausführungsplanung sind jedoch die Ausführungsempfehlungen nach dem Beiblatt 2 zur DIN 4108-2 zu beachten.

4.4 Luftdichtheit

Nach § 13 GEG sind Gebäude so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt.

Im Rahmen des Wärmeschutznachweises wird eine Luftdichtigkeitsprüfung (Blower-Door-Test) angesetzt.

Die Luftdichtheit ist mit dem nach DIN EN ISO 9972: 2018-12 [12] Anhang NA beschriebenen Verfahren 3 nachzuweisen. Es sind die Grenzwerte gemäß § 26 GEG ($q_{50} \leqslant 2{,}5\ h^{-1}$) einzuhalten.

Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie die Anforderungen an die Einhaltungen der Luftdichtheit werden in der DIN 4108-7:2011-01 [8] gegeben. Weitere Hinweise zur Ausführung der Luftdichtigkeit sind in der DIN 4108-3 „Klimabedingter Feuchteschutz“ [5] und DIN 4108-2 „Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ [3] aufgeführt.

5 Angaben zur Haustechnik

Für die energetische Bewertung des Neubaus wird das Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018 [13] angewendet. Die haustechnischen Anlagen bilden dabei neben der thermischen Gebäudehülle die Grundlage für die energetische Bilanzierung.

Der Nichtwohngebäudeteil wird nach normativ vorgegebenen Kriterien in mehrere Zonen unterteilt. In der folgenden Tabelle 5.1sind die im Gebäude geplanten Nutzungen mit der zugehörigen Konditionierung durch die Anlagentechnik in einer Übersichtsmatrix zusammengefasst:

Tabelle 5.1: Konditionierungsmatrix des Gebäudes

Konditionierte Zonen		Heizung	Kühlung	mech. Belüftung	mech. Entlüftung	Beleuchtung	Warmwasser	Feuchteanforderung
<1>	Klassenzimmer	x	-	x	x	x	-	-
<2>	Einzelbüro	x	-	-	-	x	-	-
<3>	Gruppenbüro	x	-	-	-	x	-	-
<4>	Besprechung	x	x	x	x	x	-	-
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume	x	-	x	x	x	- [2)]	-
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	x	-	-	-	x	- [2)]	-
<7>	Bibliothek Freihandbereich	x	-	x	x	x	-	-
<8>	Verkehrsfläche Forum	x	-	x	x	x	-	-
<9>	Verkehrsfläche TRH	x	-	-	-	x	-	-
<10>	Verkehrsfläche	x	-	-	-	x	-	-
<11>	WC, Sanitär	x	-	x	x	x	- [2)]	-
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	x	x	x	x	x	- [2)]	-
<13>	Schacht	- [1)]	-	-	-	-	-	-
<14>	Lager, Technik, Archiv	x	-	-	-	x	-	-
<15>	Technikräume niedrig beheizt	- [1)]	-	-	-	-	-	-

1) Indirekt beheizte Räume innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche geplant.

2) Gemäß DIN 18599-10:2018-09 Tab.7 kann der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden, wenn der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2kWh je Person und Tag beträgt (entspricht etwa 5l je Person und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C). Dies ist z.B. der Fall bei Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

Die detaillierten Angaben zur Beleuchtung, Belüftung, Klimakältesystem, Warmwasser und dem Heizsystem sind der Anlage D angefügt. Das Zertifikat der Fernwärme wurde beim Versorger angefragt und wird im weiteren Planungsverlauf nachgereicht.

6 Sommerlicher Wärmeschutz

6.1 Anwendungsbereich

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist gemäß Gebäudeenergiegesetz § 14 nach den Vorgaben der DIN 4108-2:2013-02 [3] zu führen.

6.2 Nachweisführung gemäß DIN 4108-2:2013-02

Beim vorliegenden Bauvorhaben erfolgt der Nachweis für dieses Bauvorhaben unter Anwendung der thermisch-dynamischen Gebäudesimulation nach Abschnitt 8.4 der DIN 4108-2:2013-02 [3].

Im Gegensatz zum statischen Nachweisverfahren können dabei auch die Eigen- und Fremdverschattung der Fassaden, der Jahresverlauf der Außentemperatur, die genauen Parameter des geplanten Sonnenschutzsystems, die Lüftung u.v.m. detailliert berücksichtigt werden.
Die Nachweisführung erfolgt anhand normativer Randbedingungen von Übertemperaturgradstunden der operativen Innentemperaturen. Zur Einhaltung des Nachweises muss ein normativer Grenzwert eingehalten werden.

Tabelle 6-1: Zugrunde gelegte Bezugswerte der operativen Innentemperatur für die Sommerklimaregionen und Übertemperaturgradstundenanforderungswerte

Sommerklimaregion	Bezugswert $\theta_{b,op}$ der Innentemperatur in °C	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden für Nichtwohngebäude in Kh/a
A	25	500
B	26	
C	27	

Wie aus der Karte der Klimaregionen (vgl. Abbildung 6.1) hervorgeht, ist der Standort Berlin der Sommerklimaregion B zuzuordnen. Daraus folgt, dass für das vorliegende Bauvorhaben ein Bezugswert der operativen Innentemperatur von 26 °C gilt, der an nicht mehr als an 500 Kh im Jahr überschritten werden darf.



Abbildung 6.1: Karte der Sommerklimaregionen für Deutschland gemäß DIN 4108-2:2013-02

6.3 Berechnungsrandbedingungen nach DIN 4108-2:2013-02

6.3.1 Zeitraum der Auswertung und interne Wärmelasten

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02 [3] muss auf Stundenbasis für das gesamte Jahr durchgeführt werden.
Aufgrund der Vielzahl der bei thermischen Gebäudesimulationen zu berücksichtigende Einflüsse, sind die einheitlichen Randbedingungen nach DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8.4 für die Nachweisführung anzuwenden. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Auflistung der Randbedingungen.

Tabelle 6-2: Randbedingungen der thermischen Gebäudesimulation nach DIN 4108-2:2013-02

Randbedingungen DIN 4108-2:2013-02	Nichtwohngebäude
Wetterdaten	Klimaregion B: Normaljahr TRY-Zone 04 (Potsdam)
Bezugszeitraum	Sommer- und Winterperiode 1. Januar bis 31. Dezember
Anwesenheit	Mo. bis Fr. 07:00 bis 18:00 Uhr
Berücksichtigung von Ferien/Feiertagen	nein
Interne Lasten	144 Wh/m²d (4,17 W/m²)
Sollraumtemperatur für Heizzwecke	$\Theta_{h,Soll} \geq 21$ °C

6.3.2 Bauteilkenndaten

Für die Außenbauteile werden in der Thermischen Gebäudesimulation, die unter Abschnitt 4.1 aufgeführten Schichtaufbauten verwendet. Die Innenbauteile werden nach dem Planstand gemäß Abschnitt 2.3 modelliert.

6.3.3 Konditionierung

Heizung

Für den Nachweis nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt die Soll-Raumtemperatur für Heizzwecke 21 °C.

Lüftung

Bei der Thermischen Gebäudesimulation nach den Randparametern der DIN 4108-2 wird für Nichtwohngebäude ein Grundluftwechsel während der Nutzungszeit (7:00Uhr - 18:00Uhr) von n= $4\frac{A_G}{V}$ $[\frac{1}{h}]$ angesetzt.
Wenn während der Aufenthaltszeit die Raumlufttemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt kann der Luftwechsel bis auf n= 3 h^{-1} erhöht werden. Durch diesen sogenannten erhöhten Tagluftwechsel soll einer Überhitzung der Räume im Sommer entgegengewirkt werden.
Außerhalb der Nutzungszeit (18:00Uhr - 7:00Uhr) und am Wochenende wird ein Grundluftwechsel von n= 0,24 h^{-1} angesetzt, wenn nicht die Möglichkeit zur Nachtlüftung besteht. Bei Einsatz einer Lüftungsanlage darf der erhöhte Nachtluftwechsel gemäß der Dimensionierung der Anlage angesetzt werden.

Kühlung

Eine passive Kühlung darf nach DIN 4108-2:2013-02 nur angesetzt werden, wenn die, bei dem zur Raumkühlung eingesetzten System, aufgewendete Energie ausschließlich zur Förderung des Kühlmediums erforderlich ist. Das bedeutet, dass eine passive Kühlung nur dann für den Nachweis angesetzt werden darf, wenn auch die Kälteerzeugung passiv erfolgt.
Für den baurechtlichen Nachweis nach DIN 4108-2:2013-02 wird keine Kühlung berücksichtigt.

Sonnenschutzsteuerung

Ist keine automatische Steuerung geplant oder keine weiterführende Betriebsweise der Sonnenschutzvorrichtung bekannt, kann die Aktivierung des Sonnenschutzes durch den Nutzer gemäß dem Kommentar zur DIN 4108-2 [3] mit einer strahlungsabhängigen Steuerung abgebildet werden.
Für die Aufenthaltsräume wird die Grenzbestrahlungsstärke in Anlehnung an die Normrandbedingungen der DIN 4108-2 mit 200 W/m² (Ost, Süd, West) bzw. 150 W/m² (Nord) angesetzt. Hierbei wurde eine Aktivierung des Sonnenschutzes auch außerhalb der Nutzungszeit angesetzt. Dies ist organisatorisch bzw. mittels Sensoren sicherzustellen.

6.4 Nachweis der Übertemperaturgradstunden

6.4.1 Nachweisräume

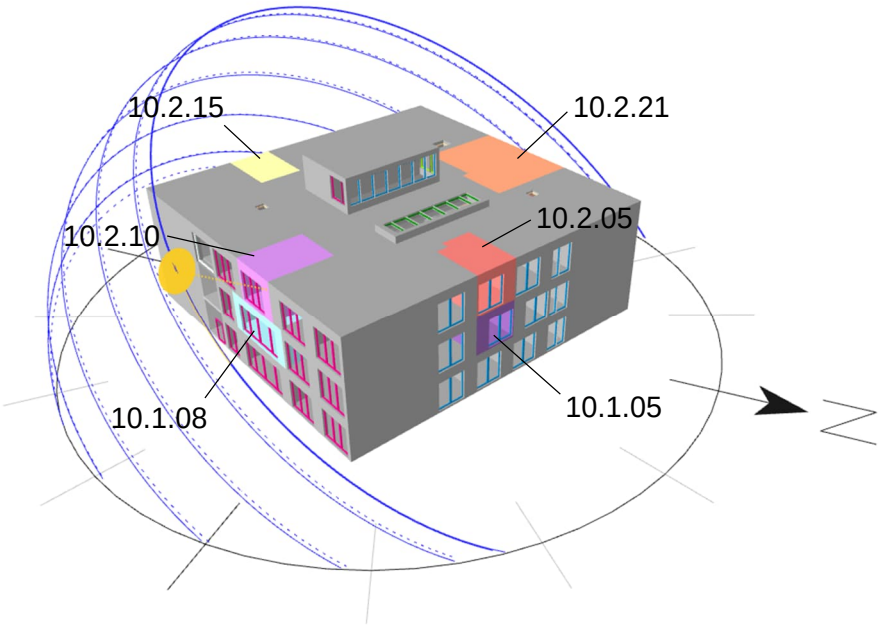


Abbildung 6.2 Nachweisräume des 1. und 2.OG, 3D-Modell zur Simulation, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

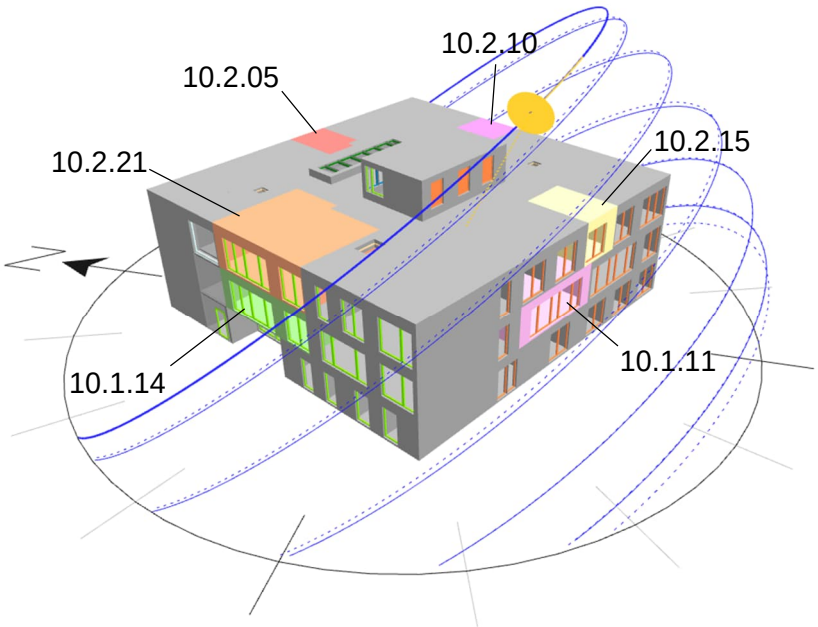


Abbildung 6.3 Nachweisräume des 1. Und 2.OG, 3D-Modell zur Simulation, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

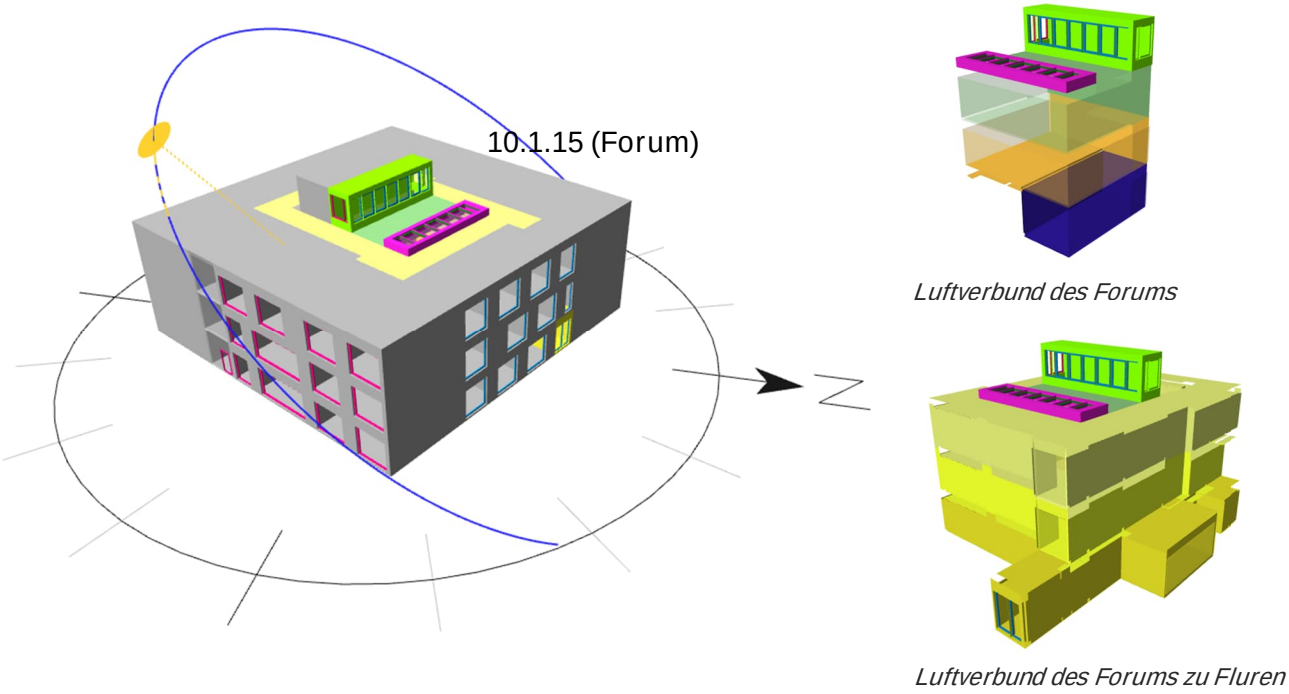


Abbildung 6.4 Nachweisraum Forum, in Schichten betrachtet mit Luftverbund zu Fluren, 3D-Modell zur Simulation, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

6.4.2 Sonnenschutzmaßnahmen

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gemäß DIN 4108-2:2013-02 wird für ausgewählte Nachweisräume geführt. Die Auswahl der kritischen Nachweisräume erfolgt nach den nachfolgend aufgeführten Parametern:

- \+ geringer Anteil an wärmeübertragender Außenwandfläche
- \+ hoher Fensterflächenanteil
- \+ Raumorientierung

Der bauordnungsrechtliche Nachweis der Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2:2013-02 für alle Aufenthaltsräume mit den nachfolgend aufgeführten Sonnenschutzmaßnahmen eingehalten.

Tabelle 6.3: Erforderliche Sonnenschutzmaßnahmen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2

Maßnahme	Gesamtenergie-durchlass-grad	Sonnenschutz	U_w-Wert [W/(m²K)]
Verglasung Fenster	g ⩽ 0,35	Fc ⩽ 0,26 (außenliegender Sonnenschutz) automatische Steuerung (strahlungsabhängig) WT + WE	⩽ 1,2
Verglasung Oberlichter	g ⩽ 0,26	kein Sonnenschutz	⩽ 1,8
Verglasung Lichtband (vertikal)	g ⩽ 0,26	kein Sonnenschutz	⩽ 1,2
Nachtlüftung	Forum: Berücksichtigung über Lüftungsanlage n= 0,80 h^{-1}		
Taglüftung	Berücksichtigung in Büro- und Gruppenräume n= 3,00 h^{-1} (über Fensterlüftung (Stoßlüftung)) Berücksichtigung in Klassen- und Besprechungsräumen n= 3,00 h^{-1} (über Lüftungsanlage)		
Passive Kühlung	nein		

Trotz der aufgeführten Maßnahmen kann es in den „Nichtaufenthaltsbereichen“ (Treppenhäuser) zu Temperaturüberschreitungen kommen. Zur Vermeidung dieser sind Sonnenschutzmaßnahmen oder weitere Reduzierungen des Gesamtenergiedurchlassgrades der Verglasungen erforderlich.

Bei der Änderung von Grundrissen, Fenstergrößen, Raumhöhen oder Sonnenschutzmaßnahmen ist der Nachweis der Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nachzuführen.

HINWEISE:
Eine Aussage zu den sich einstellenden Raumtemperaturen ist durch den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gemäß DIN 4108-2:2013-02 nicht möglich.

Die Einhaltung der in DIN 4108-2:2013-02 genannten Anforderungen sichert im Hinblick auf die sommerlichen Raumklimabedingungen daher nur einen Mindeststandard. Damit ist nicht zwangsweise ein angemessener thermischer Komfort im Sommer gegeben. Aufgrund der Nachweisführung mit normierten Randbedingungen gemäß DIN 4108-2:2013-02 kann es trotz Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen zur temporären Überhitzung der Räume kommen. Insbesondere in Räumen mit hohen Belegungsdichten oder mit umfangreicher technischer Ausstattung, sind aufgrund der resultierenden internen Lasten erhöhte Innenraumtemperaturen zu erwarten.

6.4.3 Berechnungsergebnisse der Übertemperaturgradstunden

Die Ergebnisse der thermischen Gebäudesimulation zeigen, dass die Anzahl der Übertemperaturgradstunden für die kritischsten Räume stets unter dem zulässigen Wert von 500 Kh/a liegt.

Tabelle 6.4:Berechnungsergebnisse der Übertemperaturgradstunden der kritischsten Räume nach DIN 4108-2:2013-02

Zonenname	Verglasung g-Wert	Sonnenschutz Fc-Wert	Zulässige Übertemp. [Kh/a]	x > 26,0	x > 27,0	x > 28,0	x > 29,0	x > 30,0	x > 31,0	Summe
Räume Fenster Fassade										
10.2.05	≤ 0,35	≤ 0,26	500	119	33	4	0	0	0	156
10.2.10				206	90	28	5	0	0	329
10.2.15				164	56	14	0	0	0	234
10.2.21				132	36	5	0	0	0	173
10.1.05				172	55	15	0	0	0	242
10.1.08				260	126	43	14	0	0	443
10.1.11				224	103	35	5	0	0	367
10.1.14				151	49	8	0	0	0	208
Forum (Bereich Sitztreppe)										
Forum - EG	≤ 0,26	-	500	97	2	0	0	0	0	99
Forum -1.OG				277	88	13	0	0	0	378

7 Nachweise

7.1 Gebäudeenergiegesetz

Unter Berücksichtigung des aktuellen Planstandes sowie der mit den Planungsbeteiligten abgestimmten Dämmstärken, technischen Konditionierung und energetischen Zonierung des Gebäudes ergeben sich nach der vorläufigen Energiebilanzierung gemäß dem gültigen Gebäudeenergiegesetz (GEG) [1] entsprechend den Vorgaben der DIN V 18599 [13] folgende Ergebnisse:

Thermische Gebäudehülle

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes ergeben sich folgende Ergebnisse für die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten:

	$\bar{U}_{vorh}$		$\bar{U}_{GEG}$	
Raumtemperaturen ≥ 19 °C				
Opake Bauteile:	0,20 W/m²K	≤	0,28 W/m²K	Nachweis erfüllt
Fenster:	1,22 W/m²K	≤	1,50 W/m²K	Nachweis erfüllt
Vorhangfassade:	1,00 W/m²K	≤	1,50 W/m²K	Nachweis erfüllt
Oberlichter:	1,45 W/m²K	≤	2,50 W/m²K	Nachweis erfüllt
Raumtemperaturen < 19 °C				
Opake Bauteile:	0,31 W/m²K	≤	0,50 W/m²K	Nachweis erfüllt

Gesamtenergiebedarf

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes ergeben sich folgende Ergebnisse für den flächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf Q_P'':

	$Q_{P,\,vorh}''$		$Q_{P,\,Ref*0,55}''$	
SGP NWG	58,5 kWh/m²a	≤	63,8 kWh/m²a	Nachweis erfüllt

Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes ergeben sich folgende Ergebnisse für die Erfüllung der Anforderung zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz werden durch die Nutzung von Fernwärme erfüllt.

	Deckungsanteil erzielt:		Deckungsanteil gefordert:	
SGP NWG	99 %	>	65 %	Nachweis erfüllt

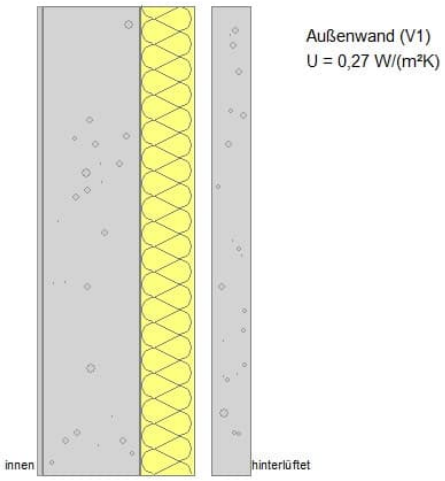
Sommerlicher Wärmeschutz

Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2	Nachweis erfüllt

Der bauordnungsrechtliche Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt mittels thermisch-dynamischen Gebäudesimulation.

A Bauteilberechnungen

A.1 Außenwand (V1)



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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Oberfläche gem. Objektplanung	1,50	-	-	-	-
02 Tragkonstruktion gem. Statik	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03 Wärmedämmung WLS 035	14,00	20	2,8	0,035	4,00
04 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-
05 Vorsatzschale gem. Objektplanung	10,00	2300	230,0	-	-
R_{se}					0,13
d =	54,50	G =	832,8	R_T =	4,36

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U_c = 0,229 + 0,038 = **0,27 W/(m²K)**
0,038 Befestigungsmittel
U-Wert Gesamtkorrektur = 16%

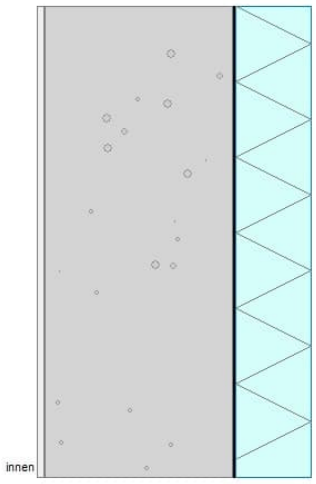
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,10 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.2 Außenwand Aufzugsunterfahrt (V2)



Außenwand Aufzugsunterfahrt (V2)
U = 0,33 W/(m²K)

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,00 m²K/W

.....

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,13
01	Oberfläche gem. Objektplanung	1,00	1400	14,0	-	-
02	Tragkonstruktion gem. Statik	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03	Bitumenanstrich	0,02	1100	0,2	-	-
04	Dämmung WLS 035	10,00	20	2,0	0,035	2,86
	R_{se}					0,00
		d = 36,02		G = 616,2		R_T = 3,09

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,32 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Außenwand gegen Erdreich. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 2,96 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.3 Außentür opak (V3)



Außentür opak (V3)
U = 1,60 W/(m²K)

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

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,60 W/(m²K)** (manuell festgelegt)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.4 Pfosten-Riegel-Fassade – opakes Element (V5)



Außentür opak (V3)
U = 1,60 W/(m²K)

Bauteiltyp "Fenster" (20)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

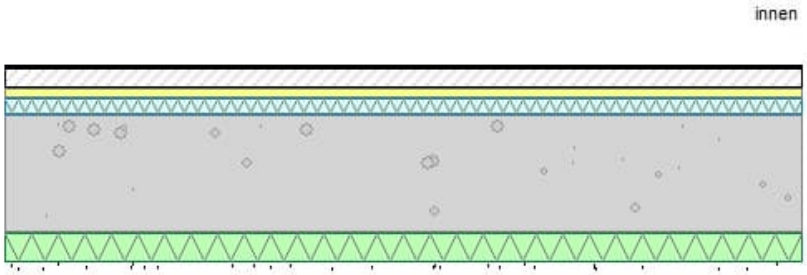
.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,00 W/(m²K)** (manuell festgelegt)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.5 Bodenplatte gedämmt (H1)



Bodenplatte gedämmt (H1)
U = 0,31 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,17
01 Fußbodenbelag gem. Objektplanung	1,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	7,00	2000	140,0	-	-
03 Trennlage (z.B. Baufolie PE)	0,02	1000	0,2	-	-
04 Trittschalldämmung gem. Bauakustik	3,00	20	0,6	-	-
05 Ausgleichdämmung gem. Objektplan	6,00	20	1,2	-	-
06 Tragkonstruktion gem. Statik	40,00	2400	960,0	2,500	0,16
07 Wärmedämmung WLS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,86
R_{se}					0,00
	d = 67,02		G = 1104,5		R_T = 3,19

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,31 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....

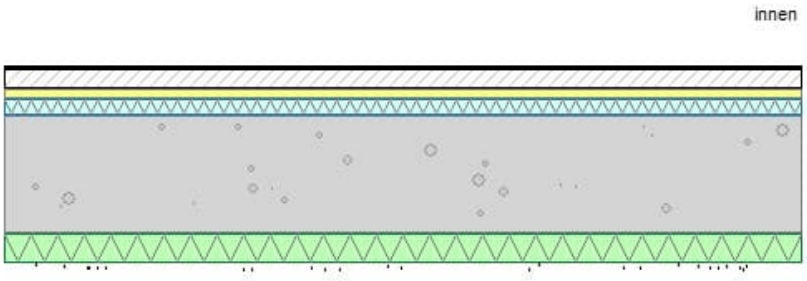
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 3,02 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.6 Bodenplatte Kernzone gedämmt (H2)



Bodenplatte gedämmt (Kernzone) (H2)
U = 0,31 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,17
01 Fußbodenbelag gem. Objektplanung	1,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	7,00	2000	140,0	-	-
03 Trennlage (z.B. Baufolie PE)	0,02	1000	0,2	-	-
04 Trittschalldämmung gem. Bauakustik	3,00	20	0,6	-	-
05 Ausgleichdämmung gem. Objektplan	6,00	20	1,2	-	-
06 Tragkonstruktion gem. Statik	40,00	2400	960,0	2,500	0,16
07 Wärmedämmung WLS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,86
R_{se}					0,00
	d = 67,02		G = 1104,5		R_T = 3,19

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,31 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....

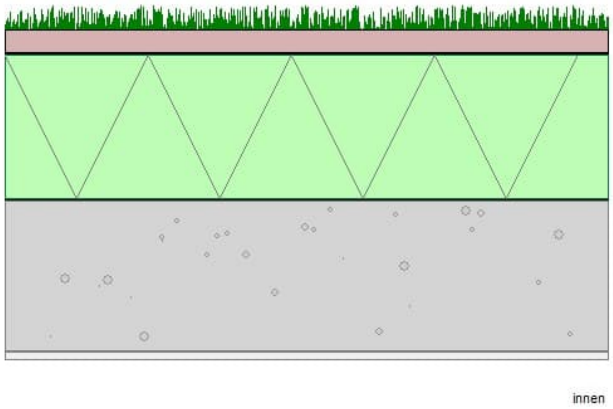
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 3,02 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.7 Dach (H3)



Dach (H3)
U = 0,16 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,10
01	Oberfläche gem. Objektplanung	1,50	-	-	-	-
02	Tragkonstruktion gem. Statik	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03	Dampfsperre sd >100m	0,10	-	-	-	-
04	Wärmedämmung WLS 040	24,00	20	4,8	0,040	6,00
05	Abdichtung gem. Objektplanung	0,20	1500	3,0	-	-
06	Oberfläche gem. Objektplanung	4,00	-	-	-	-
	R_{se}					0,04
		d = 54,80		G = 607,8		R_T = 6,24

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

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

.....

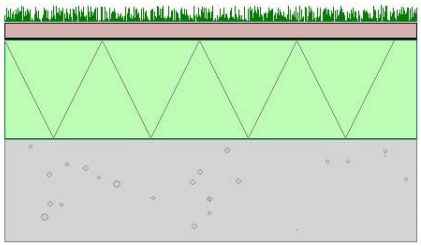
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 6,10 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.8 Dach + Abhangdecke (H4)





Dach + Abhangdecke (H4)
U = 0,16 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,10
01	Oberfläche gem. Objektplanung	1,50	-	-	-	-
02	Gipskartonplatten nach DIN 18180	2,50	800	20,0	-	-
03	Luftschicht ruhend	40,00	1	0,4	-	0,18
04	Tragkonstruktion gem. Statik	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
05	Dampfsperre sd >100m	0,10	-	-	-	-
06	Wärmedämmung WLS 040	24,00	20	4,8	0,040	6,00
07	Abdichtung gem. Objektplanung	0,20	1500	3,0	-	-
08	Oberfläche gem. Objektplanung	4,00	-	-	-	-
	R_{se}					0,04
		d = 97,30		G = 628,2		R_T = 6,42

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

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

.....

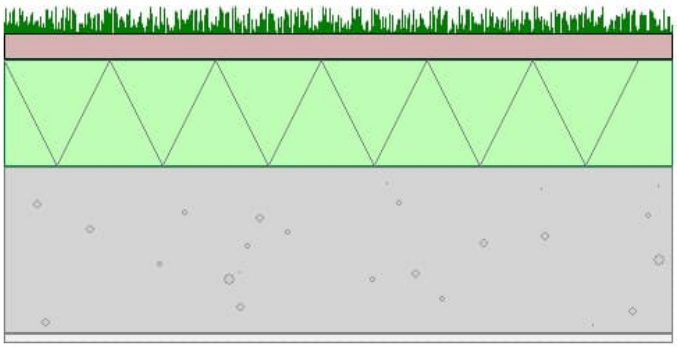
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 6,28 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.9 Dach DG-Technik (H5)



Dach DG-Technik (H5)
U = 0,24 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,10
01	Oberfläche gem. Objektplanung	1,50	-	-	-	-
02	Tragkonstruktion gem. Statik	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03	Dampfsperre sd >100m	0,10	-	-	-	-
04	Wärmedämmung WLS 040	16,00	20	3,2	0,040	4,00
05	Abdichtung gem. Objektplanung	0,20	1500	3,0	-	-
06	Oberfläche gem. Objektplanung	4,00	-	-	-	-
	R_{se}					0,04
		d = 46,80		G = 606,2		R_T = 4,24

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

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

.....

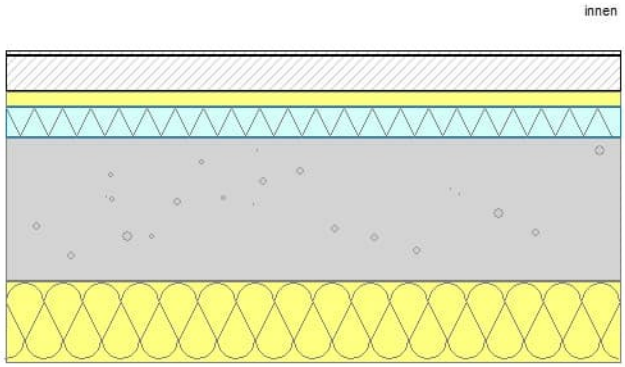
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,10 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.10 Decke nach unten gegen Außenluft (H6)



Decke nach unten gegen Außenluft (H6)
U = 0,24 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft" (10)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,17 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}					0,17
01 Fußbodenbelag gem. Objektplanung	1,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	7,00	2000	140,0	-	-
03 Trennlage (z.B. Baufolie PE)	0,02	1000	0,2	-	-
04 Trittschalldämmung gem. Bauakustik	3,00	20	0,6	-	-
05 Ausgleichdämmung gem. Objektplan	6,00	20	1,2	-	-
06 Tragkonstruktion gem. Statik	28,00	2400	672,0	2,500	0,11
07 Wärmedämmung WLS 035	16,00	20	3,2	0,035	4,57
R_{se}					0,04
	d = 61,02		G = 817,2		R_T = 4,89

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U_c = 0,204 + 0,038 = **0,24 W/(m²K)**
0,038 Befestigungsmittel
U-Wert Gesamtkorrektur = 19%

.....

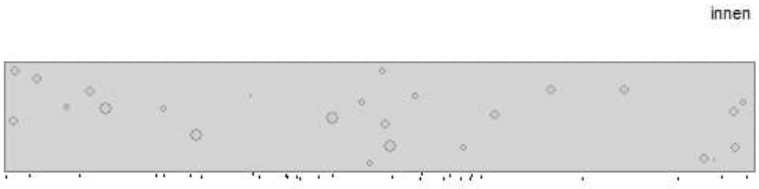
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,68 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.11 Bodenplatte Aufzugunterfahrt (H7)



Bodenplatte Aufzugunterfahrt (H7)
U = 3,03 W/(m²K)

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

.....

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,17
01	Tragkonstruktion gem. Statik	40,00	2400	960,0	2,500	0,16
	R_{se}					0,00
		d = 40,00		G = 960,0		R_T = 0,33

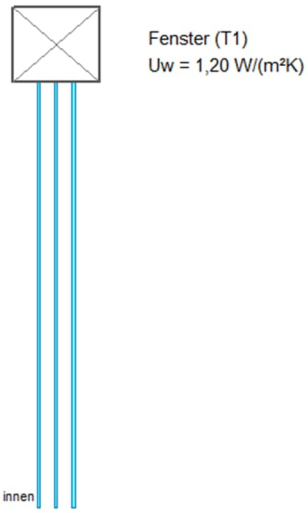
.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **3,03 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.12 Fenster (T1)



Bauteiltyp "Fenster" (20)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,20** W/(m²K)

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,20 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 80% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 35%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,65)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.13 Oberlicht Glasdach (T2)



Oberlicht Glasdach (T2)
U = 1,80 W/(m²K)

Bauteiltyp "Lichtkuppel " (29)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,80** W/(m²K)

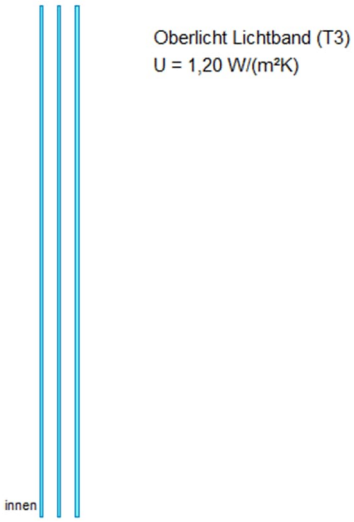
.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,80 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 70% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 26%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,47)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.14 Oberlicht Lichtband (T3)



Bauteiltyp "Lichtband " (29)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,20** W/(m²K)

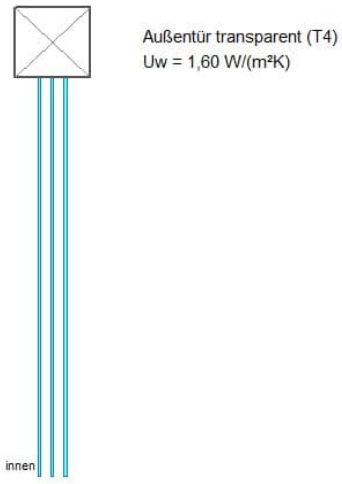
.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,20 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 80% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 26%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,40)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.15 Außentür transparent (T4)



Bauteiltyp "Außentür verglast" (20)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,60** W/(m²K)

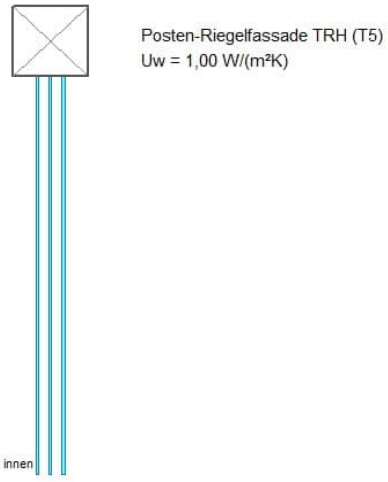
.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,60 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 70% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 35%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,78)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.16 Posten-Riegel-Fassade (T5)



Bauteiltyp "Fenster" (20)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,00** W/(m²K)

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,00 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 70% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 35%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,50)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

A.17 Lichtkuppel / Dachausstieg (T6)



Lichtkuppel-RWA (T6)
U = 1,80 W/(m²K)

Bauteiltyp „Lichtkuppel“ (29)

mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

U_W = **1,80** W/(m²K)

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,80 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
(Fenster mit A_g = 70% Verglasung, Energiedurchlassgrad g = 60%, Lichttransmissionsgrad t_{D65} = 0,60)

Darstellung ist nur exemplarisch! Maßgebend ist der U-Wert der Konstruktion!

B Konstruktive Hinweise

Die nachfolgenden Hinweise dienen zur Reduzierung von Wärmebrückenwirkungen und sind im weiteren Planungsverlauf zu berücksichtigen:

Gründung

+ Die Perimeterdämmung ist bis zur Unterkante der Bodenplatte zu führen, wenn sich angrenzend ein beheizter Raum befindet.
+ Im Fall einer Flachgründung ist die Stirnseite mit mind. 6 cm WLS 045 zu dämmen.
+ Bei einer Gründung auf Streifenfundamenten ist auf der Stirnseite eine Perimeterdämmung mind. 6 cm WLS 045 aufzubringen, wobei die Dämmung mind. 0,5 m ab Oberkante Gelände ins Erdreich geführt wird. An der Unter- und Innenseite der Streifenfundamente ist keine Dämmung erforderlich.
+ Bei beheizten Bereichen im Erdgeschoss über unbeheizten Untergeschossräumen ist eine Perimeterdämmung aus mindestens 6 cm WLS 035 vorzusehen, die entlang der Gebäudeaußenkante 1,00 m tief ab Geländeoberfläche in das Erdreich geführt wird.

In die thermische Gebäudehülle einbindende, kalte Bauteile

+ Wände, Decken, Stützen, Balkone, Lichtschächte und auskragende Geschossdecken, welche die thermische Gebäudehülle durchdringen, sind mit einer Flankendämmung von 8 cm WLS 035 zu versehen.
  Diese ist allseitig, um das kalte Bauteil anzubringen und mindestens ≥ 1,00 m weit in den kalten Bereich zu führen.
+ Balkone, Lichtschächte und auskragende Bauteile sind thermisch zu entkoppeln oder komplett zu umdämmen.
+ Innerhalb geschlossener, unbeheizter Kellerräume sind keine flankierenden Wärmedämm-Maßnahmen erforderlich.
+ Unterzüge in kalten Räumen mit darüber liegenden beheizten Bereichen sind umlaufend mit min. 8 cm WLS 035 zu dämmen.

Fenster

+ Die Fassadendämmung ist im Fenstersturz und in der Fensterlaibung ohne Unterbrechung mit einer Überdeckung von mindestens 3 cm auf die Fensterrahmen zu führen.
+ Die Fuge zwischen Fensterrahmen und Baukörper ist mit 1 cm Dämmung auszufüllen.
+ Im Bereich von Fenstertüranschlüssen ist die Sockeldämmung in gleicher Dicke auf das Verbeiterungsprofil fortzusetzen

Fassade

+ In Bereichen von Regenwasserrohren, welche in die Außenwanddämmung integriert werden, ist eine Mindestdämmung zwischen Rohr und Tragkonstruktion von mind. 8 cm WLS 035 sicherzustellen.

Dach

+ Die Fassadendämmung ist bis zur Oberkante der Attika weiterzuführen. Dachseitig und an der Oberseite der Attika sind mind. 6 cm WLS 035 Wärmedämmung anzubringen.
+ Im Bereich von Dachablaufen sind lokal begrenzte Reduzierungen auf Dämmschichtstärken ≥8 cm WLS 040 zulässig.

Verzug von TGA-Leitungen innerhalb des Gebäudes

+ Permanent außenluftführende Schächte, die innerhalb der thermischen Hülle verzogen werden, sind mit mind. 8 cm WLS 035 zu dämmen. Die Dämmung ist dabei möglichst auf der Kaltseite des Schachtes anzubringen. Alternativ können die Schächte am Durchdringungspunkt der thermischen Hülle auch mit gedämmten und geschlossenen Abzugsöffnungen (z.B. BlueKit) versehen werden.
+ Die Dämmung von nicht baulichen Schächten (z.B. Entwässerungsleitungen, Lüftungskanäle), die innerhalb des Gebäudes verzogen werden, sind zur Vermeidung von Kondensatbildung gemäß TGA-Planung nach dem Stand der Technik zu dämmen.

Dämmung kalter Tiefgaragen-/Kellerbereiche zur Vermeidung von Tauwasserbildung (Empfehlung)

+ Wände und Decken von Tiefgaragen gegen Außenluft oder unbeheizte Räume sind mit mind. 8 cm WLS 035 zu dämmen
+ Wände und Decken von unbeheizten Räumen gegen Außenluft sind mit mind. 8 cm WLS 035 zu dämmen
+ Wände von Tiefgaragen und kalten Kellerbereichen gegen Erdreich sind mit mind. 6 cm WLS 035 bis 1,00 m unter Geländeoberkante zu dämmen

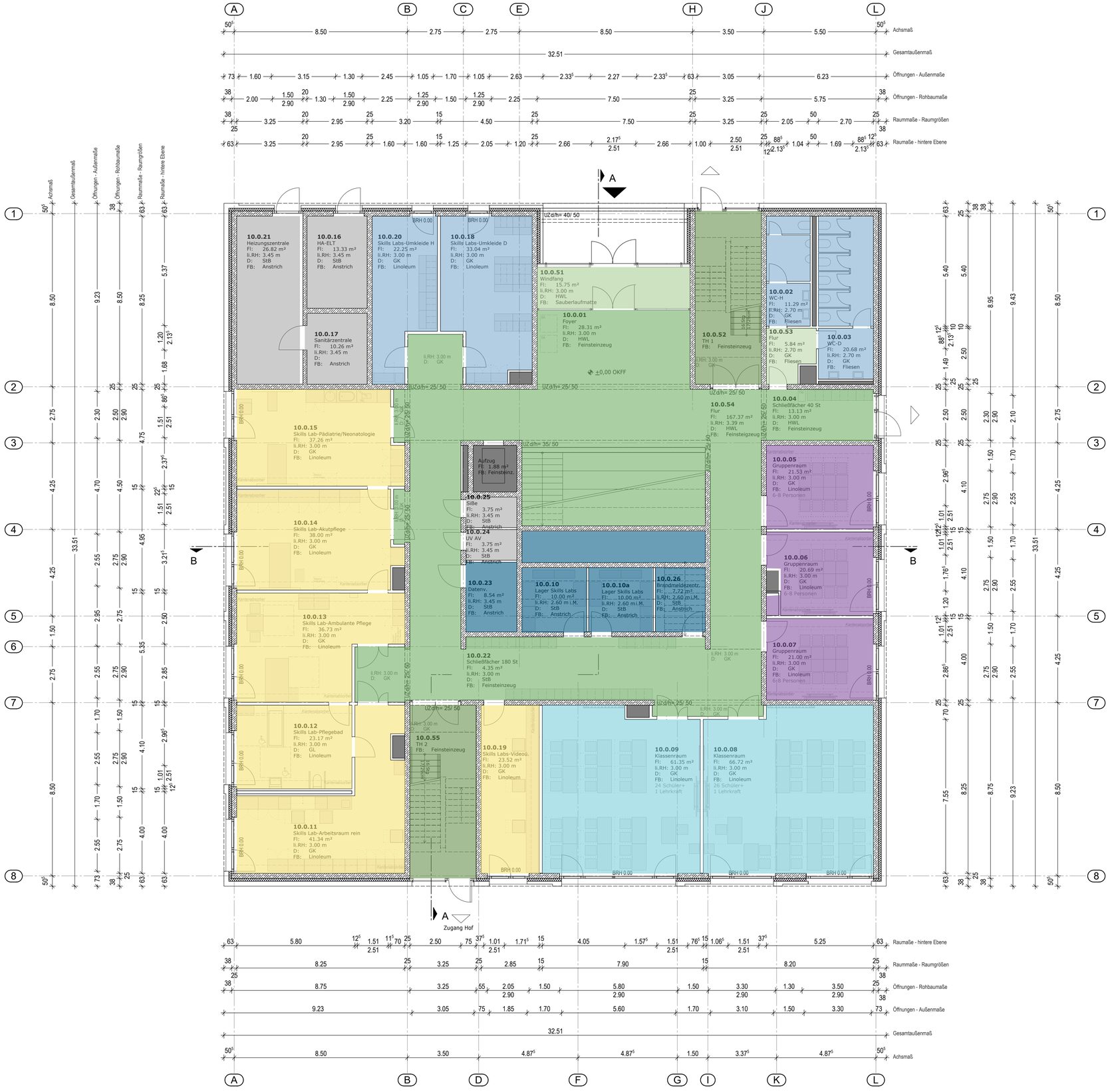
C Zonierungsübersichten

KREBS + KIEFER

Nutzungsprofile nach DIN V 18599 (2018-09)

Legende

- Klassenzimmer
- Einzelbüro
- Gruppenbüro
- Besprechung/Gruppenraum
- Sonstige Aufenthaltsräume
- Nebenflächen ohne Aufenthalt
- Bibliothek Freihandbereich
- Verkehrsfläche + Forum
- Verkehrsfläche TRH
- Verkehrsfläche
- WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude
- Lager, Technik, Archiv beheizt
- Technikräume (mech. belüftet)
- Technikräume niedrig beheizt
- Schacht



Pläne sind grundsätzlich nur zusammen mit den Statikerplänen gültig. Alle Arbeiten an Tragkonstruktion werden nach diesen ausgeführt! Generell sind alle Fundamente bis zum tragfähigen Grund zu führen. Die Bemaßung der Tür- und Brüstungshöhen (BRH) bezieht sich immer auf OK Fertigfußboden! Die Maße der Fensteröffnungen sind Rohbaumaßel Aussparungen in Wänden, Decken und Fundamenten für HLS- und Elektroinstallationen sind nach den Plänen der zuständigen Fachplaner auszuführen bzw. mit diesen abzugleichen. Zeichnungen unterliegen nicht dem Änderungsdienst! Mit Erhalt dieser Zeichnung sind Zeichnungen älteren Datums ungültig!
Alle Maße sind am Bau zu prüfen!

Plan nicht zur Bauausführung freigegeben! ±0.00 = 33.87 ü. NHN

Grundriss Erdgeschoss

1:100

Bauvorhaben:	20SGP
Plan:	101
	Neubau Schulcampus
	für Gesundheits- und Pflegeberufe
Bauort:	13589 Berlin
	Stadtrandstraße 555
Datum:	13.12.2024 /gez. smw
Dateibezeichnung:	20SGP_GR-EG_0101_c_250417
Leistungsphase:	Entwurfsplanung
Format:	H 594 /B 841

Bauherr

Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin
030 3702-0 tel
- fax
waldkrankenhaus@jsd.de

Martin-Luther-Krankenhaus
Caspar-Theyß-Straße 27-31
14193 Berlin
030 8955-0 tel
fax
martin-luther@jsd.de

Planung

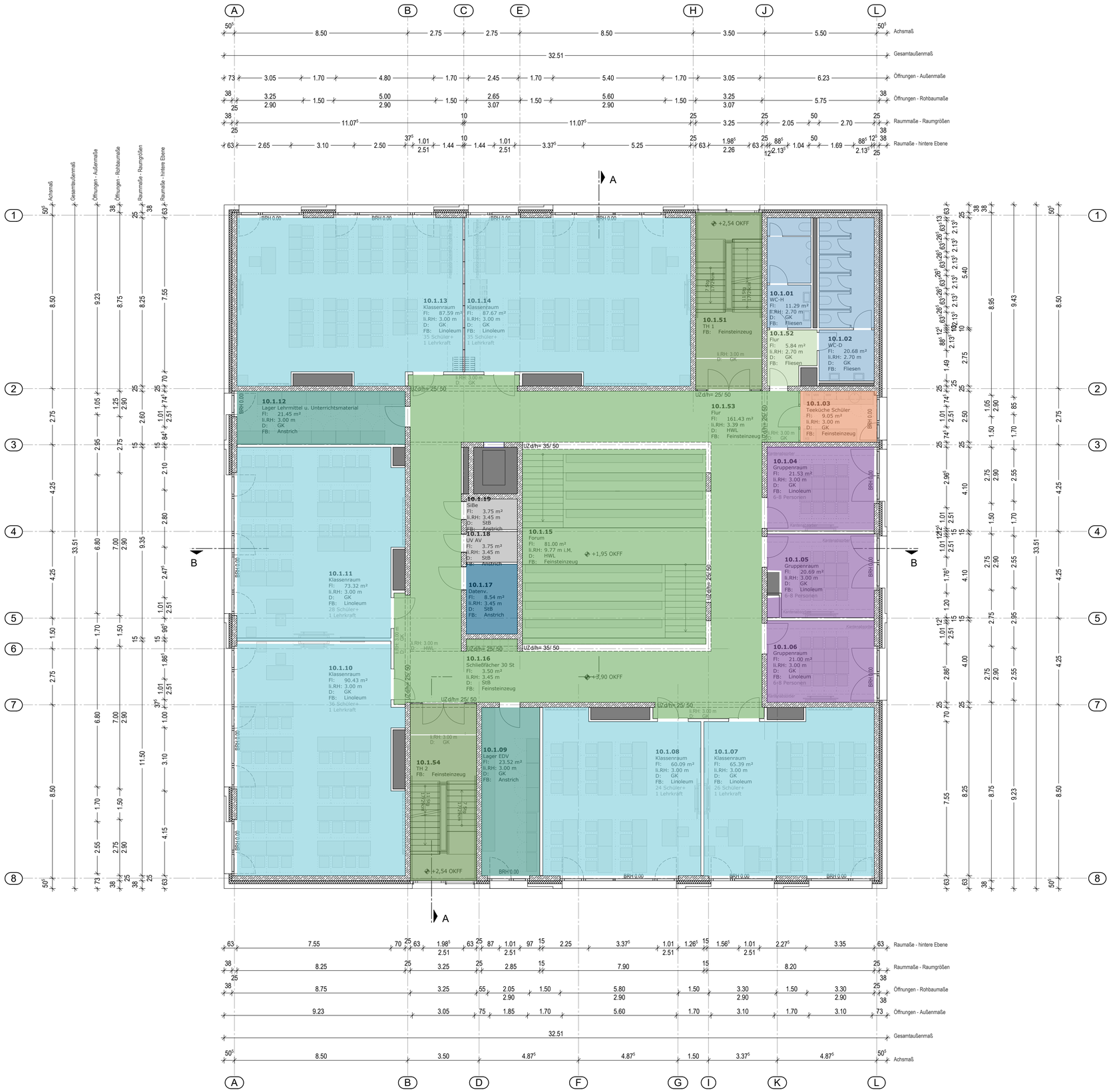
thoma architekten
freier architekt
hermann thoma
wilhelmine-gemberg-weg 6
10179 berlin
030 - 233 266 000 tel
030 - 233 266 001 fax
sek@thoma-architekten.de

KREBS + KIEFER

Nutzungsprofile nach DIN V 18599 (2018-09)

Legende

- Klassenzimmer
- Einzelbüro
- Gruppenbüro
- Besprechung/Gruppenraum
- Sonstige Aufenthaltsräume
- Nebenflächen ohne Aufenthalt
- Bibliothek Freihandbereich
- Verkehrsfläche + Forum
- Verkehrsfläche TRH
- Verkehrsfläche Windfang
- WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude
- Lager, Technik, Archiv
- Technikräume (mech. belüftet)
- Technikräume niedrig beheizt
- Schacht



Pläne sind grundsätzlich nur zusammen mit den Statikerplänen gültig. Alle Arbeiten an Tragkonstruktion werden nach diesen ausgeführt! Generell sind alle Fundamente bis zum tragfähigen Grund zu führen. Die Bemaßung der Tür- und Brüstungshöhen (BRH) bezieht sich immer auf OK Fertigfußboden! Die Maße der Fensteröffnungen sind Rohbaumaßet Aussparungen in Wänden, Decken und Fundamenten für HLS- und Elektroinstallationen sind nach den Plänen der zuständigen Fachplaner auszuführen bzw. mit diesen abzugleichen. Zeichnungen unterliegen nicht dem Änderungsdienst! Mit Erhalt dieser Zeichnung sind Zeichnungen älteren Datums ungültig!
Alle Maße sind am Bau zu prüfen!

Plan nicht zur Bauausführung freigegeben! ±0.00 = 33.87 ü. NHN

Grundriss
1. Obergeschoss

1:100

Bauvorhaben:	20SGP
Plan:	102
	Neubau Schulcampus
	für Gesundheits- und Pflegeberufe
Bauort:	13589 Berlin
	Stadtrandstraße 555
Datum:	13.12.2024 /gez. smw
Dateibezeichnung:	20SGP_GR-01OG_0102_c_250417
Leistungsphase:	Entwurfsplanung
Format:	H 594 /B 841

Bauherr
Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin
030 3702-0 tel
- fax
waldkrankenhaus@jsd.de

Martin-Luther-Krankenhaus
Caspar-Theyß-Straße 27-31
14193 Berlin
030 8955-0 tel
fax
martin-luther@jsd.de

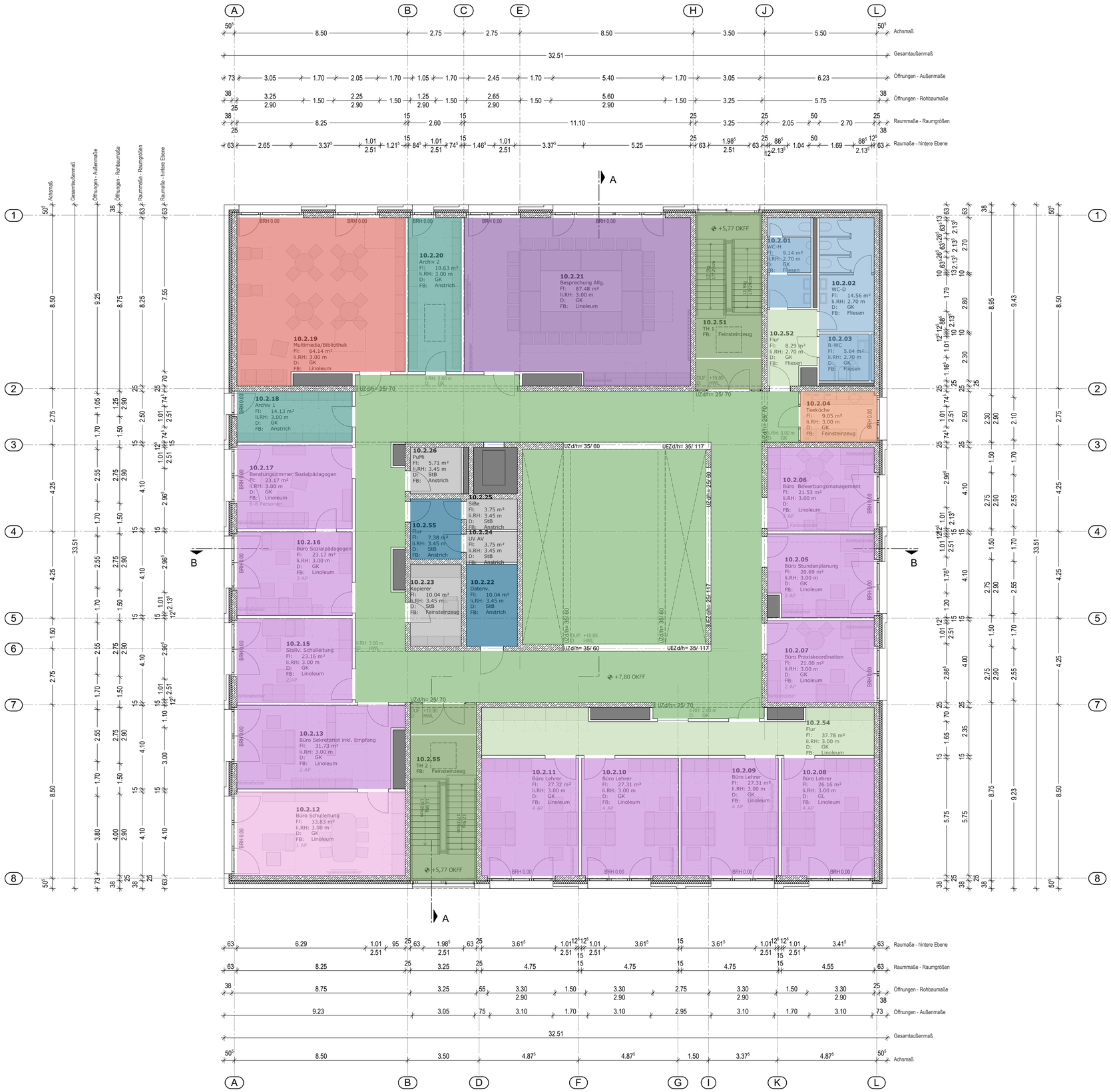
Planung
thoma architekten
freier architekt
hermann thoma
wilhelmine-gemberg-weg 6
10179 berlin
030 - 233 266 000 tel
030 - 233 266 001 fax
sek@thoma-architekten.de

KREBS + KIEFER

Nutzungsprofile nach DIN V 18599 (2018-09)

Legende

- Klassenzimmer
- Einzelbüro
- Gruppenbüro
- Besprechung/Gruppenraum
- Sonstige Aufenthaltsräume
- Nebenflächen ohne Aufenthalt
- Bibliothek Freihandbereich
- Verkehrsfläche + Forum
- Verkehrsfläche TRH
- Verkehrsfläche Windfang
- WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude
- Lager, Technik, Archiv
- Technikräume (mech. belüftet)
- Technikräume niedrig beheizt
- Schacht



Pläne sind grundsätzlich nur zusammen mit den Statikerplänen gültig. Alle Arbeiten an Tragkonstruktion werden nach diesen ausgeführt! Generell sind alle Fundamente bis zum tragfähigen Grund zu führen. Die Bemaßung der Tür- und Brüstungshöhen (BRH) bezieht sich immer auf OK Fertigfußboden! Die Maße der Fensteröffnungen sind Rohbaumaß! Aussparungen in Wänden, Decken und Fundamenten für HLS- und Elektroinstallationen sind nach den Plänen der zuständigen Fachplaner auszuführen bzw. mit diesen abzugleichen. Zeichnungen unterliegen nicht dem Änderungsdienst! Mit Erhalt dieser Zeichnung sind Zeichnungen älteren Datums ungültig!
Alle Maße sind am Bau zu prüfen!

Plan nicht zur Bauausführung freigegeben! ±0.00 = 33.87 ü. NHN

Grundriss
2. Obergeschoss

1:100

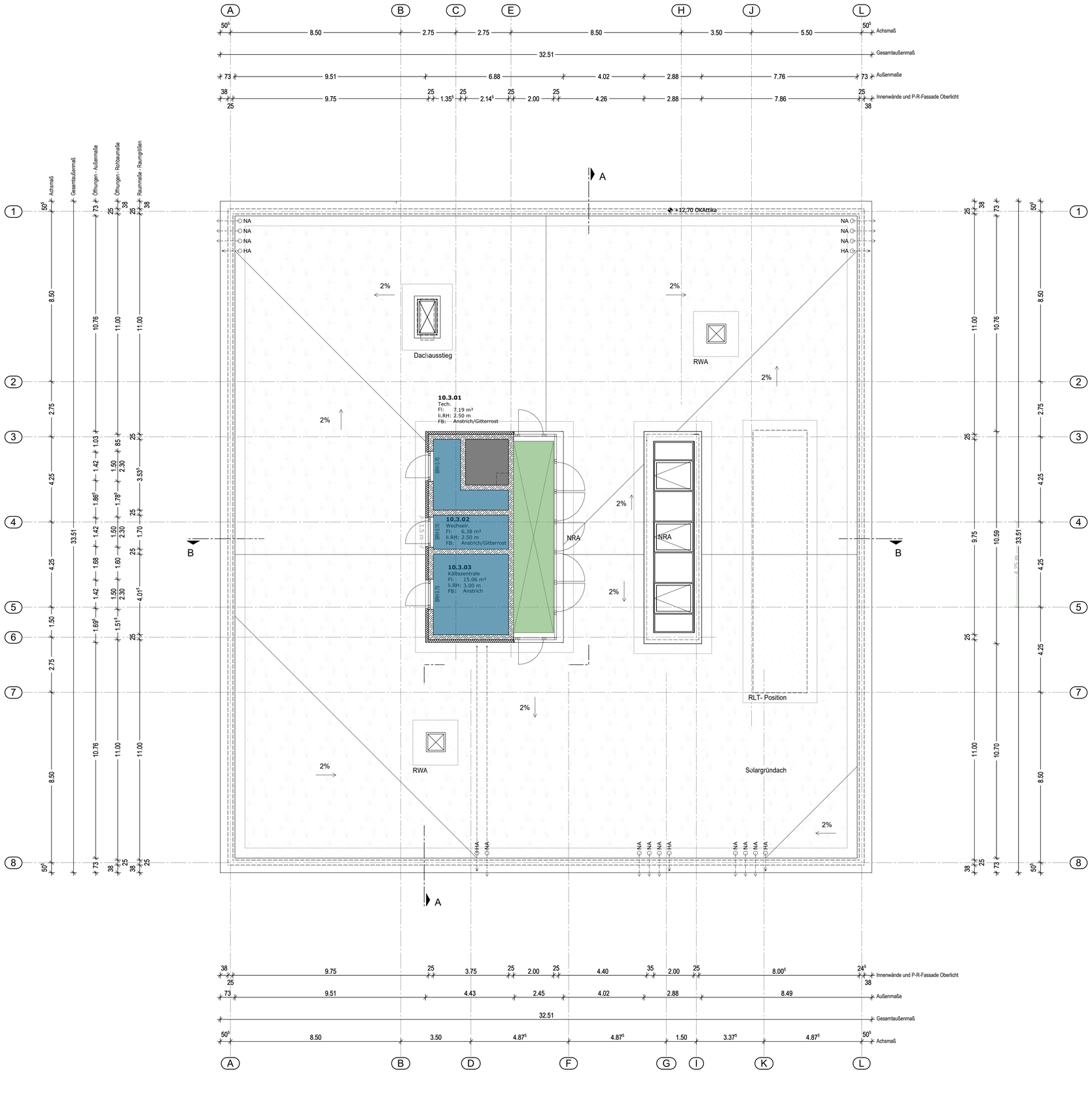
Bauvorhaben:	20SGP
Plan:	103
	Neubau Schulcampus
	für Gesundheits- und Pflegeberufe
Bauort:	13589 Berlin
	Stadtrandstraße 555
Datum:	13.12.2024 /gez. smw
Dateibezeichnung:	20SGP_GR-02OG_0103_b_250417
Leistungsphase:	Entwurfsplanung
Format:	H 594 /B 841

Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin
030 3702-0 tel
- fax
waldkrankenhaus@jsd.de

Martin-Luther-Krankenhaus
Caspar-Theyß-Straße 27-31
14193 Berlin
030 8955-0 tel
- fax
martin-luther@jsd.de

thoma architekten
freier architekt
hermann thoma
wilhelmine-gemberg-weg 6
10179 berlin
030 - 233 266 000 tel
030 - 233 266 001 fax
sek@thoma-architekten.de

Bauherr | Planung

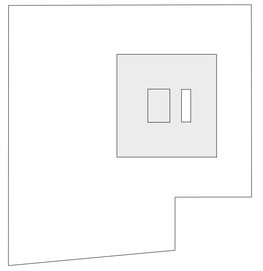


KREBS + KIEFER

Nutzungsprofile nach DIN V 18599 (2018-09)

Legende

- Klassenzimmer
- Einzelbüro
- Gruppenbüro
- Besprechung/Gruppenraum
- Sonstige Aufenthaltsräume
- Nebenflächen ohne Aufenthalt
- Bibliothek Freihandbereich
- Verkehrsfläche + Forum
- Verkehrsfläche TRH
- Verkehrsfläche Windfang
- WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude
- Lager, Technik, Archiv
- Technikräume (mech. belüftet)
- Technikräume niedrig beheizt
- Schacht



Pläne sind grundsätzlich nur zusammen mit den Statikerplänen gültig. Alle Arbeiten an Tragkonstruktion werden nach diesen ausgeführt! Generell sind alle Fundamente bis zum tragfähigen Grund zu führen. Die Bemaßung der Tür- und Bristungshöhen (BRH) bezieht sich immer auf OK Fertigfußboden! Die Maße der Fensteröffnungen sind Rohbaumaßel Aussparungen in Wänden, Decken und Fundamenten für HLS- und Elektroinstallationen sind nach den Plänen der zuständigen Fachplaner auszuführen bzw. mit diesen abzugleichen. Zeichnungen unterliegen nicht dem Änderungsdienst! Mit Erhalt dieser Zeichnung sind Zeichnungen älteren Datums ungültig!
Alle Maße sind am Bau zu prüfen!

Plan nicht zur Bauausführung freigegeben! ±0.00 = 33.87 ü. NHN

Grundriss Dachaufsicht

1:100

Bauvorhaben:	20SGP	Plan:	104
	Neubau Schulcampus		
	für Gesundheits- und Pflegeberufe		
Bauort:	13589 Berlin		
	Stadtrandstraße 555		
Datum:	13.12.2024 /gez. smw		
Dateibezeichnung:	20SGP_GR-DA_0104_b_250417		
Leistungsphase:	Entwurfsplanung		
Format:	H 594 /B 841		

Bauherr

Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstraße 555
13589 Berlin
030 3702-0 tel
- fax
waldkrankenhaus@jsd.de

Martin-Luther-Krankenhaus
Caspar-Theyß-Straße 27-31
14193 Berlin
030 8955-0 tel
- fax
martin-luther@jsd.de

Planung

thoma architekten
freier architekt
hermann thoma
wilhelmine-gemberg-weg 6
10179 berlin
030 - 233 266 000 tel
030 - 233 266 001 fax
sek@thoma-architekten.de

D Detaillierte Anlagentechnik

Für die energetische Bewertung des Neubaus wird das Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599 angewendet. Hierfür wird das Gebäude nach normativ vorgegebenen Kriterien (z.B. Nutzung, Konditionierung, u.a.) in Zonen unterteilt.

Gemäß den Zoneneinteilungskriterien der DIN V 18599 sind Räume verschiedenen Zonen zuzuordnen, wenn sie sich hinsichtlich

- der Nutzung,
- der Beheizung und Kühlung,
- der Art der Luftaufbereitung (Luftwechsel, Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten, etc.),
- der Tageslichtversorgung,
- des Fensterflächenanteils, u.v.m.

unterscheiden.

Tabelle 7.1: Zonierung des Gebäudes

Zone	Name	Nutzungsprofil nach DIN V 18599
<1>	Klassenzimmer	<8> Klassenzimmer (Schule)
<2>	Einzelbüro	<1> Einzelbüro
<3>	Gruppenbüro	<2> Gruppenbüro (2 bis 6 Arbeitsplätze)
<4>	Besprechung	<4> Besprechung, Sitzung, Seminar
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	<17> Sonstige Aufenthaltsräume
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	<18> Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
<7>	Bibliothek Freihandbereich	<29> Bibliothek - Freihandbereich
<8>	Verkehrsfläche Forum	<17> Sonstige Aufenthaltsräume
<9>	Verkehrsfläche TRH	<19> Verkehrsfläche
<10>	Verkehrsfläche	<19> Verkehrsfläche
<11>	WC, Sanitär	<16> WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	<20> Lager, Technik, Archiv
<13>	Schacht	<20> Lager, Technik, Archiv
<14>	Lager, Technik, Archiv	<20> Lager, Technik, Archiv
<15>	Technikräume niedrig beheizt	<20> Lager, Technik, Archiv

D.1 Beleuchtung der Gebäudezonen

Für die Beleuchtung des Gebäudes werden im Rahmen des GEG-Nachweises folgende Angaben nach DIN V 18599 Teil 4 berücksichtigt:

Tabelle 7.2: Beleuchtung

Zone	Nutzung	Art der Beleuchtung	Steuerung
<1>	Klassenzimmer	direkt / indirekt	konstant, mit Präsenzmelder, Tageslichtkontrolle: gedimmt, aus-/ wiedereinschaltend
<2>	Einzelbüro	direkt / indirekt	siehe Zone <1>
<3>	Gruppenbüro	direkt / indirekt	siehe Zone <1>
<4>	Besprechung	direkt / indirekt	siehe Zone <1>
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	direkt / indirekt	siehe Zone <1>
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	direkt / indirekt	manuell, mit Präsenzmelder
<7>	Bibliothek Freihandbereich	direkt / indirekt	siehe Zone <1>
<8>	Verkehrsfläche Forum	direkt	konstant, Tageslichtkontrolle: gedimmt, aus-/ wiedereinschaltend
<9>	Verkehrsfläche TRH	direkt	konstant, manuell
<10>	Verkehrsfläche	direkt	konstant, manuell
<11>	WC, Sanitär	direkt	mit Präsenzmelder
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	direkt	mit Präsenzmelder
<13>	Schacht	-	-
<14>	Lager, Technik, Archiv	direkt	mit Präsenzmelder
<15>	Technikräume niedrig beheizt	direkt	mit Präsenzmelder

Für die Beleuchtung ist der Einsatz von LED-Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) vorgesehen. In den Zonen Forum und Verkehrsflächen mit Windfang sind LED-Lichtbänder geplant.

D.2 RLT-Systeme der Gebäudezonen

Für die RLT-Systeme der Gebäudezonen werden im Rahmen des GEG-Nachweises folgende Angaben nach DIN V 18599 Teil 3 berücksichtigt:

Tabelle 7.3: RLT-Systeme

Zone	Nutzung	Beschreibung / Parameter
<1>	Klassenzimmer	Zu- und Abluftanlage, Steuerung: nutzungsabhängiger, balanciert, keine Feuchteanforderung; WRG 73,6% SFP-Klasse Zuluft: 4 (0,42 W/(m³/h)); SFP-Klasse Abluft: 4 (0,28 W/(m³/h)) Heizregister: Zulufttemperatur: 22 °C
<2>	Einzelbüro	-
<3>	Gruppenbüro	-
<4>	Besprechung	siehe Zone <1>
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	Zu- und Abluftanlage, Steuerung: Konstantvolumenstrom, balanciert, keine Feuchteanforderung; WRG 73,6% SFP-Klasse Zuluft: 4 (0,42 W/(m³/h)); SFP-Klasse Abluft: 4 (0,28 W/(m³/h)) Heizregister: Zulufttemperatur: 22 °C
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	-
<7>	Bibliothek Freihandbereich	siehe Zone <1>
<8>	Verkehrsfläche Forum	siehe Zone <5>
<9>	Verkehrsfläche TRH	-
<10>	Verkehrsfläche	-
<11>	WC, Sanitär	siehe Zone <5>
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	siehe Zone <5>
<13>	Schacht	-
<14>	Lager, Technik, Archiv	-
<15>	Technikräume niedrig beheizt	-

Nach GEG §67 sind Zu- und Abluftanlagen mit einer bedarfsabhängigen Luftvolumenstromregelung gemäß DIN V 18599-7:2011-12 Abschnitt 5.8.1 auszulegen, wenn der Zuluftvolumenstrom je Quadratmeter versorgter Nettogrundfläche 9,0 m³/h überschreitet. Es ist unabhängig von der Regelung und der Nutzungszeit ein gebäudeabhängiger Mindestluftwechsel nach DIN V 18599-7 sicherzustellen. Der personenabhängige Luftvolumenstromanteil darf in Abhängigkeit des Regelkonzeptes verringert werden.

D.3 Klimakältesysteme der Gebäudezonen

Für die Klimakältesysteme der Gebäudezonen werden im Rahmen des GEG-Nachweises folgende Angaben nach DIN V 18599 Teil 7 berücksichtigt:

Tabelle 7.4: Klimakältesysteme

Zone	Nutzung	Beschreibung / Parameter
<1>	Klassenzimmer	-
<2>	Einzelbüro	-
<3>	Gruppenbüro	-
<4>	Besprechung	Raumklimasystem: Ventilatorkonvektor Kaltwasser 10/16°C, bedarfsorientierte Raumkühlung Sekundärventilatoren: Deckenkassetten Kälteverteilung: bedarfsgesteuerte Betriebsweise
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	-
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	-
<7>	Bibliothek Freihandbereich	-
<8>	Verkehrsfläche Forum	-
<9>	Verkehrsfläche TRH	-
<10>	Verkehrsfläche	-
<11>	WC, Sanitär	-
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	siehe Zone <1>
<13>	Schacht	-
<14>	Lager, Technik, Archiv	-
<15>	Technikräume niedrig beheizt	-

Kältespeicherung
Wasserspeicher, Spitzenlastspeicher

Kälteerzeuger
Kompressionskältemaschine; luftgekühlt; Kältemittel R290; EER = 3,10; Kolben-/ Scrollverdichter, taktend

D.4 Warmwassersysteme der Gebäudezonen

Für die Warmwassersysteme der Gebäudezonen werden im Rahmen des GEG-Nachweises folgende Angaben nach DIN V 18599 Teil 8 berücksichtigt:

Tabelle 7.5: Warmwassersysteme

Zone	Nutzung	Beschreibung / Parameter
<1>	Klassenzimmer	-
<2>	Einzelbüro	-
<3>	Gruppenbüro	-
<4>	Besprechung	-
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	vernachlässigt[1]
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	siehe Zone <6>
<7>	Bibliothek Freihandbereich	-
<8>	Verkehrsfläche Forum	-
<9>	Verkehrsfläche TRH	-
<10>	Verkehrsfläche	-
<11>	WC, Sanitär	siehe Zone <6>
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	siehe Zone <6>
<13>	Schacht	-
<14>	Lager, Technik, Archiv	-
<15>	Technikräume niedrig beheizt	-

[1] Gemäß DIN 18599-10:2018-09 Tab.7 kann der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden, wenn der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2kWh je Person und Tag beträgt (entspricht etwa 5l je Person und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C). Dies ist z.B. der Fall bei Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

D.5 Heizsysteme der Gebäudezonen

Für die Heizsysteme der Gebäudezonen werden im Rahmen des GEG-Nachweises folgende Angaben nach DIN V 18599 Teil 5 berücksichtigt:

Tabelle 7.6: Heizsysteme

Zone	Nutzung	Beschreibung / Parameter
<1>	Klassenzimmer	47,5 % über Fußbodenheizung: + Zweirohrnetz – hydraulischer Abgleich mit dynamischen Gruppenabgleich $n_{Heizfläche} \leqslant 10$ + Mindestdämmung nach DIN EN 1264 + Vor- / Rücklauftemperatur 35 °C / 27 °C + Pi-Regler optimiert, nicht zertifiziert + Einzelraumregelsystem eigenständig mit Start/ Stopp (mithilfe Präsenzmelder) 52,5% Teilversorgung mit RLT-Heizregister
<2>	Einzelbüro	100 % über Fußbodenheizung: + Zweirohrnetz – hydraulischer Abgleich mit dynamischen Gruppenabgleich $n_{Heizfläche} \leqslant 10$ + Mindestdämmung nach DIN EN 1264 + Vor- / Rücklauftemperatur 35 °C / 27 °C + Pi-Regler optimiert, nicht zertifiziert + Einzelraumregelsystem eigenständig
<3>	Gruppenbüro	siehe Zone <2>
<4>	Besprechung	siehe Zone <1>
<5>	Sonstige Aufenthaltsräume (Skills Lab)	47,5 % über Fußbodenheizung: + Zweirohrnetz – hydraulischer Abgleich mit dynamischen Gruppenabgleich $n_{Heizfläche} \leqslant 10$ + Mindestdämmung nach DIN EN 1264 + Vor- / Rücklauftemperatur 35 °C / 27 °C + Pi-Regler optimiert, nicht zertifiziert + Einzelraumregelsystem eigenständig 52,5% Teilversorgung mit RLT-Heizregister
<6>	Nebenflächen ohne Aufenthalt	siehe Zone <2>
<7>	Bibliothek Freihandbereich	siehe Zone <1>
<8>	Verkehrsfläche Forum	siehe Zone <5>

<9>	Verkehrsfläche TRH	100 % über Heizkörper: + Zweirohrnetz – hydraulischer Abgleich mit statischen Gruppenabgleich $n_{Heizfläche} \leqslant 10$ + Mindestdämmung nach DIN EN 1264 + Vor- / Rücklauftemperatur 45 °C / 35 °C + Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert + Einzelraumregelsystem eigenständig
<10>	Verkehrsfläche	siehe Zone <2>
<11>	WC, Sanitär	siehe Zone <5>
<12>	Technikräume (mech. belüftet)	siehe Zone <5>
<13>	Schacht	indirekt beheizte Zone
<14>	Lager, Technik, Archiv	siehe Zone <2>
<15>	Technikräume niedrig beheizt	indirekt beheizte Zone

Wärmeversorgung:

Nahwärme $f_P \leqslant 0{,}52$, krankenhauseigene KWK-Anlage des Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau mit direkten Gebäudeleitungen an die Verbraucher der Liegenschaft, Dämmklasse 3, Umgebungstemperatur am Aufstellort 13°C, Vorlauftemperaturregelung in der Hausstation

Das bescheinigte Zertifikat wird von dem Energieträger nach Inbetriebnahme der Anlagen nachgereicht.

D.6 Energieerzeugende Systeme

Nach GEG darf erzeugter Strom vom ermittelten Endenergiebedarf abgezogen werden, wenn dieser im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zum Gebäude erzeugt wird und vorrangig in dem Gebäude nach Erzeugung oder vorübergehender Speicherung selbst genutzt wird.

Im Rahmen der energetischen Bilanzierung wird der erzeugte Strom entsprechend der Anforderungen des GEG §23 nach DIN V 18599 bilanziert und bei der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs mitberücksichtigt.

PV-Generatorfläche: Gesamtfläche 219,8 m²

Anzahl der PV-Module 110

Ausrichtung: Südost-Südwest

Aufstellwinkel: 15 °

Leistung Photovoltaik-Anlage: Gesamt 40 kWp

E Vorläufiger Energieausweis

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Gültig bis: **16.05.2035** **Registriernummer:** 1

Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Schulen	
Adresse	Stadtrandstraße 555 13589 Berlin	
Gebäudeteil [2]	Ganzes Gebäude	
Baujahr Gebäude [3]	2025	
Baujahr Wärmeerzeuger [3, 4]	2025	
Nettogrundfläche [5]	2.733	
Wesentliche Energieträger für Heizung [3]	Nah-/Fernwärme KWK fossil	
Wesentliche Energieträger für Warmwasser [3]	Nah-/Fernwärme KWK fossil	
Erneuerbare Energien [3]	Art: Ersatzmaßnahme Nahwärme	Verwendung: keine
Art der Lüftung [3]	☑ Fensterlüftung ☐ Schachtlüftung	☑ Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ☐ Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
Art der Kühlung [3]	☐ Passive Kühlung ☐ Gelieferte Kälte	☑ Kühlung aus Strom ☐ Kühlung aus Wärme
Inspektionspflichtige Klimaanlagen [6]	Anzahl:	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion:
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☑ Neubau ☐ Vermietung/Verkauf	☐ Modernisierung (Änderung/Erweiterung) ☐ Aushangpflicht ☐ Sonstiges (freiwillig)

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche**. Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

☑ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises **(Erläuterungen – siehe Seite 5)**.

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☑ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)
René Kronenberg
Krebs + Kiefer Ingenieure GmbH
Altmarkt 10a
01067 Dresden

KREBS+KIEFER

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 16.05.2025

[1] Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG
[2] nur im Fall des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG
[3] Mehrfachangaben möglich
[4] bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation
[5] Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte/gekühlte Teil der Nettogrundfläche
[6] Klimaanlagen oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlagen im Sinne des § 74 GEG

Vorschau

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

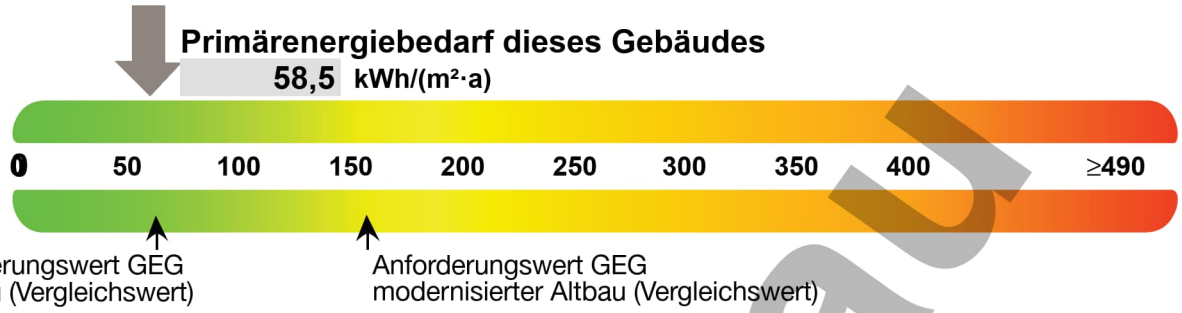
Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Registriernummer:

2

Primärenergiebedarf

Treibhausgasemissionen 24,75 **kg CO_2-Äquivalent /(m²·a)**



Anforderungen gemäß GEG [2]

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 58,5 kWh/(m²·a) Anforderungswert 63,8 kWh/(m²·a)

☑ Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten eingehalten

☑ Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- ☑ Verfahren nach § 21 GEG
- ☐ Verfahren nach § 32 GEG („Ein-Zonen-Modell")
- ☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG
- ☐ Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m²·a) für Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung [3]	Kühlung einschl. Befeuchtung	**Gebäude insgesamt**
Nah-/Fernwärme aus KWK, fossiler Brennstoff (Stein-/Braunkohle) bzw. Energieträger	65,9	0	0	0	0	65,9

☑ weitere Einträge in Anlage

Endenergiebedarf Wärme [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **66 kWh/(m²·a)**

Endenergiebedarf Strom [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **13 kWh/(m²·a)**

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien

Nutzung erneuerbarer Energien[3]: ⊙ für Heizung ⊙ für Warmwasser

☑ **Nutzung zur Erfüllung der 65%-EE-Regel gemäß § 71 Absatz 1 in Verbindung mit Absatz 2 oder 3 GEG**

☑ Erfüllung der 65%-EE-Regel durch pauschale Erfüllungsoptionen nach § 71 Absatz 1,3,4 und 5 in Verbindung mit § 71b bis h GEG [4]

- ⊙ Hausübergabestation (Wärmenetz) (§ 71b)
- ○ Wärmepumpe (§ 71c)
- ○ Stromdirektheizung (§ 71d)
- ○ Solarthermische Anlage (§ 71e)
- ○ Heizungsanlage für Biomasse oder Wasserstoff/-derivate (§ 71f,g)
- ○ Wärmepumpen-Hybridheizung (§ 71h)
- ○ Solarthermie-Hybridheizung (§ 71h)
- ○ Dezentrale, elektrische Warmwasserbereitung (§ 71 Absatz 5)

☐ Erfüllung der 65%-EE-Regel auf Grundlage einer Berechnung im Einzelfall nach § 71 Absatz 2 GEG:

Art der erneuerbaren Energie:	Anteil Wärmebereitstellung [6]:	Anteil EE [7] der Einzelanlage:	Anteil EE [7] aller Anlagen [8]:
	%	%	%
	%	%	%
		Summe [9]:	%

☐ Nutzung bei Anlagen, für die die 65%-EE–Regel nicht gilt [10]:

Art der erneuerbaren Energie:	Anteil EE [11]:
	%
	%
Summe [9]:	%

☐ weitere Einträge und Erläuterungen in der Anlage

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m²]	Anteil [%]
1	Klassenzimmer	590	22
2	Einzelbuero	34	1
3	Gruppenbuero	272	10
4	Besprechung	211	8
5	Sonstige Aufenthaltsräume	200	7

☑ weitere Einträge in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises
[2] nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 80 Absatz 2 GEG
[3] nur Hilfsenergiebedarf
[4] Mehrfachnennungen möglich
[5] EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus
[6] Anteil der Einzelanlage an der Wärmebereitstellung aller Anlagen
[7] Anteil EE an der Wärmebereitstellung der Einzelanlage/aller Anlagen
[8] nur bei einem gemeinsamen Nachweis mit mehreren Anlagen
[9] Summe einschließlich gegebenenfalls weiterer Einträge in der Anlage
[10] Anlagen, die vor dem 1. Januar 2024 zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude eingebaut oder aufgestellt worden sind oder einer Übergangsregelung unterfallen, gemäß Berechnung im Einzelfall
[11] Anteil EE an der Wärmebereitstellung oder dem Wärme-/Kälteenergiebedarf

Vorschau

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Registriernummer:

3

Endenergieverbrauch



☐ Warmwasser enthalten
☐ Kühlung enthalten

Vergleichswert dieser Gebäudekategorie für Heizung und Warmwasser [2]



Vergleichswert dieser Gebäudekategorie für Strom [2]

Der Wert enthält den Stromverbrauch für

☐ Zusatzheizung ☐ Warmwasser ☐ Lüftung ☐ eingebaute Beleuchtung ☐ Kühlung ☐ Sonstiges

Verbrauchserfassung

Zeitraum von	Zeitraum bis	Energieträger [3]	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch Wärme [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Kälte [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauch Strom [kWh]

☐ weitere Einträge in Anlage

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

Treibhausgasemissionen dieses Gebäudes (in CO_2-Äquivalenten) kg/(m²·a)

Gebäudenutzung

Gebäudekategorie/ Nutzung	Flächenanteil [%]	Vergleichswerte [2] Wärme	Vergleichswerte [2] Strom

☐ weitere Einträge in Anlage

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch das GEG vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche. Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens von den angegebenen Kennwerten ab.

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises
[2] Gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und vom Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat bekanntgemacht im Bundesanzeiger (§ 85 Absatz 3 Nummer 6 GEG); veröffentlicht auch unter www.bbsr-energieeinsparung.de
[3] gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge in kWh

Vorschau

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Empfehlungen des Ausstellers

Registriernummer:

4

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz sind ☐ möglich ☑ nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten	empfohlen		(freiwillige Angaben)	
			in Zusammenhang mit größerer Modernisierung	als Einzelmaßnahme	geschätzte Amortisationszeit	geschätzte Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		
			☐	☐		

☐ weitere Einträge in Anlage

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Genauere Angaben zu den Empfehlungen sind erhältlich bei/unter: https://www.bbsr-geg.bund.de

Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

keine

Vorschau

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Erläuterungen

Angabe Gebäudeteil - Seite 1

Bei Nichtwohngebäuden, die zu einem nicht unerheblichen Anteil zu Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstellung des Energieausweises gemäß § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Nichtwohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 106 GEG). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe „Gebäudeteil“ deutlich gemacht.

Erneuerbare Energien - Seite 1

Hier wird darüber informiert, wofür und in welcher Art erneuerbare Energien genutzt werden. Bei Neubauten und ggf. bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes enthält Seite 2 (Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien) dazu weitere Angaben.

Energiebedarf - Seite 2

Der Energiebedarf wird hier durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf für die Anteile Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und von der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf - Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie mithilfe von Primärenergiefaktoren auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Die angegebenen Vergleichswerte geben für das Gebäude die Anforderungen des GEG an, das zum Zeitpunkt der Ausstellung des Energieausweises galt. Sie sind im Fall eines Neubaus oder einer Modernisierung des Gebäudes, die nach den Vorgaben des § 50 Absatz 1 Nummer 2 GEG durchgeführt wird, einzuhalten. Bei Bestandsgebäuden dienen sie zur Orientierung hinsichtlich der energetischen Qualität des Gebäudes.

Der Endwert der Skala zum Primärenergiebedarf beträgt, auf die Zehnerstelle gerundet, das Dreifache des Vergleichswerts „Anforderungswert GEG modernisierter Altbau“ (Anforderung gemäß § 50 Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a GEG).

Wärmeschutz - Seite 2

Das GEG stellt bei Neubauten und bestimmten baulichen Änderungen auch Anforderungen an die energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) sowie bei Neubauten an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf - Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude unter Annahme von standardisierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf, die notwendige Lüftung und eingebaute Beleuchtung sichergestellt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Erfüllung der 65%-EE-Regel - Seite 2

§ 71 Absatz 1 GEG sieht vor, dass Heizungsanlagen, die zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude eingebaut oder aufgestellt werden, grundsätzlich zu mindestens 65 Prozent mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Die 65%-EE-Regel gilt ausdrücklich nur für neu eingebaute oder aufgestellte Heizungen und überdies nach Maßgabe eines Systems von Übergangsregeln nach den §§ 71 ff. GEG. In dem Feld „Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien“ kann für Anlagen, die den §§ 71 ff. GEG bereits unterfallen, die Erfüllung per Nachweis im Einzelfall oder per pauschaler Erfüllungsoption ausgewiesen werden. Für Bestandsanlagen, auf die §§ 71 ff. nicht anzuwenden sind oder für die Übergangsregelungen nach § 71 Absatz 8, 9 oder § 71i - § 71m GEG oder sonstige Ausnahmen gelten, können die zur Wärmebereitstellung eingesetzten erneuerbaren Energieträger aufgeführt und kann jeweils der prozentuale Anteil an der Wärmebereitstellung des Gebäudes ausgewiesen werden.

Endenergieverbrauch - Seite 3

Die Angaben zum Endenergieverbrauch von Wärme und Strom werden für das Gebäude auf der Basis der Abrechnungen von Heizkosten bzw. der Abrechnungen von Energielieferanten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Nutzeinheiten zugrunde gelegt. Die so ermittelten Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Nettogrundfläche nach dem GEG. Der erfasste Energieverbrauch für die Heizung wird anhand der konkreten örtlichen Wetterdaten und mithilfe von Klimafaktoren auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. Die Angaben zum Endenergieverbrauch geben Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich. Der tatsächliche Verbrauch einer Nutzungseinheit oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens oder sich ändernder Nutzungen vom angegebenen Endenergieverbrauch ab.
Im Fall längerer Leerstände wird hierfür ein pauschaler Zuschlag rechnerisch bestimmt und in die Verbrauchserfassung einbezogen. Ob und inwieweit derartige Pauschalen in die Erfassung eingegangen sind, ist der Tabelle „Verbrauchserfassung“ zu entnehmen.
Die Vergleichswerte ergeben sich durch die Beurteilung gleichartiger Gebäude. Kleinere Verbrauchswerte als der Vergleichswert signalisieren eine gute energetische Qualität im Vergleich zum Gebäudebestand dieses Gebäudetyps. Die Endwerte der beiden Skalen zum Endenergieverbrauch betragen, auf die Zehnerstelle gerundet, das Doppelte des jeweiligen Vergleichswerts.

Primärenergieverbrauch - Seite 3

Der Primärenergieverbrauch geht aus dem für das Gebäude insgesamt ermittelten Endenergieverbrauch für Wärme und Strom hervor. Wie der Primärenergiebedarf wird er mithilfe von Primärenergiefaktoren ermittelt, die die Vorkette der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

Treibhausgasemissionen - Seite 2 und 3

Die mit dem Primärenergiebedarf oder dem Primärenergieverbrauch verbundenen Treibhausgasemissionen des Gebäudes werden als äquivalente Kohlendioxidemissionen ausgewiesen.

Pflichtangaben für Immobilienanzeigen - Seite 2 und 3

Nach dem GEG besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 87 Absatz 1 und 2 GEG genannten Angaben zu machen. Die dafür erforderlichen Angaben sind dem Energieausweis zu entnehmen, je nach Ausweisart der Seite 2 oder 3.

Vorschau

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Anlage Endenergiebedarf

Registriernummer:

6

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m²·a) für Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung [2]	Kühlung einschl. Befeuchtung	**Gebäude insgesamt**
Strom netzbezogen	0	0	3,1	0	0,5	3,6
Strom netzbezogen	0,3	0	0	9,3	0,2	9,8

Vorschau

☐ weitere Einträge in Anlage

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises
[2] nur Hilfsenergiebedarf

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Anlage Gebäudezonierung

Registriernummer:

7

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m²]	Anteil [%]
6	Nebenflaechen ohne Aufenthalt	18	1
7	Bibliothek Freihandbereich	65	2
8	Verkehrsfläche Forum	610	23
9	Verkehrsfläche TRH	172	6
10	Verkehrsfläche	71	3
11	WC, Sanitär	154	6
12	Technikräume (mech. belüftet)	90	3
13	Schacht	18	1
14	Lager, Technik, Archiv	79	3
15	Technikräume niedrig beheizt	106	4

Vorschau

☐ weitere Einträge in Anlage

[1] siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom [1] 16.10.2023

Gültig bis: **16.05.2035** **Registriernummer:** **Aushang**

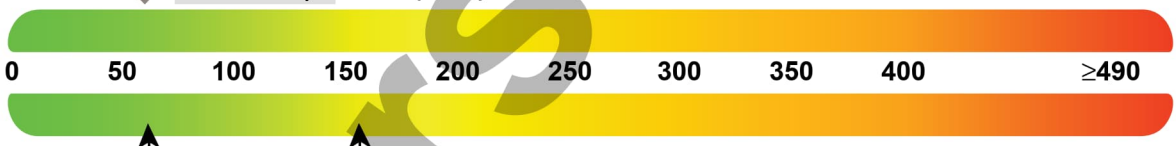
Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Schulen	
Adresse	Stadtrandstraße 555 13589 Berlin	
Gebäudeteil	Ganzes Gebäude	
Baujahr Gebäude	2025	
Nettogrundfläche	2.733	
Wesentliche Energieträger für Heizung	Nah-/Fernwärme KWK fossil	
Wesentliche Energieträger für Warmwasser	Nah-/Fernwärme KWK fossil	
Art der Lüftung	☑ Fensterlüftung ☐ Schachtlüftung	☑ Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ☐ Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
Art der Kühlung	☐ Passive Kühlung ☐ Gelieferte Kälte	☑ Kühlung aus Strom ☐ Kühlung aus Wärme
Erneuerbare Energien	Art: Ersatzmaßnahme Nahwärme	Verwendung: keine

Primärenergiebedarf

Treibhausgasemissionen 24,75 **kg CO_2-Äquivalent /(m²·a)**

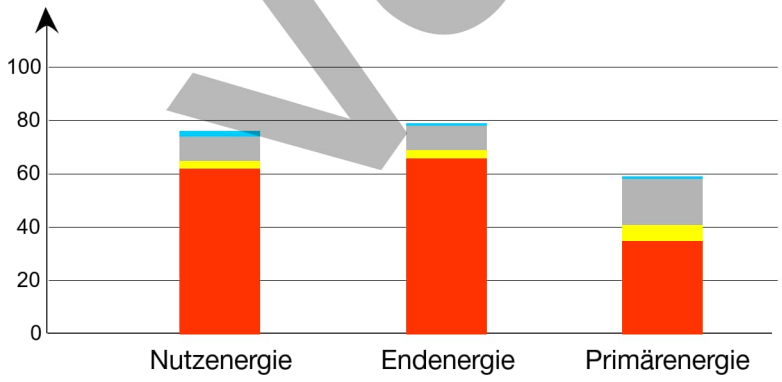
Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
58,5 kWh/(m²·a)



Anforderungswert GEG Neubau (Vergleichswert)

Anforderungswert GEG modernisierter Altbau (Vergleichswert)

Aufteilung Energiebedarf



- Kühlung einschließlich Befeuchtung
- Lüftung
- Eingebaute Beleuchtung
- Warmwasser
- Heizung

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)
René Kronenberg
Krebs + Kiefer Ingenieure GmbH
Altmarkt 10a
01067 Dresden

KREBS+KIEFER

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 16.05.2025

[1] Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

Vorschau

F Gebäudeberechnung

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: SGP

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 "Gebäude"

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: Referenzgebäude.dwe

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

.....

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

Betrachtungsmonat Januar, ϑ_e = 1,0 °C

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m²	V_i m³
Klassenzimmer	208 Klassenzimme	200	19,6	17,4	590	1764
Einzelbuero	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	34	106
Gruppenbuero	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,3	272	855
Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	211	644
Sonstige Aufenthaltsräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	200	598
Nebenflaechen ohne Aufentha	218 Nebenflächen	250	20,0	17,2	18	56
Bibliothek Freihandbereich	229 Bibliothek	300	20,0	17,3	65	203
Verkehrsfläche Forum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,5	610	2528
Verkehrsfläche TRH	219 Verkehrsfläc	250	20,0	17,3	172	604
Verkehrsfläche	219 Verkehrsfläc	250	20,0	17,3	71	218
WC, Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,3	154	465
Technikräume (mech. belüfte	220 Lager, Techn	250	20,1	17,4	90	313
Schacht	220 Lager, Techn	250	16,1	13,9	18	201
Lager, Technik, Archiv	220 Lager, Techn	250	20,1	17,4	79	242
Technikräume niedrig beheiz	220 Lager, Techn	250	16,3	14,1	106	354
					2.689	9.150

Gebäude, A_{NGF} = 2689,5 m² (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10
t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr ⇒ Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen
ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb
$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb
$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabsenkung
ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Hüllfläche	Zone	A m²	U W/(m²K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Dämmwerk-Flächenimport						
Bezeichnung						
Klassenzimmer						
1 FAW S-O	1:0	92,8	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	24,8
2 FF S-O	1:0	40,0	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	48,0
3 FF S-O	1:0	11,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	13,9
4 FF S-O	1:0	8,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	10,4
5 FAW N-O	1:0	68,4	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	18,3
6 FF S-O	1:0	11,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	13,9
7 FAW S-W	1:0	69,5	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	18,6
8 FF S-W	1:0	6,1	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	7,3
9 FF S-W	1:0	21,2	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	25,5
10 FF S-W	1:0	13,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	16,0
11 FF S-W	1:0	4,1	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,9
12 FF S-W	1:0	3,9	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,7
13 FDE	1:0	19,5	0,24 H6	1,00 F_e	50 82	4,7
14 FAW N-W	1:0	39,9	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	10,6
15 FF N-W	1:0	20,0	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	24,0
16 FF N-W	1:0	5,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	6,8
17 FF N-W	1:0	3,9	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,7
18 FF N-W	1:0	4,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	5,2
19 FF N-W	1:0	6,1	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	7,3
20 FF N-W	1:0	7,8	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	9,4
21 FG	1:0	39,3	0,31 H2	0,60 F_{fb}	74 50 19 25	7,4
22 FG	1:0	102,4	0,31 H1	0,60 F_{fb}	50 19 25 14	19,3
Einzelbuero						
1 FAW S-O	2:0	35,5	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	9,5
2 FAW S-W	2:0	6,9	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	1,8
3 FF S-W	2:0	4,1	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,9
4 FF S-W	2:0	3,9	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,7
5 FF S-W	2:0	3,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,4
6 FD	2:0	40,0	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	6,2
Gruppenbuero						
1 FAW N-O	3:0	52,9	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	14,1
2 FF N-O	3:0	11,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	14,1
3 FF N-O	3:0	12,2	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	14,6
4 FD	3:0	308,4	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	48,1
5 FAW S-W	3:0	36,8	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	9,8
6 FF S-W	3:0	16,2	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	19,5

7 FF S-W	3:0	15,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	18,8
8 FAW S-O	3:0	41,9	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	11,2
9 FF S-O	3:0	26,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	32,0
10 FF S-O	3:0	11,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	13,9
Besprechung						
1 FG	4:0	63,8	0,31 H1	0,60 F_{fb}	50 19 25 14	12,0
2 FAW N-O	4:0	51,6	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	13,8
3 FF N-O	4:0	23,5	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	28,2
4 FF N-O	4:0	24,4	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	29,2
5 FAW N-W	4:0	20,3	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	5,4
6 FF N-W	4:0	10,0	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	12,0
7 FF N-W	4:0	4,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	5,2
8 FF N-W	4:0	5,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	6,8
9 FF N-W	4:0	3,9	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,7
10 FD	4:0	91,5	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	14,3
11 FG	4:0	9,1	0,31 H2	0,60 F_{fb}	74 50 19 25	1,7
Sonstiger Aufenthalt						
1 FG	5:0	70,6	0,31 H2	0,60 F_{fb}	74 50 19 25	13,3
2 FG	5:0	154,0	0,31 H1	0,60 F_{fb}	50 19 25 14	29,0
3 FAW S-W	5:0	54,8	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	14,6
4 FF S-W	5:0	16,2	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	19,5
5 FF S-W	5:0	15,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	18,8
6 FAW S-O	5:0	40,2	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	10,7
7 FF S-W	5:0	3,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,4
8 FF S-W	5:0	3,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,0
9 FF S-O	5:0	2,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	3,1
10 FF S-O	5:0	3,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,0
Nebenflaechen o A						
1 FAW N-O	6:0	8,5	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	2,3
2 FF N-O	6:0	7,8	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	9,4
3 FF N-O	6:0	5,5	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	6,6
4 FD	6:0	11,2	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	1,7
Bibliothek Freihandberei						
1 FAW S-W	7:0	35,5	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	9,5
2 FAW N-W	7:0	19,6	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	5,2
3 FF N-W	7:0	6,7	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	8,0
4 FF N-W	7:0	3,2	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	3,8
5 FF N-W	7:0	6,1	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	7,3
6 FD	7:0	72,8	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	11,4
1 FAW N-W	8:0	6,4	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	1,7
2 FF N-W	8:0	3,5	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	4,1
3 FF N-W	8:0	1,4	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	1,6
4 FAW N-O	8:0	26,0	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	6,9
5 FF N-O	8:0	5,2	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	6,3
6 FF N-O	8:0	17,3	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	20,7
7 FAW S-O	8:0	6,4	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	1,7
8 FF S-O	8:0	3,5	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	4,1
9 FF S-O	8:0	1,4	1,20 T3	1,00 F_F	73 50 02	1,7
10 FD	8:0	27,8	0,24 H5	1,00 F_D	02 50	6,6
11 FAW S-W	8:0	7,4	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	2,0
12 FD	8:0	12,0	0,16 H3	1,00 F_D	02 50	1,9
13 FF N	8:0	15,3	1,80 T2	1,00 F_F	71 50 02	27,5
14 FF N	8:0	3,6	1,80 T2	1,00 F_F	71 50 02	6,5
15 FD	8:0	208,0	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	32,5

16 FG	8:0	226,0	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	42,6
17 FG	8:0	35,5	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	6,7
18 FAWT N-O	8:0	3,8	1,60	T4	1,00	F_F	09	50	02		6,0
19 FF N-O	8:0	2,9	1,20	T1	1,00	F_F	50	02			3,5
1 FD	9:0	62,1	0,16	H3	1,00	F_D	02	50			9,9
2 FF N	9:0	1,8	1,80	T6	1,00	F_F	72	50	02		3,3
3 FAW N-W	9:0	4,5	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			1,2
4 FF N-W	9:0	32,4	1,00	T5	1,00	F_F	75	50	02		32,4
5 FAW S-O	9:0	4,2	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			1,1
6 FF S-O	9:0	30,4	1,00	T5	1,00	F_F	75	50	02		30,4
7 FAW S-O	9:0	3,9	1,00	V5	1,00	F_{AW}	60	75	02	50	3,9
8 FAW N-W	9:0	4,1	1,00	V5	1,00	F_{AW}	60	75	02	50	4,1
9 FG	9:0	17,3	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	3,3
10 FG	9:0	46,7	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	8,8
11 FAW S-W	9:0	10,6	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			2,8
12 FAWT N-W	9:0	3,8	1,60	T4	1,00	F_F	09	50	02		6,0
13 FAWT S-O	9:0	3,0	1,60	T4	1,00	F_F	09	50	02		4,8
1 FD	10:0	52,0	0,16	H4	1,00	F_D	02	50			8,1
2 FAW N-O	10:0	10,3	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			2,8
3 FG	10:0	22,1	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	4,2
4 FAW N-W	10:0	7,9	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			2,1
5 FAWT N-W	10:0	6,7	1,60	T4	1,00	F_F	09	50	02		10,7
6 FF N-W	10:0	13,4	1,20	T1	1,00	F_F	50	02			16,1
7 FG	10:0	0,8	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	0,2
WC Sanitaer											
1 FAW N-O	11:0	110,8	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			29,6
2 FD	11:0	38,0	0,16	H4	1,00	F_D	02	50			5,9
3 FAW N-W	11:0	90,5	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			24,2
4 FG	11:0	93,9	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	17,7
5 FG	11:0	12,5	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	2,3
6 FF N-W	11:0	7,3	1,20	T1	1,00	F_F	50	02			8,7
L,T,A belueftet											
1 FD	12:0	9,1	0,16	H3	1,00	F_D	02	50			1,5
2 FG	12:0	53,6	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	10,1
3 FAW S-W	12:0	34,2	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			9,1
4 FAW N-W	12:0	18,3	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			4,9
5 FAWT N-W	12:0	8,7	1,60	T4	1,00	F_F	09	50	02		13,9
6 FG	12:0	16,7	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	3,1
Schacht											
#1 Fbf	13:0	6,7	3,03	H7	0,20	F_{fb}	74	50	19	26	4,0
2 Fbw S-W	13:0	4,9	0,32	V2	0,65	F_{wb}	50	19	26	13	1,0
3 Fbw N-W	13:0	4,2	0,32	V2	0,65	F_{wb}	50	19	26	13	0,9
4 Fbw N-O	13:0	4,9	0,32	V2	0,65	F_{wb}	50	19	26	13	1,0
5 Fbw S-O	13:0	4,2	0,32	V2	0,65	F_{wb}	50	19	26	13	0,9
6 FAW N-W	13:0	11,9	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			3,2
7 FD	13:0	6,8	0,24	H5	1,00	F_D	02	50			1,6
8 FD	13:0	17,4	0,16	H3	1,00	F_D	02	50			2,8
9 FAW N-O	13:0	3,8	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			1,0
10 FG	13:0	5,3	0,31	H1	0,60	F_{fb}	50	19	25	14	1,0
11 FG	13:0	4,7	0,31	H2	0,60	F_{fb}	74	50	19	25	0,9
12 FAW S-W	13:0	1,0	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			0,3
Lager, Technik, Archiv											
1 FAW N-W	14:0	7,8	0,27	V1	1,00	F_{AW}	02	50			2,1
2 FF N-W	14:0	3,6	1,20	T1	1,00	F_F	50	02			4,4

3 FD	14:0	36,7	0,16 H4	1,00 F_D	02 50	5,7
4 FF N	14:0	2,7	1,80 T6	1,00 F_F	72 50 02	4,9
5 FAW S-W	14:0	14,6	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	3,9
6 FF S-W	14:0	7,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	8,7
7 FAW S-O	14:0	6,0	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	1,6
8 FF S-O	14:0	2,6	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	3,1
9 FF S-O	14:0	3,3	1,20 T1	1,00 F_F	50 02	4,0
L,T,A niedrig beheizt						
1 FAW S-O	15:0	14,9	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	4,0
2 FAW S-W	15:0	26,8	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	7,2
3 FAWT S-W	15:0	10,2	1,60 V3	1,00 F_{AW}	09 02 50	16,3
4 FD	15:0	38,4	0,24 H5	1,00 F_D	02 50	9,1
5 FAW N-W	15:0	6,6	0,27 V1	1,00 F_{AW}	02 50	1,8
6 FD	15:0	4,0	0,16 H3	1,00 F_D	02 50	0,6
7 FG	15:0	59,1	0,31 H2	0,60 F_{fb}	74 50 19 25	11,1
	Σ A [m²] =	3.843,2			Σ H_T [W/K] =	1.432,5

1. Bodenplattenmaß B´ (25) = A_G / (0.5 P) = 1040,65 / 67,86 = 15,33 m
2. Bodenplattenmaß B´ (26) = 7,36/(0.5*10,85) = 1,36 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).
09 Außentür
82 Geschossdecke gegen Außenluft
12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
13 Wand des beheizten Kellers.
14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
19 Temperatur-Korrekturfaktoren Fx für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B´ nach EN ISO 13370.
26 Fx-Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.
50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
60 opakes Bauteil mit solaren Wärmeeinträgen
71 Glasdach
72 Lichtkuppel
73 Lichtband
75 Vorhangfassade
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
$H_{T,WB}$ = 384,3 W/K (26,8 %, 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	Σ H_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
Klassenzimmer	339	27	0	366	0	0
Einzelbuero	41	0	0	41	0	0
Gruppenbuero	250	0	0	250	0	0
Besprechung	150	14	0	164	0	0
Sonstige Aufenthaltsräume	116	42	0	158	0	0
Nebenflaechen ohne Aufent	23	0	0	23	0	0

Bibliothek Freihandbereic	60	0	0	60	0	0
Verkehrsfläche Forum	197	49	0	246	0	0
Verkehrsfläche TRH	123	12	0	135	0	0
Verkehrsfläche	51	4	0	55	0	0
WC, Sanitär	104	20	0	124	0	0
Technikräume (mech. belüf	43	13	0	57	0	0
Schacht	16	10	0	26	0	0
Lager, Technik, Archiv	47	0	0	47	0	0
Technikräume niedrig behe	55	11	0	66	0	0
	1614	203		1817		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + Fx * H_{T,iu} + Fx * H_{T,S}) / A = 1.816,9 / 3.843,2 =$ **0,47 W/(m²K)**

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max}	Ti ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	Ti < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen T_i ≥ 19°C		0,20	1,22	1,00	1,45
Zonen T_i < 19°C		0,31			

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 1,22 W/(m²K) = 1,50 W/(m²K) -18,6%

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil		U-Wert W/(m²K)	U/U_{EnEV}	Fläche A m²		HT W/K	
Bodenplatte gedämmt (H1)	*H1*	0,31		577	15 %	109	8 %
Bodenplatte gedämmt (Kernz	*H2*	0,31		456	12 %	86	6 %
Dach (H3)	*H3*	0,16		105	3 %	17	1 %
Dach + Abhangdecke (H4)	*H4*	0,16		859	22 %	134	9 %
Dach DG-Technik (H5)	*H5*	0,24		73	2 %	17	1 %
Decke nach unten gegen Auß	*H6*	0,24		20	1 %	5	0 %
Bodenplatte Aufzugunterfah	*H7*	3,03		7	0 %	4	0 %
Fenster (T1)	*T1*	1,20		460	12 %	553	39 %
Oberlicht Glasdach (T2)	*T2*	1,80		19	0 %	34	2 %
Oberlicht Lichtband (T3)	*T3*	1,20		32	1 %	39	3 %
Außentür transparent (T4)	*T4*	1,60		26	1 %	41	3 %
Posten-Riegel-Fassade (T5)	*T5*	1,00		63	2 %	63	4 %
Lichtkuppel / Dachausstieg	*T6*	1,80		5	0 %	8	1 %
Außenwand (V1)	*V1*	0,27		1106	29 %	295	21 %
Außenwand Aufzugsunterfahr	*V2*	0,32		18	0 %	4	0 %
Außentür opak (V3)	*V3*	1,60	89 %	10	0 %	16	1 %
PRF - opakes Element (V5)	*V5*	1,00	56 %	8	0 %	8	1 %
				3843	100 %	1.433	100 %

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

.....

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), n_{50} = 1,00 h^{-1}
Nettoraumvolumen > 1.500 m^3 $\Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2*3843 / 9150 = 0,84$ (Gl.68)

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (zeitabhängige, raumweise Steuerung) für die Zonen Klassenzimmer, Besprechung, Sonstige Aufenthaltsräume, Bibliothek Freihandbereich, Verkehrsfläche Forum, WC Sanitär, Technikräume (mech. belüftet)
und mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung (Gassensoren) für die Zonen Klassenzimmer, Besprechung, Bibliothek Freihandbereich

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50}	V_A/V_{dc}	Luftwechsel n_{nutz}	n_{inf}	Fenster n_{win}	Lüftungsanlage $n_{m,ZUL}$	$t_{V,m}$
		h^{-1}	$m^3/(m^2h)$	h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h/d
Klassenzimmer	-	0,68	7,56	2,53	0,05	0,10	2,53	9
Einzelbuero	-	1,78	4,00	1,27	0,12	0,58	-	-
Gruppenbuero	-	1,25	4,00	1,27	0,09	0,60	-	-
Besprechung	-	0,96	5,63	1,84	0,07	0,10	1,84	13
Sonstige Aufenthal	-	1,22	6,10	2,04	0,09	0,10	2,04	13
Nebenflaechen ohne	-	1,19	0,15	0,05	0,08	0,10	-	-
Bibliothek Freihan	-	1,42	2,00	0,64	0,10	0,10	0,64	14
Verkehrsfläche For	-	0,49	6,10	1,47	0,03	0,10	1,47	13
Verkehrsfläche TRH	-	0,75	0,00	0,00	0,05	0,10	-	-
Verkehrsfläche	-	1,04	0,00	0,00	0,07	0,10	-	-
WC, Sanitär	-	1,52	15,00	4,97	0,11	0,10	4,96	13
Technikräume (mech	-	0,90	0,15	0,04	0,06	0,10	0,04	13
Schacht	-	0,75	0,15	0,01	0,05	0,10	-	-
Lager, Technik, Ar	-	0,70	0,15	0,05	0,05	0,10	-	-
Technikräume niedr	-	0,90	0,15	0,04	0,06	0,10	-	-
$\Rightarrow$ WE-Betrieb ...								
Klassenzimmer			0,00	0,00	0,05	0,10		
Einzelbuero			0,00	0,00	0,12	0,10		
Gruppenbuero			0,00	0,00	0,09	0,10		
Besprechung			0,00	0,00	0,07	0,10		
Sonstige Aufenthaltsräume			0,00	0,00	0,09	0,10		
Nebenflaechen ohne Aufenthalt			0,00	0,00	0,08	0,10		
Bibliothek Freihandbereich			0,00	0,00	0,10	0,10		
Verkehrsfläche Forum			0,00	0,00	0,03	0,10		
Verkehrsfläche TRH			0,00	0,00	0,05	0,10		
Verkehrsfläche			0,00	0,00	0,07	0,10		
WC, Sanitär			0,00	0,00	0,11	0,10		
Technikräume (mech. belüftet)			0,00	0,00	0,06	0,10		
Schacht			0,00	0,00	0,05	0,10		
Lager, Technik, Archiv			0,00	0,00	0,05	0,10		
Technikräume niedrig beheizt			0,00	0,00	0,06	0,10		

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 4462 / 4462 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG73,
Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1187 / 1187 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG73,
Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1221 / 1221 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG73,
Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 129 / 129 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG73,

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3720 / 3720 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG73,
Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2309 / 2309 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG73,
Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 14 / 14 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG73,

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * A_{NGF} / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
n_{inf} = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} * (1 + (1 - f_e) * $t_{V,mech}$ / 24) mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min}$ + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = $n_{win,min}$ + $\Delta n_{win,mech}$ * $t_{V,mech}$ / 24
mit $n_{win,min}$ = 0.1, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77
Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 2 / 3 /
Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2)* n_{inf} -0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 $\Rightarrow$ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} -0.1
n_{mech} = $n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
Volumenströme V_{mech} und V* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	$H_{V,z,Jan}$ W/K	$H_{V,inf}$ W/K	$H_{V,win}$ W/K	Σ H_V W/K	$H_{V,mech}$ W/K	$\vartheta_{V,Jan}$ °C
Klassenzimmer	1.764	0	29	60	89	569	22,0
Einzelbuero	106	0	4	21	25	0	
Gruppenbuero	855	0	25	174	199	0	
Besprechung	644	0	15	22	37	219	22,0
Sonstige Aufenthalts	598	0	17	20	38	225	22,0
Nebenflaechen ohne A	56	0	2	2	3	0	
Bibliothek Freihandb	203	0	7	7	14	26	22,0
Verkehrsfläche Forum	2.528	0	29	86	115	685	22,0
Verkehrsfläche TRH	604	0	11	21	31	0	
Verkehrsfläche	218	0	5	7	13	0	
WC, Sanitär	465	0	17	16	33	425	22,0
Technikräume (mech.	313	0	7	11	17	2	22,0
Schacht	201	0	4	7	10	0	
Lager, Technik, Arch	242	0	4	8	12	0	
Technikräume niedrig	354	0	8	12	20	0	
		0	183	473	656	2151	
⇒ WE-Betrieb ...							
Klassenzimmer		0	29	60	89		
Einzelbuero		0	4	4	8		
Gruppenbuero		0	25	29	54		
Besprechung		0	15	22	37		
Sonstige Aufenthaltsräume		0	17	20	38		
Nebenflaechen ohne Aufentha		0	2	2	3		
Bibliothek Freihandbereich		0	7	7	14		
Verkehrsfläche Forum		0	29	86	115		
Verkehrsfläche TRH		0	11	21	31		
Verkehrsfläche		0	5	7	13		
WC, Sanitär		0	17	16	33		
Technikräume (mech. belüfte		0	7	11	17		
Schacht		0	4	7	10		
Lager, Technik, Archiv		0	4	8	12		
Technikräume niedrig beheiz		0	8	12	20		
		0	183	311	494		

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

$\Sigma H_V = H_{V,z,Jan} + H_{V,inf} + H_{V,win}$, Transferkoeffizienten ohne RLT
ϑ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"
Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

.....

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Kollektorfläche	Zone	Ag m²	Is,Jan/Jul W/m²	geff,Jan/Jul %		Qs,Jan/Jul kWh/d
2 FF S-O	1	32,02	50/ 132	26/ 12	7106s	9,8/ 12,3
3 FF S-O	1	9,28	50/ 132	26/ 12	"	2,8/ 3,6
4 FF S-O	1	6,96	50/ 132	26/ 12	"	2,1/ 2,7
6 FF S-O	1	9,28	50/ 132	26/ 12	"	2,8/ 3,6
8 FF S-W	1	4,87	40/ 120	26/ 12	"	1,2/ 1,7
9 FF S-W	1	16,98	40/ 120	26/ 12	"	4,2/ 5,9
10 FF S-W	1	10,67	40/ 120	26/ 12	"	2,6/ 3,7
11 FF S-W	1	3,25	40/ 120	26/ 12	"	0,8/ 1,1
12 FF S-W	1	3,13	40/ 120	26/ 12	"	0,8/ 1,1
15 FF N-W	1	16,01	11/ 95	26/ 18	"	1,1/ 6,6
16 FF N-W	1	4,52	11/ 95	26/ 18	"	0,3/ 1,9
17 FF N-W	1	3,13	11/ 95	26/ 18	"	0,2/ 1,3
18 FF N-W	1	3,48	11/ 95	26/ 18	"	0,2/ 1,4
19 FF N-W	1	4,87	11/ 95	26/ 18	"	0,3/ 2,0
20 FF N-W	1	6,26	11/ 95	26/ 18	"	0,4/ 2,6
3 FF S-W	2	3,25	40/ 120	26/ 12	"	0,8/ 1,1
4 FF S-W	2	3,13	40/ 120	26/ 12	"	0,8/ 1,1
5 FF S-W	2	2,90	40/ 120	26/ 12	"	0,7/ 1,0
2 FF N-O	3	9,40	11/ 112	26/ 18	"	0,6/ 4,6
3 FF N-O	3	9,74	11/ 112	26/ 18	"	0,7/ 4,7
6 FF S-W	3	12,99	40/ 120	26/ 12	"	3,2/ 4,5
7 FF S-W	3	12,53	40/ 120	26/ 12	"	3,1/ 4,4
9 FF S-O	3	21,34	50/ 132	26/ 12	"	6,5/ 8,2
10 FF S-O	3	9,28	50/ 132	26/ 12	"	2,8/ 3,6
3 FF N-O	4	18,79	11/ 112	26/ 18	"	1,3/ 9,1
4 FF N-O	4	19,49	11/ 112	26/ 18	"	1,3/ 9,4
6 FF N-W	4	8,00	11/ 95	26/ 18	"	0,5/ 3,3
7 FF N-W	4	3,48	11/ 95	26/ 18	"	0,2/ 1,4
8 FF N-W	4	4,52	11/ 95	26/ 18	"	0,3/ 1,9
9 FF N-W	4	3,13	11/ 95	26/ 18	"	0,2/ 1,3
4 FF S-W	5	12,99	40/ 120	26/ 12	"	3,2/ 4,5
5 FF S-W	5	12,53	40/ 120	26/ 12	"	3,1/ 4,4
7 FF S-W	5	2,90	40/ 120	26/ 12	"	0,7/ 1,0
8 FF S-W	5	2,67	40/ 120	26/ 12	"	0,7/ 0,9
9 FF S-O	5	2,09	50/ 132	26/ 12	"	0,6/ 0,8
10 FF S-O	5	2,67	50/ 132	26/ 12	"	0,8/ 1,0
2 FF N-O	6	6,26	11/ 112	26/ 18	"	0,4/ 3,0
3 FF N-O	6	4,41	11/ 112	26/ 18	"	0,3/ 2,1
3 FF N-W	7	5,34	11/ 95	26/ 18	"	0,4/ 2,2
4 FF N-W	7	2,55	11/ 95	26/ 18	"	0,2/ 1,0
5 FF N-W	7	4,87	11/ 95	26/ 18	"	0,3/ 2,0
2 FF N-W	8	2,76	11/ 95	19/ 19	7100	0,1/ 1,2
3 FF N-W	8	1,09	11/ 95	19/ 19	"	0,1/ 0,5
5 FF N-O	8	4,19	11/ 112	19/ 19	"	0,2/ 2,1
6 FF N-O	8	13,80	11/ 112	19/ 19	"	0,7/ 7,0
8 FF S-O	8	2,76	50/ 132	19/ 19	"	0,6/ 1,7

9 FF S-O	8	1,11	50/ 132	19/ 19	"	0,3/ 0,7
13 FF N	8	10,71	29/ 210	19/ 19	"	1,4/ 10,2
14 FF N	8	2,52	29/ 210	19/ 19	"	0,3/ 2,4
18 FAWT N-O	8	2,64	11/ 112	26/ 26	"	0,2/ 1,8
19 FF N-O	8	2,32	11/ 112	26/ 26	"	0,2/ 1,6
2 FF N	9	1,29	29/ 210	44/ 44	"	0,4/ 2,8
4 FF N-W	9	22,70	11/ 95	26/ 26	"	1,5/ 13,2
6 FF S-O	9	21,31	50/ 132	26/ 26	"	6,5/ 17,2
12 FAWT N-W	9	2,64	11/ 95	26/ 26	"	0,2/ 1,5
13 FAWT S-O	9	2,09	50/ 132	26/ 26	"	0,6/ 1,7
5 FAWT N-W	10	4,67	11/ 95	26/ 26	"	0,3/ 2,7
6 FF N-W	10	10,76	11/ 95	26/ 26	"	0,7/ 6,3
6 FF N-W	11	5,80	11/ 95	26/ 18	7106s	0,4/ 2,4
5 FAWT N-W	12	6,09	11/ 95	26/ 26	7100	0,4/ 3,5
2 FF N-W	14	2,90	11/ 95	26/ 18	7106s	0,2/ 1,2
4 FF N	14	1,91	29/ 210	44/ 44	7100	0,6/ 4,2
6 FF S-W	14	5,80	40/ 120	26/ 12	7106s	1,4/ 2,0
8 FF S-O	14	2,09	50/ 132	26/ 12	"	0,6/ 0,8
9 FF S-O	14	2,67	50/ 132	26/ 12	"	0,8/ 1,0
		472,70				82/ 224

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen
7106: aus dem Bauteilbezug, vertikale Markise, grau
7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz
Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig
Berechnung von $g_{tot,13363}$-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern G1 = 5, G2 = 10 und G3 = 30

$g_{eff} = F_S * F_W * F_V * g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt g_{tot} = g⊥)
Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit
$g_{eff} = F_W * F_V * (a * g_{tot} + (1-a) * g\perp)$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend
a_{Wi} / a_{So} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone		A m²	U W/(m²K)	α	h_r W/(m²K)	$I_{S,Jul}$ W/m²	$Q_{S,Jul}$ kWh/d
1 FAW S-O	*SO*	1	92,8	0,27	0,50	4,50	132	1,0
5 FAW N-O	*NO*	1	68,4	0,27	0,50	4,50	112	0,6
7 FAW S-W	*SW*	1	69,5	0,27	0,50	4,50	120	0,7
14 FAW N-W	*NW*	1	39,9	0,27	0,50	4,50	95	0,3
1 FAW S-O	*SO*	2	35,5	0,27	0,50	4,50	132	0,4
2 FAW S-W	*SW*	2	6,9	0,27	0,50	4,50	120	0,1
6 FD	-	2	40,0	0,16	0,50	4,50	210	0,4
1 FAW N-O	*NO*	3	52,9	0,27	0,50	4,50	112	0,5
4 FD	-	3	308,4	0,16	0,50	4,50	210	2,8
5 FAW S-W	*SW*	3	36,8	0,27	0,50	4,50	120	0,4
8 FAW S-O	*SO*	3	41,9	0,27	0,50	4,50	132	0,5
2 FAW N-O	*NO*	4	51,6	0,27	0,50	4,50	112	0,4
5 FAW N-W	*NW*	4	20,3	0,27	0,50	4,50	95	0,1
10 FD	-	4	91,5	0,16	0,50	4,50	210	0,8
3 FAW S-W	*SW*	5	54,8	0,27	0,50	4,50	120	0,5
6 FAW S-O	*SO*	5	40,2	0,27	0,50	4,50	132	0,4
1 FAW N-O	*NO*	6	8,5	0,27	0,50	4,50	112	0,1

4 FD	-	6	11,2	0,16	0,50	4,50	210	0,1
1 FAW S-W	*SW*	7	35,5	0,27	0,50	4,50	120	0,3
2 FAW N-W	*NW*	7	19,6	0,27	0,50	4,50	95	0,1
6 FD	-	7	72,8	0,16	0,50	4,50	210	0,7
1 FAW N-W	*NW*	8	6,4	0,27	0,50	4,50	95	0,0
4 FAW N-O	*NO*	8	26,0	0,27	0,50	4,50	112	0,2
7 FAW S-O	*SO*	8	6,4	0,27	0,50	4,50	132	0,1
10 FD	-	8	27,8	0,24	0,50	4,50	210	0,4
11 FAW S-W	*SW*	8	7,4	0,27	0,50	4,50	120	0,1
12 FD	-	8	12,0	0,16	0,50	4,50	210	0,1
15 FD	-	8	208,0	0,16	0,50	4,50	210	1,9
1 FD	-	9	62,1	0,16	0,50	4,50	210	0,6
3 FAW N-W	*NW*	9	4,5	0,27	0,50	4,50	95	0,0
5 FAW S-O	*SO*	9	4,2	0,27	0,50	4,50	132	0,0
7 FAW S-O	*SO*	9	3,9	1,00	0,50	4,50	132	0,2
8 FAW N-W	*NW*	9	4,1	1,00	0,50	4,50	95	0,1
11 FAW S-W	*SW*	9	10,6	0,27	0,50	4,50	120	0,1
1 FD	-	10	52,0	0,16	0,50	4,50	210	0,5
2 FAW N-O	*NO*	10	10,3	0,27	0,50	4,50	112	0,1
4 FAW N-W	*NW*	10	7,9	0,27	0,50	4,50	95	0,1
1 FAW N-O	*NO*	11	110,8	0,27	0,50	4,50	112	1,0
2 FD	-	11	38,0	0,16	0,50	4,50	210	0,3
3 FAW N-W	*NW*	11	90,5	0,27	0,50	4,50	95	0,6
1 FD	-	12	9,1	0,16	0,50	4,50	210	0,1
3 FAW S-W	*SW*	12	34,2	0,27	0,50	4,50	120	0,3
4 FAW N-W	*NW*	12	18,3	0,27	0,50	4,50	95	0,1
6 FAW N-W	*NW*	13	11,9	0,27	0,50	4,50	95	0,1
7 FD	-	13	6,8	0,24	0,50	4,50	210	0,1
8 FD	-	13	17,4	0,16	0,50	4,50	210	0,2
9 FAW N-O	*NO*	13	3,8	0,27	0,50	4,50	112	0,0
12 FAW S-W	*SW*	13	1,0	0,27	0,50	4,50	120	0,0
1 FAW N-W	*NW*	14	7,8	0,27	0,50	4,50	95	0,0
3 FD	-	14	36,7	0,16	0,50	4,50	210	0,3
5 FAW S-W	*SW*	14	14,6	0,27	0,50	4,50	120	0,1
7 FAW S-O	*SO*	14	6,0	0,27	0,50	4,50	132	0,1
1 FAW S-O	*SO*	15	14,9	0,27	0,50	4,50	132	0,2
2 FAW S-W	*SW*	15	26,8	0,27	0,50	4,50	120	0,3
3 FAWT S-W	*SW*	15	10,2	1,60	0,50	4,50	120	0,6
4 FD	-	15	38,4	0,24	0,50	4,50	210	0,5
5 FAW N-W	*NW*	15	6,6	0,27	0,50	4,50	95	0,0
6 FD	-	15	4,0	0,16	0,50	4,50	210	0,0
			2.160,4					20,4

$Q_{S,op} = R_{se} * U * A * (\alpha * I_S - F_f * h_r * \Delta\vartheta_{er}) * t$ (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)
$\Delta\vartheta_{er}$ = 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 ...								
Klassenzimmer	2.304	1.788	651	465	921	773	1.872	18.472
Einzelbuero	184	141	53	39	70	57	146	1.350
Gruppenbuero	1.314	1.022	371	266	524	440	1.074	10.570

Besprechung	545	312	137	76	120	184	436	5.747
Sonstige Aufen	714	554	205	151	281	226	571	5.283
Nebenflaechen	102	59	26	14	22	35	83	1.097
Bibliothek Fre	120	68	30	17	27	39	92	1.208
Verkehrsfläche	490	309	123	72	126	163	393	5.932
Verkehrsfläche	766	571	211	143	287	263	623	8.533
Verkehrsfläche	145	82	37	20	32	48	111	1.778
WC, Sanitär	54	31	14	8	12	18	42	549
Technikräume (	57	32	15	8	13	19	44	702
Schacht	-	-	-	-	-	-	-	-
Lager, Technik	316	234	87	59	113	104	254	2.773
Technikräume n	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
Klassenzimmer	43	27	-	-	2	-	27	500
Einzelbuero	14	7	-	-	1	-	8	163
Gruppenbuero	47	13	-	-	1	-	18	693
Besprechung	9	-	-	-	-	-	1	208
Sonstige Aufen	23	15	-	-	1	-	15	222
Nebenflaechen	1	-	-	-	-	-	0	26
Bibliothek Fre	15	5	-	-	-	-	7	202
Verkehrsfläche	26	2	-	-	0	-	7	448
Verkehrsfläche	13	5	-	-	0	-	6	182
Verkehrsfläche	5	-	-	-	-	-	1	94
WC, Sanitär	8	-	-	-	-	-	1	260
Technikräume (	10	5	-	-	-	-	5	106
Schacht	3	0	-	-	-	-	1	58
Lager, Technik	8	3	-	-	0	-	4	108
Technikräume n	30	15	-	-	0	-	17	328
	7.366	5.301	1.959	1.338	2.555	2.369	5.860	67.591

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

Zone	A_B m²	$q_{I,p}$ kWh/d	$q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
Klassenzimmer	590	59,0	11,8	0,0	70,8
Einzelbuero	34	1,0	1,4	0,0	2,5
Gruppenbuero	272	8,2	11,7	0,0	19,9
Besprechung	211	19,6	1,7	0,0	21,3
Sonstige Aufenthaltsräume	200	18,6	1,6	0,0	20,2
Nebenflaechen ohne Aufenthal	18	-	-	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich	65	2,7	-	0,0	2,7
Verkehrsfläche Forum	610	56,7	4,9	0,0	61,6
Verkehrsfläche TRH	172	-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche	71	-	-	0,0	0,0
WC, Sanitär	154	-	-	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet	90	-	-	0,0	0,0
Schacht	18	-	-	0,0	0,0
Lager, Technik, Archiv	79	-	-	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt	106	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
Klassenzimmer		-	-	0,0	0,0
Einzelbuero		-	-	0,0	0,0
Gruppenbuero		-	-	0,0	0,0
Besprechung		-	-	0,0	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume		-	-	0,0	0,0
Nebenflaechen ohne Aufenthal		-	-	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich		-	-	0,0	0,0

Verkehrsfläche Forum	-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche TRH	-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche	-	-	0,0	0,0
WC, Sanitär	-	-	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet	-	-	0,0	0,0
Schacht	-	-	0,0	0,0
Lager, Technik, Archiv	-	-	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m³/hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
Klassenzimmer	0,0	5,0	0,1	0,0	0,0
Einzelbuero	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
Gruppenbuero	0,0	5,8	0,1	0,0	0,0
Besprechung	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
Nebenflaechen ohne Aufenthalt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0
Verkehrsfläche Forum	0,0	9,3	0,1	0,0	0,0
Verkehrsfläche TRH	0,0	1,1	1,5	0,0	0,0
Verkehrsfläche	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
WC, Sanitär	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet)	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Schacht	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lager, Technik, Archiv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken
$q_{I,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)
$q_{I,fac}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen
$Q_{I,g} = Q_{I,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte
Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert
Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)
$Q_{I,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme
$Q_{I,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
$Q_{I,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme
$Q_{I,rv}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

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

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
Klassenzimmer	366	89	569	234	106	0,452
Einzelbuero	41	25	0	32	6	0,196
Gruppenbuero	250	199	0	215	43	0,198
Besprechung	164	37	219	100	30	0,301
Sonstige Aufenthaltsräume	158	38	225	97	34	0,348
Nebenflaechen ohne Aufenthal	23	3	0	13	1	0,058
Bibliothek Freihandbereich	60	14	26	36	7	0,204
Verkehrsfläche Forum	246	115	685	190	75	0,396
Verkehrsfläche TRH	135	31	0	83	12	0,147
Verkehrsfläche	55	13	0	34	2	0,044
WC, Sanitär	124	33	425	78	4	0,048
Technikräume (mech. belüftet	57	17	2	39	1	0,015
Schacht	26	10	0	14	0	0,001

Lager, Technik, Archiv	47	12	0	31	4	0,121
Technikräume niedrig beheizt	66	20	0	36	0	0,008

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	ηWE
Klassenzimmer	50	1024	28,82	2,80	0,938	1,000
Einzelbuero	50	66	25,42	2,59	0,988	0,999
Gruppenbuero	50	449	30,31	2,89	0,993	0,999
Besprechung	50	419	25,17	2,57	0,968	1,000
Sonstige Aufenthaltsräume	50	421	23,79	2,49	0,952	1,000
Nebenflaechen ohne Aufenthal	50	27	33,88	3,12	1,000	1,000
Bibliothek Freihandbereich	50	99	32,65	3,04	0,994	1,000
Verkehrsfläche Forum	50	1046	29,15	2,82	0,954	1,000
Verkehrsfläche TRH	50	166	51,75	4,23	1,000	1,000
Verkehrsfläche	50	68	51,79	4,24	1,000	1,000
WC, Sanitär	50	581	13,24	1,83	0,996	1,000
Technikräume (mech. belüftet	50	77	58,83	4,68	1,000	1,000
Schacht	50	37	24,34	2,52	1,000	1,000
Lager, Technik, Archiv	50	59	66,91	5,18	1,000	1,000
Technikräume niedrig beheizt	50	86	61,92	4,87	1,000	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
$\tau = C_{wirk} / H$ mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung
$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter
η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei γ=1 gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

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

Ti,11	°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
Ti,12	°C	20,1	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1
Ti,13	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
Ti,14	°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
Ti,15	°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
⇒ WE-Betrieb ...													
Ti, 1	°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
Ti, 2	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
Ti, 3	°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
Ti, 4	°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
Ti, 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
Ti, 6	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
Ti, 7	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
Ti, 8	°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
Ti, 9	°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
Ti,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
Ti,11	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
Ti,12	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
Ti,13	°C	13,9	14,1	14,6	15,5	16,4	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,5	13,9
Ti,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
Ti,15	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,7	14,1

7.1 Zone Klassenzimmer

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0
Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".
Der Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ wird berücksichtigt

Regelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,6 °C und Q_I = 70,8 kWh/d
Wochenendbetrieb (45,2%) 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		0,622	0,772	0,928	0,954	0,938	0,936	0,854	0,704
η source,WE		0,708	0,974	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	0,810
Δ Qc,b,WE	kWh	758	523	506	523	523	472	523	6.751
th	h	28	744	720	744	744	672	744	5.212
Qh,b,RE	kWh	-	325	1.336	1.926	1.717	1.471	853	8.205
Qh,b,WE	kWh	-	123	1.260	1.801	1.574	1.347	670	6.775
QT	kWh	1.552	2.752	3.914	4.811	4.787	4.129	3.901	32.281
QV	kWh	-25	241	448	595	591	500	439	1.367
QS*	kWh	1.552	1.567	626	453	892	746	1.741	13.512
QI*	kWh	760	986	1.163	1.257	1.211	1.079	1.078	10.531

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

7.2 Zone Einzelbuero

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 2,5 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,2 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,794	0,927	0,987	0,992	0,988	0,988	0,958	0,831
$\eta_{source,WE}$		0,760	0,963	0,999	1,000	0,999	0,999	0,981	0,842
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	30	29	30	30	27	30	352
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.258
$Q_{h,b,RE}$	kWh	91	227	440	568	542	469	371	3.039
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	33	109	148	136	117	74	630
Q_T	kWh	178	316	450	553	550	474	448	3.709
Q_V	kWh	89	159	225	277	276	238	225	1.860
Q_S^*	kWh	155	139	52	39	71	57	149	1.220
Q_I^*	kWh	64	77	81	85	84	75	79	813

7.3 Zone Gruppenbuero

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,814	0,943	0,991	0,995	0,993	0,993	0,971	0,841
$\eta_{source,WE}$		0,745	0,967	1,000	1,000	0,999	1,000	0,986	0,817
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	343	241	233	241	241	218	241	3.186
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.449
$Q_{h,b,RE}$	kWh	580	1.571	3.027	3.884	3.708	3.206	2.544	21.073
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	115	615	862	770	655	365	3.382
Q_T	kWh	1.090	1.933	2.749	3.379	3.362	2.900	2.740	22.671
Q_V	kWh	691	1.226	1.743	2.142	2.131	1.838	1.737	14.373
Q_S^*	kWh	1.078	983	369	265	522	438	1.066	9.010
Q_I^*	kWh	408	502	533	577	545	475	503	5.220

7.4 Zone Besprechung

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,714	0,878	0,952	0,969	0,968	0,959	0,918	0,725
$\eta_{source,WE}$		0,931	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	232	187	181	187	187	169	187	2.127
t_h	h	116	744	720	744	744	672	744	5.588

$Q_{h,b,RE}$	kWh	42	456	964	1.304	1.288	1.053	793	6.313
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	159	411	569	550	441	302	2.431
Q_T	kWh	717	1.272	1.808	2.223	2.211	1.908	1.802	14.913
Q_V	kWh	-18	103	197	263	261	221	192	527
Q_S^*	kWh	434	286	133	75	117	179	413	3.819
Q_I^*	kWh	369	481	519	564	540	471	489	4.635

7.5 Zone Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 20,2 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,3 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,646	0,819	0,943	0,963	0,952	0,951	0,889	0,728
$\eta_{source,WE}$		0,828	0,985	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,898
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	222	177	172	177	177	160	177	1.917
t_h	h	44	744	720	744	744	672	744	5.535
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1	330	893	1.228	1.142	984	682	5.640
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	76	377	530	482	415	249	2.129
Q_T	kWh	689	1.223	1.739	2.137	2.126	1.834	1.733	14.340
Q_V	kWh	-19	106	203	271	269	227	198	546
Q_S^*	kWh	518	496	197	147	273	219	541	4.177
Q_I^*	kWh	323	426	480	512	499	446	459	4.443

7.6 Zone Nebenflaechen ohne Aufenthalt

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,905	0,990	1,000	1,000	1,000	0,999	0,990	0,830
$\eta_{source,WE}$		0,778	0,981	0,999	1,000	1,000	0,999	0,981	0,783
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	30	16	16	16	16	15	16	210
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.864
$Q_{h,b,RE}$	kWh	50	125	211	268	260	214	170	1.424
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	25	60	83	79	63	41	351
Q_T	kWh	102	180	257	315	314	271	256	2.116
Q_V	kWh	15	27	38	47	47	40	38	314
Q_S^*	kWh	89	58	25	14	22	35	82	795
Q_I^*	kWh	0	1	1	1	1	1	1	6

7.7 Zone Bibliothek Freihandbereich

Regelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,0 °C und Q_I = 2,7 kWh/d
Wochenendbetrieb (17,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,3 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,822	0,961	0,989	0,994	0,994	0,992	0,979	0,809
$\eta_{source,WE}$		0,968	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,897
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	47	57	55	57	57	52	57	558
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.629
$Q_{h,b,RE}$	kWh	82	314	555	719	707	593	491	3.765
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	21	71	102	99	79	54	427
Q_T	kWh	267	473	673	827	823	710	671	5.549
Q_V	kWh	37	85	128	160	159	137	127	904
Q_S^*	kWh	114	70	30	17	26	39	97	1.029
Q_I^*	kWh	127	156	158	168	163	145	156	1.535

7.8 Zone Verkehrsfläche Forum

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 61,6 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,5 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,695	0,867	0,937	0,955	0,954	0,950	0,921	0,721
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,907
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	437	538	523	540	540	488	540	4.995
t_h	h	54	744	720	744	744	672	744	5.847
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	526	1.314	1.833	1.814	1.508	1.143	8.491
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	172	594	858	832	676	474	3.623
Q_T	kWh	1.079	1.913	2.721	3.344	3.328	2.870	2.712	22.441
Q_V	kWh	-51	333	633	844	838	709	618	1.790
Q_S^*	kWh	408	283	118	70	122	158	378	4.175
Q_I^*	kWh	974	1.276	1.368	1.477	1.440	1.266	1.336	12.445

7.9 Zone Verkehrsfläche TRH

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,891	0,987	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,790
$\eta_{source,WE}$		0,732	0,973	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,733
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	187	152	147	152	152	137	152	1.666
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.789

$Q_{h,b,RE}$	kWh	210	653	1.274	1.615	1.511	1.300	992	8.149
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	37	303	435	386	322	165	1.648
Q_T	kWh	591	1.047	1.490	1.831	1.822	1.571	1.485	12.284
Q_V	kWh	137	243	345	425	422	364	344	2.849
Q_S^*	kWh	655	566	211	143	287	263	625	5.627
Q_I^*	kWh	22	38	60	78	71	59	48	434

7.10 Zone Verkehrsfläche

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,983	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,887
$\eta_{source,WE}$		0,961	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,828
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	37	63	61	63	63	57	63	648
t_h	h	703	744	720	744	744	672	744	6.599
$Q_{h,b,RE}$	kWh	144	380	573	711	699	591	517	4.030
$Q_{h,b,WE}$	kWh	2	63	144	197	191	156	115	884
Q_T	kWh	243	431	613	754	750	647	611	5.057
Q_V	kWh	56	100	142	174	173	149	141	1.169
Q_S^*	kWh	146	82	37	20	32	48	112	1.426
Q_I^*	kWh	8	9	10	11	10	8	8	92

7.11 Zone WC, Sanitär

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,959	0,989	0,995	0,997	0,996	0,996	0,992	0,932
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	81	136	132	136	136	123	136	1.238
t_h	h	442	744	720	744	744	672	744	7.078
$Q_{h,b,RE}$	kWh	112	563	894	1.133	1.122	953	850	6.130
$Q_{h,b,WE}$	kWh	93	202	362	473	467	394	339	2.618
Q_T	kWh	539	956	1.359	1.671	1.662	1.434	1.355	11.211
Q_V	kWh	-208	-105	-51	-22	-23	-29	-59	-2.551
Q_S^*	kWh	61	31	14	8	12	18	42	741
Q_I^*	kWh	65	70	68	71	71	63	70	772

7.12 Zone Technikräume (mech. belüftet)

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,1 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,4 °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	0,983
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,953
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	47	80	77	80	80	72	80	754
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.627
$Q_{h,b,RE}$	kWh	229	463	653	796	787	677	627	5.012
$Q_{h,b,WE}$	kWh	25	73	152	206	202	168	137	1.022
Q_T	kWh	249	442	628	772	769	663	626	5.183
Q_V	kWh	74	133	190	234	233	201	189	1.555
Q_S^*	kWh	67	37	15	8	13	19	49	769
Q_I^*	kWh	3	4	4	4	4	4	4	42

7.13 Zone Schacht

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 16,1 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 13,9 °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	0,799
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,784
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	4	11	15	16	16	14	16	110
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.577
$Q_{h,b,RE}$	kWh	48	145	240	305	302	258	233	1.718
$Q_{h,b,WE}$	kWh	13	41	73	98	97	82	69	524
Q_T	kWh	46	132	219	283	281	240	216	1.606
Q_V	kWh	18	53	88	113	112	96	86	642
Q_S^*	kWh	3	0	-	-	-	-	1	32
Q_I^*	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1

7.14 Zone Lager, Technik, Archiv

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,888	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,823
$\eta_{source,WE}$		0,683	0,978	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992	0,763
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	66	123	68	70	70	63	70	720
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	5.653

$Q_{h,b,RE}$	kWh	56	293	483	613	571	491	362	3.087
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	93	143	124	102	35	496
Q_T	kWh	206	366	520	639	636	549	518	4.290
Q_V	kWh	54	96	136	167	166	143	136	1.121
Q_S^*	kWh	267	235	87	59	113	104	257	2.147
Q_I^*	kWh	0	0	1	1	1	1	1	5

7.15 Zone Technikräume niedrig beheizt

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 16,3 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (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}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,783
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,774
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	22	64	91	94	94	85	94	637
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.552
$Q_{h,b,RE}$	kWh	105	362	616	773	763	655	590	4.302
$Q_{h,b,WE}$	kWh	11	56	119	177	173	143	103	831
Q_T	kWh	117	336	560	722	717	611	551	4.095
Q_V	kWh	35	100	166	215	213	182	164	1.218
Q_S^*	kWh	30	15	-	-	0	-	17	194
Q_I^*	kWh	5	5	6	6	6	6	6	52

7.16 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
Klassenzimmer	32.282	1.367	13.512	10.531	14.980	25,4
Einzelbuero	3.709	1.860	1.220	813	3.669	108,8
Gruppenbuero	22.671	14.373	9.010	5.220	24.455	89,9
Besprechung	14.914	527	3.819	4.635	8.744	41,4
Sonstige Aufenthalt	14.340	546	4.177	4.443	7.769	38,8
Nebenflaechen ohne	2.116	314	795	6	1.775	97,9
Bibliothek Freihand	5.549	904	1.029	1.536	4.191	64,8
Verkehrsfläche Foru	22.441	1.790	4.175	12.446	12.114	19,9
Verkehrsfläche TRH	12.284	2.849	5.627	434	9.797	57,1
Verkehrsfläche	5.057	1.169	1.426	92	4.914	69,5
WC, Sanitär	11.211	-2.551	741	772	8.748	56,8
Technikräume (mech.	5.183	1.555	769	42	6.034	67,0
Schacht	1.606	642	32	1	2.241	125,7
Lager, Technik, Arc	4.290	1.122	2.147	6	3.583	45,3
Technikräume niedri	4.095	1.218	194	52	5.133	48,3
	161.745	27.683	48.673	41.027	118.147	43,9

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, θ_e = 1,0 °C

Zone	Feuchteanf.	No	Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP,Jan}$ °C
Klassenzimmer	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
Besprechung	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
Sonstige Aufenthaltsräume	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
Bibliothek Freihandbereich	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
Verkehrsfläche Forum	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
WC, Sanitär	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0
Technikräume (mech. belüfte	-	203	RLT-Anlage	VE LH rec73,6	22,0

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 4462 / 4462 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec73,
Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1187 / 1187 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec73,
Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1221 / 1221 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec73,
Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 129 / 129 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec73,
Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3720 / 3720 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec73,
Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2309 / 2309 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec73,
Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 14 / 14 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec73,

Feuchteanforderung mT / oT = mit / ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)
RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten
VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter
rec..% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte
θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech,m}$ m³/h	t_V*d_V h/m	$p_{V,SUP}$ kW	$p_{V,ETA}$ kW	$W_{V,Jan}$ kWh
Klassenzimmer	4462	153	1,86	1,24	474
Besprechung	1187	276	0,49	0,33	228
Sonstige Aufenthaltsräume	1221	276	0,51	0,34	234
Bibliothek Freihandbereich	129	357	0,05	0,04	32
Verkehrsfläche Forum	3720	276	1,55	1,03	713
WC, Sanitär	2309	276	0,96	0,64	442
Technikräume (mech. belüfte	14	276	0,01	0,00	3

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Klassenzimmer	458	474	458	474	474	428	474	5.578
Besprechung	220	228	220	228	228	206	228	2.681
Sonstige Aufent	227	234	227	234	234	211	234	2.756
Bibliothek Frei	31	32	31	32	32	29	32	378
Verkehrsfläche	690	713	690	713	713	644	713	8.397
WC, Sanitär	428	442	428	442	442	400	442	5.209
Technikräume (m	3	3	3	3	3	2	3	32
	2.057	2.126	2.057	2.126	2.126	1.920	2.126	25.032

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m³	f_H	q_H Wh/m³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m²
Klassenzimmer	23,4	942	0,98	379	1.693	0,0
Besprechung	23,4	942	1,01	706	838	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume	23,4	942	1,01	706	862	0,0
Bibliothek Freihandbereic	23,4	942	1,01	912	118	0,0
Verkehrsfläche Forum	23,4	942	1,01	706	2.626	0,0
WC, Sanitär	23,4	942	1,01	706	1.630	0,0
Technikräume (mech. belüf	23,4	942	1,01	706	10	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 Klassenzimmer

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	41	751	1.342	1.734	1.693	1.447	1.254	9.555
$t_{h*,op}$	h	15	15	15	15	15	14	15	180
$Q_{h*,b}$	kWh	45	826	1.477	1.908	1.862	1.591	1.380	10.510
		45	826	1.477	1.908	1.862	1.591	1.380	10.510

Zone Besprechung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	20	372	665	858	838	716	621	4.726
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	23	409	731	944	922	788	683	5.199
		68	1.235	2.208	2.852	2.784	2.379	2.063	15.709

Zone Sonstige Aufenthaltsräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	21	382	684	883	862	737	639	4.862
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	23	421	752	971	948	810	703	5.348
		91	1.656	2.959	3.823	3.732	3.189	2.765	21.057

Zone Bibliothek Freihandbereich

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	3	52	93	121	118	101	87	663
$t_{h*,op}$	h	35	36	35	36	36	32	36	420

$Q_{h*,b}$	kWh	3	57	103	133	129	111	96	729
		94	1.713	3.062	3.956	3.861	3.300	2.861	21.786

Zone Verkehrsfläche Forum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	64	1.165	2.083	2.690	2.626	2.244	1.946	14.812
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	71	1.282	2.291	2.959	2.889	2.469	2.141	16.293
		165	2.995	5.353	6.915	6.750	5.769	5.002	38.079

Zone WC, Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	40	723	1.293	1.670	1.630	1.393	1.208	9.194
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	44	796	1.422	1.837	1.793	1.532	1.329	10.113
		208	3.791	6.775	8.752	8.543	7.301	6.330	48.192

Zone Technikräume (mech. belüftet)

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	4	8	10	10	8	7	56
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	0	4	8	11	10	8	7	57
		209	3.795	6.783	8.763	8.553	7.309	6.338	48.249

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
3 Fußbodenheizu	99	1.803	3.222	4.162	4.063	3.472	3.010	22.918
4 RLT-HR zu Fuß	110	1.993	3.561	4.601	4.490	3.837	3.327	25.331
	209	3.795	6.783	8.763	8.553	7.309	6.338	48.249

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme
mit $Q_{V,H}$ = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, $t_{h*,op}$ = Bedarfszeit der Heizregister und $Q_{h*,b}$ = Nutzwärmebedarf der Heizregister
$t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a}$, max. $t_{V,mech} * d_{V,mech,m}$ (DIN V 18599-7, Gl.4)
$Q_{h*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)
Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vh,d}$ = 16 W/m²

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

.....

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
1 Klassenzimmer » S-O	S-O 1	300	590,3	168,4	gut	87
2 Einzelbuero » S-W	S-W 2	500	10,8	11,6	gut	92
3 Gruppenbuero » S-O	S-O 3	500	272,3	94,1	gut	81
4 Besprechung » N-O	N-O 4	500	211,1	71,8	gut	79
5 Sonstige Aufenthaltsräu	S-W 5	300	91,3	44,8	gut	91
6 Nebenflaechen ohne Aufe	N-O 6	100	18,1	13,3	gut	98
7 Bibliothek Freihandbere	N-W 7	200	21,7	15,9	gut	98
8 Verkehrsfläche Forum »	N-O 8	300	107,8	38,8	gut	93
10 Verkehrsfläche TRH » N-	N-W 9	100	171,6	69,6	gut	93
12 Verkehrsfläche » N-W	N-W 10	100	70,7	20,1	gut	87
13 WC, Sanitär » N-W	N-W 11	200	7,7	7,3	gut	98
14 Technikräume (mech. bel	N-W 12	100	21,2	8,7	gut	94
15 Lager, Technik, Archiv	S-W 14	100	79,1	16,8	mittel	83

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
9 Verkehrsfläche Forum »	8	300	502,1	18,9	keine	83
11 Verkehrsfläche TRH »	9	100	7,4	1,8	mittel	92
16 Lager, Technik, Archiv »	14	100	10,9	2,7	gut	94

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m²]	A_{TL} [m²]	A_{KTL} [m²]
Klassenzimmer	590	590	0
Einzelbuero	34	11	23
Gruppenbuero	272	272	0
Besprechung	211	211	0
Sonstige Aufenthaltsräum	200	91	109
Nebenflaechen ohne Aufen	18	18	0
Bibliothek Freihandberei	65	22	43
Verkehrsfläche Forum	610	610	-
Verkehrsfläche TRH	172	179	-7
Verkehrsfläche	71	71	0
WC, Sanitär	154	8	146
Technikräume (mech. belü	90	21	69
Schacht	18	-	18
Lager, Technik, Archiv	79	90	-11
Technikräume niedrig beh	106	-	106

A_{TL} = tageslichtversorgte Fläche = α_{TL} * b_{TL}, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz
mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = 2.5 * (h_{St} - h_{Ne}), max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs
A_{RB} = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)
Tageslichtquotient D_{Rb} = max[(4.13 + 20 * l_{Tr} - 1.36 * l_{Rt}) * l_V; 0] (Gl.30),

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a * \tau_{D65} * k * A_{RB} / A_{TL} * \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19
c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA} * (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} * t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)
c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

	Bereich		C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1	Klassenzimmer » S-	1	87	77	43	35	29	25	22	21
2	Einzelbuero » S-W	2	92	81	37	28	21	17	14	13
3	Gruppenbuero » S-O	3	81	81	44	37	31	27	24	23
4	Besprechung » N-O	4	79	81	45	38	32	28	25	25
5	Sonstige Aufenthal	5	91	81	37	28	22	17	14	13
6	Nebenflaechen ohne	6	98	60	50	43	38	34	32	31
7	Bibliothek Freihan	7	98	81	33	23	16	11	8	7
8	Verkehrsfläche For	8	93	81	36	27	21	16	13	12
9	Verkehrsfläche For	8	83	71	56	46	38	32	28	27
10	Verkehrsfläche TRH	9	93	60	52	46	41	37	35	34
11	Verkehrsfläche TRH	9	92	55	63	53	46	41	38	37
12	Verkehrsfläche » N	10	87	55	59	54	49	46	44	44
13	WC, Sanitär » N-W	11	98	60	50	43	37	34	32	31
14	Technikräume (mech	12	94	60	52	45	40	37	35	34
15	Lager, Technik, Ar	14	83	55	61	56	52	49	47	47
16	Lager, Technik, Ar	14	94	60	58	48	40	34	31	30

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

$C_{TL,kon}$ = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25
F_{TL} = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39
$F_{TL} = \max[1 - v_{Monat} * C_{TL} * C_{TL,kon};0]$, Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (14)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

	Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	pj W/m²	fPrä	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1	Klassenzimmer	1	300	9-1-2	4,6	0,76	35	1068	0	95
2	Einzelbuero	2	500	9-1-2	10,1	0,71	51	1818	148	46
3	Gruppenbuero	3	500	9-1-2	8,8	0,71	61	1818	148	177
4	Besprechung	4	500	9-1-2	8,9	0,53	46	1335	109	103
5	Sonstige Aufentha	5	300	9-1-2	5,3	0,53	38	1335	109	94
6	Nebenflaechen ohn	6	100	9-1-2	1,8	0,14	16	369	30	1
7	Bibliothek Freiha	7	200	9-1-2	6,0	1,00	76	3009	591	95
8	Verkehrsfläche Fo	8	300	9-1-1	3,6	0,75	77	1907	155	196
9	Verkehrsfläche TR	9	100	9-1-1	1,8	0,60	62	1526	124	23
10	Verkehrsfläche	10	100	9-1-1	1,6	0,60	69	1526	124	9
11	WC, Sanitär	11	200	9-1-1	3,6	0,55	59	1399	114	70
12	Technikräume (mec	12	100	9-1-1	2,6	0,07	8	175	14	3
13	Lager, Technik, A	14	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	0
14	Technikräume nied	15	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	5
										917

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, A_{KL} = 1.390 m²
Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/11/12/14/15/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/7/8/9/10/

9-1-1 (0,44): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 681 m²
Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/11/12/14/15/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/7/8/9/10/
9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 619 m²
Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/11/12/14/15/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/7/8/9/10/

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Ql,f

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
Klassenzimmer	57	73	86	111	85	63	57	759
Einzelbuero	29	31	31	33	32	28	30	361
Gruppenbuero	93	110	126	154	124	95	93	1.188
Besprechung	78	94	106	128	104	81	79	1.008
Sonstige Aufen	84	91	92	101	94	81	87	1.041
Nebenflaechen	1	1	1	1	1	1	1	6
Bibliothek Fre	88	93	93	100	95	83	90	1.076
Verkehrsfläche	135	162	190	234	196	149	140	1.763
Verkehrsfläche	19	22	23	27	24	19	19	237
Verkehrsfläche	8	9	9	10	9	8	8	96
WC, Sanitär	67	70	68	70	70	63	70	821
Technikräume (	3	3	3	4	3	3	3	40
Schacht	-	-	-	-	-	-	-	-
Lager, Technik	-	-	-	-	-	-	-	-
Technikräume n	5	5	5	5	5	4	5	57
	666	762	834	978	841	677	680	8.451

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$ W/m² (Gl.11)
mit k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB} = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen
$t_{T,TL}$ / $t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit
t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10
$Q_{l,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j * [A_{TL}*(t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL}*(t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)
$Q_{l,f} = \Sigma F_{t,n} * \Sigma Q_{l,b} = Q_{i,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

.....

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Qsink	Qsource	γ	cwirk	τ	η
Klassenzimmer	33	127	3,897	50,000	28,82	0,252
Einzelbuero	5	8	1,655	50,000	25,42	0,526
Gruppenbuero	32	58	1,783	50,000	30,31	0,509
Besprechung	14	52	3,620	50,000	25,17	0,269
Sonstige Aufenthaltsräume	14	38	2,685	50,000	23,79	0,352
Nebenflaechen ohne Aufenthal	2	5	2,777	50,000	33,88	0,350
Bibliothek Freihandbereich	5	13	2,373	50,000	32,65	0,403
Verkehrsfläche Forum	26	99	3,800	50,000	29,15	0,259
Verkehrsfläche TRH	12	38	3,206	50,000	51,75	0,310
Verkehrsfläche	5	10	2,020	50,000	51,79	0,482
WC, Sanitär	11	8	0,669	50,000	13,24	0,766
Technikräume (mech. belüftet	5	4	0,794	50,000	58,83	0,904
Schacht	3	0	0,141	50,000	24,34	0,994
Lager, Technik, Archiv	4	10	2,318	50,000	66,91	0,429
Technikräume niedrig beheizt	6	2	0,298	50,000	61,92	0,998

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ $Q_{c,b}$ (Raumklima)								
Klassenzimmer	91	138	125	410	1.214	1.173	1.691	11.327
Einzelbuero	1	2	1	7	34	28	49	335
Gruppenbuero	3	5	5	32	217	179	353	2.229
Besprechung	25	25	30	80	311	516	807	4.254
Sonstige Aufen	29	41	36	119	340	336	520	3.622
Nebenflaechen	-	-	-	1	16	25	52	216
Bibliothek Fre	1	1	2	5	33	77	149	717
Verkehrsfläche	102	104	104	199	501	1.150	1.762	9.780
Verkehrsfläche	-	-	-	2	79	258	461	1.888
Verkehrsfläche	-	-	-	-	2	22	72	263
WC, Sanitär	1	2	1	3	12	38	96	513
Technikräume (	-	-	-	-	-	0	2	14
Schacht	-	-	-	-	-	-	-	-
Lager, Technik	-	-	-	0	30	31	83	388
Technikräume n	-	-	-	-	-	-	-	0

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$

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

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

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Qc,max

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

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max,Juli}$ kW	$Q_{c,max,Sept}$ kW	techn. gekühlt
Klassenzimmer	9	32,3	27,7	nein
Einzelbuero	13	2,1	2,1	nein
Gruppenbuero	13	15,7	13,7	nein
Besprechung	13	10,3	5,3	ja
Sonstige Aufenthaltsräume	13	8,7	8,0	nein
Nebenflaechen ohne Aufentha	13	1,4	0,7	nein
Bibliothek Freihandbereich	14	2,4	1,3	nein
Verkehrsfläche Forum	13	12,3	6,5	nein
Verkehrsfläche TRH	13	8,2	6,5	nein
Verkehrsfläche	13	2,2	1,0	nein
WC, Sanitär	13	2,1	-0,8	nein
Technikräume (mech. belüfte	13	1,0	0,3	ja
Schacht	13	0,1	-0,2	nein
Lager, Technik, Archiv	13	3,0	2,6	nein
Technikräume niedrig beheiz	13	0,5	0,1	nein
		102,3	74,8	

$Q_{c,max} = 0.8 * (Q_{source}-Q_{sink}) * (1 + 0.3*EXP(-\tau/120) - c_{wirk}/60 * (\Delta\theta-2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_c-1)$ (T2, C.1)

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

11.6 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 10/16 (301 m²)
Besprechung
Technikräume (mech. belüftet)
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c,outg} = Q_{c,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
$\eta = (4- \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4\text{-}1{,}0\text{-}0{,}87\text{-}0{,}9 = 1{,}230$ (T7, Tab.14)
Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0{,}30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Qc,b	kWh	25	25	30	80	311	516	809	4.268
Qc,outg	kWh	30	30	37	98	383	635	995	5.250
tC,op	h	168	169	187	276	267	276	267	2.952

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Raumklimageräte DX, Deckenkassetten
Hilfsenergiebedarf $Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} * Q_{c,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{c,ce,aux} = 0{,}040$

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit Q_Z = 11,5 kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Qc,ce,aux	kWh	0	0	0	1	4	7	11	57
WZ,d	kWh	3	3	3	8	30	52	79	414
	kWh	3	3	4	9	34	59	89	471

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ Wasserspeicher, Spitzenlastspeicher

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
QC,s	kWh	3	3	4	10	38	64	100	525

Kältemaschine: (1) 11,5 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R290, Kaltwasseraustrittstemperatur 10 °C (KKM), Kolben-/Scollverdichter, taktend (A),
Nennkälteleistungszahl EER = 3,10 mit $f_{C,B}$ = 1 (Baujahr 2010)
Nennkälteleistungszahl EER = 3,10, Teillast-Kennwerte PLV_{AV} = 1,28, manuell

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$
Speicherfaktor für Kältespeicherung, f_{SP} = 1,02 (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Qc,outg	kWh	30	30	37	98	383	635	995	5.250
QC,s	kWh	3	3	4	10	38	64	100	525
QC,f,el	kWh	8	8	10	27	104	173	270	1.427

11.14 Technikräume (mech. belüftet)

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "Besprechung"

11.18 Endenergie Klimasysteme

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	8	8	10	27	104	173	270	1.427
$Q_{C,aux}$	kWh	3	3	4	9	34	59	89	471
Strom-Mix	kWh	8	8	10	27	104	173	270	1.427

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	
Klassenzimmer	nicht relevant			-	
Einzelbuero	nicht relevant			-	
Gruppenbuero	nicht relevant			-	
Besprechung	nicht relevant			-	
Sonstige Aufenthalts	vernachlässigt			-	b
Nebenflaechen ohne A	vernachlässigt			-	b
Bibliothek Freihandb	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche Forum	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche TRH	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche	nicht relevant			-	
WC, Sanitär	vernachlässigt			-	b
Technikräume (mech.	vernachlässigt			-	b
Schacht	nicht relevant			-	
Lager, Technik, Arch	nicht relevant			-	
Technikräume niedrig	nicht relevant			-	

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

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

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung Qh,max

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

Zone	$Q_{T,max}$	$Q_{V,max}$	V_{mech}	$Q_{V,mech}$	$\Phi_{h,max}$

	kW	kW	m³/h	kW	kW
Klassenzimmer	11,7	1,4	4464	19,4	32,6
Einzelbuero	1,3	0,4	0	0,0	1,7
Gruppenbuero	8,0	3,2	0	0,0	11,2
Besprechung	5,3	0,6	1185	5,2	11,0
Sonstige Aufenthaltsräume	5,1	0,6	1221	5,3	11,0
Nebenflaechen ohne Aufentha	0,7	0,1	0	0,0	0,8
Bibliothek Freihandbereich	1,9	0,2	130	0,6	2,7
Verkehrsfläche Forum	7,9	1,8	3715	16,2	25,9
Verkehrsfläche TRH	4,3	0,5	0	0,0	4,8
Verkehrsfläche	1,8	0,2	0	0,0	2,0
WC, Sanitär	4,0	0,5	2305	10,0	14,5
Technikräume (mech. belüfte	1,8	0,3	13	0,1	2,1
Schacht	0,8	0,2	0	0,0	1,0
Lager, Technik, Archiv	1,5	0,2	0	0,0	1,7
Technikräume niedrig beheiz	2,1	0,3	0	0,0	2,4

$Q_{T,max}$ = 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

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

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

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem		*	45.769	20,8	22,9
2 freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr		9/	9.797	4,8	5,3
3 Fußbodenheizung Nasssystem	48%	***	52.644	99,7	52,1
4 RLT-HR zu Fußbodenheizung Nass	53%	****	58.185	99,7	57,6
5					

* = 2/3/6/10/13/14/15/
*** = 1/4/5/7/8/11/12/
**** = 1/4/5/7/8/11/12/

<1> hydraulischer Abgleich mit dyn. Gruppenabgleich, n<=10, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig
<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=10, 2-Rohr 45/35 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig
<3> hydraulischer Abgleich mit dyn. Gruppenabgleich, n<=10, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig mit Start/Stopp
<4> Heizbereich zum RLT-HR, Heizbereich 3

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
Qh,b,<1>	kWh	1.100	3.435	6.803	8.829	8.415	7.200	5.589	45.769
Qh,b,<2>	kWh	210	690	1.577	2.051	1.897	1.622	1.157	9.797
Qh,b,<3>	kWh	277	1.806	4.672	6.402	6.072	5.111	3.639	29.725
Qh*,b,<3>	kWh	99	1.803	3.222	4.162	4.063	3.472	3.010	22.918
Qh,b,<4>	kWh	306	1.997	5.164	7.076	6.711	5.649	4.022	32.854

$Q_{h*,b,<4>}$	kWh	110	1.993	3.561	4.601	4.490	3.837	3.327	25.331

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone Einzelbuero

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h\ <2>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.258
$t_{h,rL,d\ <2>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB\ <2>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	234
$t_{h,rL\ <2>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.524

(2) Bereich "freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr", Leitzone Verkehrsfläche TRH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h\ <9>}$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	5.789
$t_{h,rL,d\ <9>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB\ <9>}$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	191
$t_{h,rL\ <9>}$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	2.965

(3) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone Bibliothek Freihandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h\ <7>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.629
$t_{h,rL,d\ <7>}$	h/d	14	14	17	18	18	18	16	
$d_{h,rB\ <7>}$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	276
$t_{h,rL\ <7>}$	h/m	347	379	447	514	513	450	453	4.348

(4) Bereich "RLT-HR zu Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone Bibliothek Freihandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h\ <7>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.629
$t_{h,rL,d\ <7>}$	h/d	14	14	17	18	18	18	16	
$d_{h,rB\ <7>}$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	276
$t_{h,rL\ <7>}$	h/m	347	379	447	514	513	450	453	4.348

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = monatliche Heizzeiten nach DIN V 18599-2, D.2
$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} * (24 - t_{h,op,day})$ (T5 Gl.24) mit
$t_{h,op,day}$ = tägliche Heizzeit (Nutzungsrandbedingung) und $f_{L,NA}$ = Laufzeitfaktor
$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (T5 Gl.28)
$t_{h,rL} = t_{h,rL,day} * d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Laufzeit

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
hydraulischer Abgleich mit dyn. Gruppenabgleich, n<=10, System Nasssystem,
Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb
nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = 0+0,9+(0,7+0,5)/2+0+0,1-0,5 = 1,10°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (7,6%)
Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten
(0,0 Watt)

(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=10, 2-Rohr 45/35 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = (0,4+0,3)/2+0,9+0+0,2-0,5 = 0,95°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (6,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektrothermisch (1,0 Watt)
$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * n_{fan} + P_{Pu,aux} * n_{Pu}) * th,rL/1000$ (T5 Gl.44)

(3) Fußbodenheizung Nasssystem
hydraulischer Abgleich mit dyn. Gruppenabgleich, n<=10, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-Regler optimiert nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig mit Start/Stopp

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = 0+0,9+(0,7+0,5)/2+0+0,1-1,0 = 0,60°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (3,7%)

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	1.100	3.435	6.803	8.829	8.415	7.200	5.589	45.769
$Q_{h,ce}$	kWh	191	347	468	511	489	438	399	3.463
(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	210	690	1.577	2.051	1.897	1.622	1.157	9.797
$Q_{h,ce}$	kWh	31	60	93	102	95	85	71	593
$W_{h,ce}$	kWh	1	1	1	1	1	1	1	9
(3) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	277	1.806	4.672	6.402	6.072	5.111	3.639	29.725
$Q_{h,ce}$	kWh	26	99	174	201	191	169	141	1.113
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	1.836	6.437	13.787	18.095	17.159	14.625	10.995	90.462

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-Wärmebedarf
Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (monatlich, Gl.34)
Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation
Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe $W_{h,ce}$ mit den Parametern
P_C = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.20 oder Herstellerangabe)
P_V / P_P = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.21)
$P_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung (h_R > 4m, Gl.49)

13.5 Heizwärmeverteilung

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

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2 Etagenverteilertyp, Flächenheizung, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 597,9 m², Geschosshöhe i.M. = 3,90 m, 3 Geschosse.
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 35 °C / θ_{RA} = 28 °C, $T_{i,Soll,<2>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr
System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2 Etagenverteilertyp, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 171,7 m², Geschosshöhe i.M. = 3,90 m, 3 Geschosse.
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 45 °C / θ_{RA} = 35 °C, $T_{i,Soll,<9>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 23 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{hydr.\ Abgleich}$ = 1,02, $f_{Netzform}$ = 1,00, $f_{d,Pumpenmanagement}$ = 0,75
Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Fußbodenheizung Nasssystem
System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteilertyp, Flächenheizung, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 1919,9 m², Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 35 °C / θ_{RA} = 28 °C, $T_{i,Soll,<7>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 49 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{hydr.\ Abgleich}$ = 1,02, $f_{Netzform}$ = 1,00, $f_{d,Pumpenmanagement}$ = 0,75
Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(4) RLT-HR zu Fußbodenheizung Nasssystem
Verteilung nicht vorgesehen

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	68,4 m	9,1 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	43,5 m	2,0 m	29,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(3) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	506,3 m	38,1 m	- m

Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,09	0,24	0,49	0,60	0,58	0,55	0,39	
$\theta_{VL,av}$	°C	22,5	24,9	28,3	29,8	29,5	29,1	26,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,8	22,9	24,6	25,4	25,2	25,0	24,0	
$Q_{h,d}$	kWh	35	49	77	101	98	84	71	563
$W_{h,d}$	kWh	13	24	39	48	46	40	33	284
$Q_{I,h,d}$	kWh	1	3	6	8	8	7	5	42

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

(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr									
$\beta_{h,d}$		0,10	0,21	0,48	0,60	0,56	0,53	0,34	
$\theta_{VL,av}$	°C	25,2	28,2	34,7	37,2	36,3	35,7	31,5	
$\theta_{RL,av}$	°C	23,4	25,2	29,0	30,5	29,9	29,6	27,1	
$Q_{h,d}$	kWh	24	53	100	135	128	108	84	676
$W_{h,d}$	kWh	2	4	8	10	9	8	6	51
$Q_{I,h,d}$	kWh	6	16	37	51	48	40	29	243

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 0,7 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 0,3 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,00	0,03	0,07	0,09	0,08	0,08	0,05	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,1	21,5	22,2	22,6	22,5	22,4	21,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,0	21,3	21,6	21,8	21,7	21,7	21,5	
$Q_{h,d}$	kWh	287	326	411	488	484	420	406	3.141
$W_{h,d}$	kWh	22	27	35	40	39	34	32	293
$Q_{I,h,d}$	kWh	4	5	8	11	11	9	7	68

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 3,5 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 0,1 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3
Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9
$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\Sigma\ l_i * U_i\ (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) * t_{h,rL,i}/1000$ [kWh] (Gl.52)
$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = ungeregelte Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen
$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} * e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)
mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,out	kWh	2.698	12.657	26.322	34.658	33.134	28.195	21.917	175.946

(2) freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) Fußbodenheizung Nasssystem
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(4) RLT-HR zu Fußbodenheizung Nasssystem
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]
$Q_{h,out}^{*}$ = Nutzwärmebedarf mit RLT-Wärmebedarf
Die Erzeugerverluste $Q_{h,g}$ im sommerlichen Heizbetrieb (nur $Q_{h^*,b}$) können mangels rechnerischer Laufzeiten für die Erzeuger derzeit nicht bestimmt werden.

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

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

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 2/3/6/10/13/14/15 (A_{NGF} = 598 m²)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation P_n = 247,6 KW (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), f_P = 0,52
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort Tu 13,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 3
Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "freie Heizflächen 45 / 35°C 2-Rohr", Zonen 9 (A_{NGF} = 172 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/4/5/7/8/11/12 (A_{NGF} = 1.920 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(4) "RLT-HR zu Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/4/5/7/8/11/12 (A_{NGF} = 1.920 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,outg	kWh	2.698	12.657	26.322	34.658	33.134	28.195	21.917	175.946
Qh,gen	kWh	122	127	125	130	130	117	128	1.423
Qh,f	kWh	2.819	12.784	26.447	34.788	33.264	28.312	22.046	177.368
Wh,gen	kWh	10	10	10	10	10	10	10	120

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,f	kWh	2.819	12.784	26.447	34.788	33.264	28.312	22.046	177.368
Wh	kWh	47	66	92	108	105	93	83	757
Nah-/Fernw	kWh	2.819	12.784	26.447	34.788	33.264	28.312	22.046	177.368
QI,h,<1>	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
QI,h,<2>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<3>	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
QI,h,<4>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<5>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<6>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<7>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<8>	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
QI,h,<9>	kWh/d	0,2	0,5	1,2	1,6	1,5	1,4	0,9	
QI,h,<10>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<11>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<12>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<13>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<14>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
QI,h,<15>	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf Heizung = $Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol}$ (Gl.4)
W_h = Hilfsenergiebedarf = $W_{h,ce} + W_{h,d} + W_{h,s} + W_{h,gen}$ (Gl.6)
$Q_{I,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge = $Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g}$ (Gl.7)
Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt
Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen
Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018
Peakleistung 23,64 kWp, quadratmeterbezogen 23,64 / (2689,5) = 0,009 kWp/m²
PV-Module S-W 15° Standort Deutschland (Potsdam)
weitere PV-Module, 16,36 kWp, S-O 15 °
$Q_{f,prod,PV} = E_{sol} * P_{pk} * f_{perf} / I_{ref}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64
$Q_{f,nutz,PV}$ durch monatliche Aufrechnung MIN($Q_{f,prod,PV}$ / Q_{Bedarf}) (anrechenbar)

Strombedarf für Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	2.934	3.006	2.999	3.224	3.083	2.703	2.925	36.137
Stromangebot	kWh	3.024	2.110	776	493	910	972	2.392	33.159
anrechenbar	kWh	2.934	2.110	776	493	910	972	2.392	25.849

Jahres-Stromproduktion = 33.159 kWh/a, Strombedarf = 36.137 kWh/a, anrechenbar = 25.849 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
Nah-/Fernwär	Heizwärme	*	177.368	0,52	1,00	92.232
Strom-Mix	Klimakälte	4/12/	1.427	1,80	1,00	2.568
Strom-Mix	Beleuchtung	**	8.451	1,80	1,00	15.212
Strom-Mix	Hilfsenergie		26.260	1,80	1,00	47.267
Strom-Mix	Stromgutschrift		-25.849	0,00	1,00	-
		Σ [kWh/Jahr]	187.656			157.279

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

$Q_P = \Sigma\ Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)
Jahres-Primärenergiebedarf q_P = 157.279 / 2.689 = **58,5** kWh/(m²a) (ΣA_{NGF} = 2.689 m²)
Endenergie brennwertbezogen = 187.656 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen
f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1
Endenergiebedarf: Hilfsenergie 9,8 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme KWK, fossil 65,9 kWh/(m²a),
Strom-Mix 3,7 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -9,6 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
Nah-/Fernwärme KWK,	177.368	180	31.926	
Strom-Mix	1.427	560	799	
Strom-Mix	8.451	560	4.733	
Strom-Mix	26.260	560	14.705	
Strom aus PV	-	244	-6.315	
	213.506		45.848	17,0

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom = - 52163,2 / 213506,0 * 25849 = -6.315 KWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
Klassenzimmer	590	-	759	-	-	22.491	23.249
Einzelbuero	34	-	361	-	-	5.519	5.880
Gruppenbuero	272	-	1.188	-	-	36.722	37.910
Besprechung	211	-	1.008	1.422	-	13.127	15.557
Sonstige Aufentha	200	-	1.041	-	-	11.672	12.713

Nebenflaechen ohn	18	-	6	-	-	2.665	2.670
Bibliothek Freiha	65	-	1.076	-	-	6.300	7.376
Verkehrsfläche Fo	610	-	1.763	-	-	18.180	19.942
Verkehrsfläche TR	172	-	237	-	-	14.704	14.941
Verkehrsfläche	71	-	96	-	-	7.378	7.475
WC, Sanitär	154	-	821	-	-	13.126	13.947
Technikräume (mec	90	-	40	5	-	9.069	9.113
Schacht	18	-	-	-	-	3.376	3.376
Lager, Technik, A	79	-	-	-	-	5.374	5.373
Technikräume nied	106	-	57	-	-	7.701	7.758
Gebäude	2.689	-	8.451	1.427	-	177.368	187.246

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	9,3	3,1	1,6	0,0	61,9	75,9
Endenergiebedarf	9,3	3,1	0,7	0,0	66,2	79,4
Primärenergiebedarf	16,8	5,7	1,3	0,0	34,8	58,5

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

.....

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "Referenzgebäude"

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 $q_{P,REF}$ = 116,0 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung
zul q_P = 116,0 - 45% = 63,8 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh q_P = 157.279 / 2689,5 = 58,5 kWh/(m²a)

vorh q_P = 58,5 ≤ 63,8 kWh/(m²a), **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% E r n e u e r b a r e
Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71
Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude	178.795 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	177.368 kWh/a	
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a	
Summe erneuerbare Energien	177.369 kWh/a	99 %

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie DA_{EE} = 177368,5/178795,2*100 = 99% (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

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

G Referenzgebäudeberechnung

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: SGP

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 "Referenzgebäude"

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, ϑ_e = 1,0 °C

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m²	V_i m³
Klassenzimmer	208 Klassenzimme	200	19,5	17,4	590	1764
Einzelbuero	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	34	106
Gruppenbuero	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,3	272	855
Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	211	644
Sonstige Aufenthaltsräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	200	598
Nebenflaechen ohne Aufentha	218 Nebenflächen	250	20,0	17,2	18	56
Bibliothek Freihandbereich	229 Bibliothek	300	20,1	17,3	65	203
Verkehrsfläche Forum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,5	610	2528
Verkehrsfläche TRH	219 Verkehrsfläc	250	20,0	17,3	172	604
Verkehrsfläche	219 Verkehrsfläc	250	20,0	17,3	71	218
WC, Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,4	154	465
Technikräume (mech. belüfte	220 Lager, Techn	250	20,1	17,5	90	313
Schacht	220 Lager, Techn	250	16,1	13,9	18	201
Lager, Technik, Archiv	220 Lager, Techn	250	20,1	17,4	79	242
Technikräume niedrig beheiz	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	106	354
					2.689	9.150

Gebäude, A_{NGF} = 2689,5 m² (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10
t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr ⇒ Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen
ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb
$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb
$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabsenkung
ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Hüllfläche	Zone	A m²	U W/(m²K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Dämmwerk-Flächenimport						
Bezeichnung						
Klassenzimmer						
1 FAW S-O	1:0	92,8	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	26,0
2 FF S-O	1:0	40,0	1,30	1,00 F_F	51 02	52,0
3 FF S-O	1:0	11,6	1,30	1,00 F_F	51 02	15,1
4 FF S-O	1:0	8,7	1,30	1,00 F_F	51 02	11,3
5 FAW N-O	1:0	68,4	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	19,2
6 FF S-O	1:0	11,6	1,30	1,00 F_F	51 02	15,1
7 FAW S-W	1:0	69,5	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	19,5
8 FF S-W	1:0	6,1	1,30	1,00 F_F	51 02	7,9
9 FF S-W	1:0	21,2	1,30	1,00 F_F	51 02	27,6
10 FF S-W	1:0	13,3	1,30	1,00 F_F	51 02	17,3
11 FF S-W	1:0	4,1	1,30	1,00 F_F	51 02	5,3
12 FF S-W	1:0	3,9	1,30	1,00 F_F	51 02	5,1
13 FDE	1:0	19,5	0,28	1,00 F_e	51 82	5,5
14 FAW N-W	1:0	39,9	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	11,2
15 FF N-W	1:0	20,0	1,30	1,00 F_F	51 02	26,0
16 FF N-W	1:0	5,7	1,30	1,00 F_F	51 02	7,4
17 FF N-W	1:0	3,9	1,30	1,00 F_F	51 02	5,1
18 FF N-W	1:0	4,3	1,30	1,00 F_F	51 02	5,7
19 FF N-W	1:0	6,1	1,30	1,00 F_F	51 02	7,9
20 FF N-W	1:0	7,8	1,30	1,00 F_F	51 02	10,2
21 FG	1:0	39,3	0,35	0,45 F_{fb}	51 74 19 25	6,2
22 FG	1:0	102,4	0,35	0,45 F_{fb}	51 19 25 14	16,1
Einzelbuero						
1 FAW S-O	2:0	35,5	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	9,9
2 FAW S-W	2:0	6,9	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	1,9
3 FF S-W	2:0	4,1	1,30	1,00 F_F	51 02	5,3
4 FF S-W	2:0	3,9	1,30	1,00 F_F	51 02	5,1
5 FF S-W	2:0	3,6	1,30	1,00 F_F	51 02	4,7
6 FD	2:0	40,0	0,20	1,00 F_D	51 02	8,0
Gruppenbuero						
1 FAW N-O	3:0	52,9	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	14,8
2 FF N-O	3:0	11,7	1,30	1,00 F_F	51 02	15,3
3 FF N-O	3:0	12,2	1,30	1,00 F_F	51 02	15,8
4 FD	3:0	308,4	0,20	1,00 F_D	51 02	61,7
5 FAW S-W	3:0	36,8	0,28	1,00 F_{AW}	51 02	10,3
6 FF S-W	3:0	16,2	1,30	1,00 F_F	51 02	21,1

7 FF S-W	3:0	15,7	1,30		1,00	F_F	51	02		20,4
8 FAW S-O	3:0	41,9	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		11,7
9 FF S-O	3:0	26,7	1,30		1,00	F_F	51	02		34,7
10 FF S-O	3:0	11,6	1,30		1,00	F_F	51	02		15,1
Besprechung										
1 FG	4:0	63,8	0,35		0,45	F_{fb}	51	19	25 14	10,0
2 FAW N-O	4:0	51,6	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		14,5
3 FF N-O	4:0	23,5	1,30		1,00	F_F	51	02		30,5
4 FF N-O	4:0	24,4	1,30		1,00	F_F	51	02		31,7
5 FAW N-W	4:0	20,3	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		5,7
6 FF N-W	4:0	10,0	1,30		1,00	F_F	51	02		13,0
7 FF N-W	4:0	4,3	1,30		1,00	F_F	51	02		5,7
8 FF N-W	4:0	5,7	1,30		1,00	F_F	51	02		7,4
9 FF N-W	4:0	3,9	1,30		1,00	F_F	51	02		5,1
10 FD	4:0	91,5	0,20		1,00	F_D	51	02		18,3
11 FG	4:0	9,1	0,35		0,45	F_{fb}	51	74	19 25	1,4
Sonstiger Aufenthalt										
1 FG	5:0	70,6	0,35		0,45	F_{fb}	51	74	19 25	11,1
2 FG	5:0	154,0	0,35		0,45	F_{fb}	51	19	25 14	24,3
3 FAW S-W	5:0	54,8	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		15,3
4 FF S-W	5:0	16,2	1,30		1,00	F_F	51	02		21,1
5 FF S-W	5:0	15,7	1,30		1,00	F_F	51	02		20,4
6 FAW S-O	5:0	40,2	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		11,2
7 FF S-W	5:0	3,6	1,30		1,00	F_F	51	02		4,7
8 FF S-W	5:0	3,3	1,30		1,00	F_F	51	02		4,3
9 FF S-O	5:0	2,6	1,30		1,00	F_F	51	02		3,4
10 FF S-O	5:0	3,3	1,30		1,00	F_F	51	02		4,3
Nebenflaechen o A										
1 FAW N-O	6:0	8,5	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		2,4
2 FF N-O	6:0	7,8	1,30		1,00	F_F	51	02		10,2
3 FF N-O	6:0	5,5	1,30		1,00	F_F	51	02		7,2
4 FD	6:0	11,2	0,20		1,00	F_D	51	02		2,2
Bibliothek Freihandberei										
1 FAW S-W	7:0	35,5	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		10,0
2 FAW N-W	7:0	19,6	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		5,5
3 FF N-W	7:0	6,7	1,30		1,00	F_F	51	02		8,7
4 FF N-W	7:0	3,2	1,30		1,00	F_F	51	02		4,1
5 FF N-W	7:0	6,1	1,30		1,00	F_F	51	02		7,9
6 FD	7:0	72,8	0,20		1,00	F_D	51	02		14,6
1 FAW N-W	8:0	6,4	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		1,8
2 FF N-W	8:0	3,5	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	8,3
3 FF N-W	8:0	1,4	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	3,3
4 FAW N-O	8:0	26,0	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		7,3
5 FF N-O	8:0	5,2	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	12,6
6 FF N-O	8:0	17,3	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	41,4
7 FAW S-O	8:0	6,4	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		1,8
8 FF S-O	8:0	3,5	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	8,3
9 FF S-O	8:0	1,4	2,40	##	1,00	F_F	51	73	02	3,3
10 FD	8:0	27,8	0,20		1,00	F_D	51	02		5,6
11 FAW S-W	8:0	7,4	0,28		1,00	F_{AW}	51	02		2,1
12 FD	8:0	12,0	0,20		1,00	F_D	51	02		2,4
13 FF N	8:0	15,3	2,70	##	1,00	F_F	51	71	02	41,3
14 FF N	8:0	3,6	2,70	##	1,00	F_F	51	71	02	9,7
15 FD	8:0	208,0	0,20		1,00	F_D	51	02		41,6

16 FG	8:0	226,0	0,35		0,45	Ffb	51	74	19	25	35,6
17 FG	8:0	35,5	0,35		0,45	Ffb	51	19	25	14	5,6
18 FAWT N-O	8:0	3,8	1,30		1,00	FF	51	09	02		4,9
19 FF N-O	8:0	2,9	1,30		1,00	FF	51	02			3,8
1 FD	9:0	62,1	0,20		1,00	FD	51	02			12,4
2 FF N	9:0	1,8	2,70	##	1,00	FF	51	72	02		5,0
3 FAW N-W	9:0	4,5	0,28		1,00	FAW	51	02			1,3
4 FF N-W	9:0	32,4	1,40		1,00	FF	51	75	02		45,4
5 FAW S-O	9:0	4,2	0,28		1,00	FAW	51	02			1,2
6 FF S-O	9:0	30,4	1,40		1,00	FF	51	75	02		42,6
7 FAW S-O	9:0	3,9	0,28		1,00	FAW	51	60	75	02	1,1
8 FAW N-W	9:0	4,1	0,28		1,00	FAW	51	60	75	02	1,2
9 FG	9:0	17,3	0,35		0,45	Ffb	51	74	19	25	2,7
10 FG	9:0	46,7	0,35		0,45	Ffb	51	19	25	14	7,4
11 FAW S-W	9:0	10,6	0,28		1,00	FAW	51	02			3,0
12 FAWT N-W	9:0	3,8	1,30		1,00	FF	51	09	02		4,9
13 FAWT S-O	9:0	3,0	1,30		1,00	FF	51	09	02		3,9
1 FD	10:0	52,0	0,20		1,00	FD	51	02			10,4
2 FAW N-O	10:0	10,3	0,28		1,00	FAW	51	02			2,9
3 FG	10:0	22,1	0,35		0,45	Ffb	51	19	25	14	3,5
4 FAW N-W	10:0	7,9	0,28		1,00	FAW	51	02			2,2
5 FAWT N-W	10:0	6,7	1,30		1,00	FF	51	09	02		8,7
6 FF N-W	10:0	13,4	1,30		1,00	FF	51	02			17,5
7 FG	10:0	0,8	0,35		0,45	Ffb	51	74	19	25	0,1
WC Sanitaer											
1 FAW N-O	11:0	110,8	0,28		1,00	FAW	51	02			31,0
2 FD	11:0	38,0	0,20		1,00	FD	51	02			7,6
3 FAW N-W	11:0	90,5	0,28		1,00	FAW	51	02			25,3
4 FG	11:0	93,9	0,35		0,45	Ffb	51	19	25	14	14,8
5 FG	11:0	12,5	0,35		0,45	Ffb	51	74	19	25	2,0
6 FF N-W	11:0	7,3	1,30		1,00	FF	51	02			9,4
L,T,A belueftet											
1 FD	12:0	9,1	0,20		1,00	FD	51	02			1,8
2 FG	12:0	53,6	0,35		0,45	Ffb	51	19	25	14	8,4
3 FAW S-W	12:0	34,2	0,28		1,00	FAW	51	02			9,6
4 FAW N-W	12:0	18,3	0,28		1,00	FAW	51	02			5,1
5 FAWT N-W	12:0	8,7	1,30		1,00	FF	51	09	02		11,3
6 FG	12:0	16,7	0,35		0,45	Ffb	51	74	19	25	2,6
Schacht											
#1 Fbf	13:0	6,7	0,35		0,55	Ffb	74	50	19	26	1,3
2 Fbw S-W	13:0	4,9	0,35		0,65	Fwb	50	19	26	13	1,1
3 Fbw N-W	13:0	4,2	0,35		0,65	Fwb	50	19	26	13	1,0
4 Fbw N-O	13:0	4,9	0,35		0,65	Fwb	50	19	26	13	1,1
5 Fbw S-O	13:0	4,2	0,35		0,65	Fwb	50	19	26	13	1,0
6 FAW N-W	13:0	11,9	0,35		1,00	FAW	50	02			4,2
7 FD	13:0	6,8	0,35		1,00	FD	50	02			2,4
8 FD	13:0	17,4	0,35		1,00	FD	50	02			6,1
9 FAW N-O	13:0	3,8	0,35		1,00	FAW	50	02			1,3
10 FG	13:0	5,3	0,35		0,45	Ffb	50	19	25	14	0,8
11 FG	13:0	4,7	0,35		0,45	Ffb	50	74	19	25	0,7
12 FAW S-W	13:0	1,0	0,35		1,00	FAW	50	02			0,3
Lager, Technik, Archiv											
1 FAW N-W	14:0	7,8	0,28		1,00	FAW	51	02			2,2
2 FF N-W	14:0	3,6	1,30		1,00	FF	51	02			4,7

3 FD	14:0	36,7	0,20	1,00	F_D	51 02	7,3
4 FF N	14:0	2,7	2,70 ##	1,00	F_F	51 72 02	7,4
5 FAW S-W	14:0	14,6	0,28	1,00	F_{AW}	51 02	4,1
6 FF S-W	14:0	7,3	1,30	1,00	F_F	51 02	9,4
7 FAW S-O	14:0	6,0	0,28	1,00	F_{AW}	51 02	1,7
8 FF S-O	14:0	2,6	1,30	1,00	F_F	51 02	3,4
9 FF S-O	14:0	3,3	1,30	1,00	F_F	51 02	4,3
L,T,A niedrig beheizt							
1 FAW S-O	15:0	14,9	0,35	1,00	F_{AW}	50 02	5,2
2 FAW S-W	15:0	26,8	0,35	1,00	F_{AW}	50 02	9,4
3 FAWT S-W	15:0	10,2	2,90	1,00	F_{AW}	50 09 02	29,6
4 FD	15:0	38,4	0,35	1,00	F_D	50 02	13,4
5 FAW N-W	15:0	6,6	0,35	1,00	F_{AW}	50 02	2,3
6 FD	15:0	4,0	0,35	1,00	F_D	50 02	1,4
7 FG	15:0	59,1	0,35	0,45	F_{fb}	50 74 19 25	9,3
Σ A [m²] = 3.843,2				Σ H_T [W/K] =			1.597,8

1. Bodenplattenmaß B´ (25) = A_G / (0.5 P) = 1040,65 / 67,86 = 15,33 m
2. Bodenplattenmaß B´ (26) = 7,36/(0.5*10,85) = 1,36 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).
09 Außentür
82 Geschossdecke gegen Außenluft
12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
13 Wand des beheizten Kellers.
14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
19 Temperatur-Korrekturfaktoren Fx für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B´ nach EN ISO 13370.
26 Fx-Tabellenwert für das 2. 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.
60 opakes Bauteil mit solaren Wärmeeinträgen
71 Glasdach
72 Lichtkuppel
73 Lichtband
75 Vorhangfassade
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
$H_{T,WB}$ = 204,0 W/K (12,8 %, 0,053 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	Σ H_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
Klassenzimmer	330	22	0	353	0	0
Einzelbuero	40	0	0	40	0	0
Gruppenbuero	248	0	0	248	0	0
Besprechung	147	11	0	159	0	0
Sonstige Aufenthaltsräume	103	35	0	138	0	0

Nebenflaechen ohne Aufent	24	0	0	24	0	0
Bibliothek Freihandbereic	58	0	0	58	0	0
Verkehrsfläche Forum	230	41	0	271	0	0
Verkehrsfläche TRH	133	10	0	143	0	0
Verkehrsfläche	47	4	0	51	0	0
WC, Sanitär	91	17	0	108	0	0
Technikräume (mech. belüf	35	11	0	46	0	0
Schacht	22	7	0	29	0	0
Lager, Technik, Archiv	49	0	0	49	0	0
Technikräume niedrig behe	77	9	0	87	0	0
	1634	168		1802		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + Fx * H_{T,iu} + Fx * H_{T,s}) / A = 1.801,7 / 3.843,2 =$ **0,47 W/(m²K)**

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3
1 Hüllflächengruppen mit ungenügendem U-Wert (## - Markierung, NWG):

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max}	Ti ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	Ti < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen T_i ≥ 19°C		0,23	1,30	1,40	2,53
Zonen T_i < 19°C		0,48			

kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 2,53 W/(m²K) = 2,50 W/(m²K) +1,1%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), n_{50} = 1,00 h^{-1}
Nettoraumvolumen > 1.500 m³ $\Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2*3843 / 9150 = 0,84$ (Gl.68)

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern) für die Zonen Klassenzimmer, Besprechung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A/V_{dc} $m^3/(m^2h)$	Luftwechsel n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	Fenster n_{win} h^{-1}	Lüftungsanlage $n_{m,ZUL}$ h^{-1}	$t_{V,m}$ h/d
Klassenzimmer	-	0,68	9,25	3,09	0,05	0,10	3,10	9
Einzelbuero	-	2,66	4,00	1,27	0,19	0,55	-	-
Gruppenbuero	-	1,87	4,00	1,27	0,13	0,58	-	-

Besprechung	-	0,96	8,75	2,87	0,07	0,10	2,87	13
Sonstige Aufenthal	-	1,22	7,00	2,34	0,09	0,10	2,34	13
Nebenflaechen ohne	-	1,78	0,15	0,05	0,12	0,10	-	-
Bibliothek Freihan	-	1,42	2,00	0,64	0,10	0,10	0,64	14
Verkehrsfläche For	-	0,49	7,00	1,69	0,03	0,10	1,69	13
Verkehrsfläche TRH	-	1,12	0,00	0,00	0,08	0,10	-	-
Verkehrsfläche	-	1,56	0,00	0,00	0,11	0,10	-	-
WC, Sanitär	-	1,52	15,00	4,97	0,11	0,10	4,96	13
Technikräume (mech	-	0,90	0,15	0,04	0,06	0,10	0,04	13
Schacht	-	1,13	0,15	0,01	0,08	0,10	-	-
Lager, Technik, Ar	-	1,05	0,15	0,05	0,07	0,10	-	-
Technikräume niedr	-	1,36	0,15	0,04	0,09	0,10	-	-

⇒ WE-Betrieb ...

Klassenzimmer	0,00	0,00	0,05	0,10
Einzelbuero	0,00	0,00	0,19	0,10
Gruppenbuero	0,00	0,00	0,13	0,10
Besprechung	0,00	0,00	0,07	0,10
Sonstige Aufenthaltsräume	0,00	0,00	0,09	0,10
Nebenflaechen ohne Aufenthalt	0,00	0,00	0,12	0,10
Bibliothek Freihandbereich	0,00	0,00	0,10	0,10
Verkehrsfläche Forum	0,00	0,00	0,03	0,10
Verkehrsfläche TRH	0,00	0,00	0,08	0,10
Verkehrsfläche	0,00	0,00	0,11	0,10
WC, Sanitär	0,00	0,00	0,11	0,10
Technikräume (mech. belüftet)	0,00	0,00	0,06	0,10
Schacht	0,00	0,00	0,08	0,10
Lager, Technik, Archiv	0,00	0,00	0,07	0,10
Technikräume niedrig beheizt	0,00	0,00	0,09	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 5459 / 5459 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1847 / 1847 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1401 / 1401 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 129 / 129 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 4269 / 4269 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2309 / 2309 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 14 / 14 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * A_{NGF} / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
n_{inf} = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} * (1 + (1 - f_e) * $t_{V,mech}$ / 24) mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min}$ + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = $n_{win,min}$ + $\Delta n_{win,mech}$ * $t_{V,mech}$ / 24
mit $n_{win,min}$ = 0.1, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77
Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 2 / 3 /
Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2)* n_{inf} -0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 ⇒ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} -0.1
n_{mech} = $n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
Volumenströme V_{mech} und V* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	$H_{V,z,Jan}$ W/K	$H_{V,inf}$ W/K	$H_{V,win}$ W/K	Σ H_V W/K	$H_{V,mech}$ W/K	$\vartheta_{V,Jan}$ °C
Klassenzimmer	1.764	0	29	60	89	696	18,0
Einzelbuero	106	0	7	20	27	0	
Gruppenbuero	855	0	38	168	206	0	
Besprechung	644	0	15	22	37	340	18,0
Sonstige Aufenthalts	598	0	17	20	38	258	18,0
Nebenflaechen ohne A	56	0	2	2	4	0	
Bibliothek Freihandb	203	0	7	7	14	26	18,0

Verkehrsfläche Forum	2.528	0	29	86	115	786	18,0
Verkehrsfläche TRH	604	0	16	21	37	0	
Verkehrsfläche	218	0	8	7	16	0	
WC, Sanitär	465	0	17	16	33	425	18,0
Technikräume (mech.	313	0	7	11	17	2	18,0
Schacht	201	0	5	7	12	0	
Lager, Technik, Arch	242	0	6	8	14	0	
Technikräume niedrig	354	0	11	12	23	0	
		0	214	466	681	2534	

⇒ WE-Betrieb ...

Klassenzimmer	0	29	60	89
Einzelbuero	0	7	4	10
Gruppenbuero	0	38	29	67
Besprechung	0	15	22	37
Sonstige Aufenthaltsräume	0	17	20	38
Nebenflaechen ohne Aufentha	0	2	2	4
Bibliothek Freihandbereich	0	7	7	14
Verkehrsfläche Forum	0	29	86	115
Verkehrsfläche TRH	0	16	21	37
Verkehrsfläche	0	8	7	16
WC, Sanitär	0	17	16	33
Technikräume (mech. belüfte	0	7	11	17
Schacht	0	5	7	12
Lager, Technik, Archiv	0	6	8	14
Technikräume niedrig beheiz	0	11	12	23
	0	214	311	525

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

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n * V * $c_{p,a}$ * ρ_a = n * V * 0.34 [W/K]

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Kollektorfläche	Zone	Ag m²	IS,Jan/Jul W/m²	geff,Jan/Jul %		QS,Jan/Jul kWh/d
2 FF S-O	1	32,02	50/ 132	26/ 13	7106s	9,8/ 13,6
3 FF S-O	1	9,28	50/ 132	26/ 13	"	2,8/ 3,9
4 FF S-O	1	6,96	50/ 132	26/ 13	"	2,1/ 3,0
6 FF S-O	1	9,28	50/ 132	26/ 13	"	2,8/ 3,9
8 FF S-W	1	4,87	40/ 120	26/ 13	"	1,2/ 1,9
9 FF S-W	1	16,98	40/ 120	26/ 13	"	4,2/ 6,5
10 FF S-W	1	10,67	40/ 120	26/ 13	"	2,6/ 4,1
11 FF S-W	1	3,25	40/ 120	26/ 13	"	0,8/ 1,3
12 FF S-W	1	3,13	40/ 120	26/ 13	"	0,8/ 1,2
15 FF N-W	1	16,01	11/ 95	26/ 19	"	1,1/ 6,9
16 FF N-W	1	4,52	11/ 95	26/ 19	"	0,3/ 1,9
17 FF N-W	1	3,13	11/ 95	26/ 19	"	0,2/ 1,3

18 FF N-W	1	3,48	11/ 95	26/ 19	"	0,2/ 1,5
19 FF N-W	1	4,87	11/ 95	26/ 19	"	0,3/ 2,1
20 FF N-W	1	6,26	11/ 95	26/ 19	"	0,4/ 2,7
3 FF S-W	2	3,25	40/ 120	26/ 13	"	0,8/ 1,3
4 FF S-W	2	3,13	40/ 120	26/ 13	"	0,8/ 1,2
5 FF S-W	2	2,90	40/ 120	26/ 13	"	0,7/ 1,1
2 FF N-O	3	9,40	11/ 112	26/ 19	"	0,6/ 4,8
3 FF N-O	3	9,74	11/ 112	26/ 19	"	0,7/ 4,9
6 FF S-W	3	12,99	40/ 120	26/ 13	"	3,2/ 5,0
7 FF S-W	3	12,53	40/ 120	26/ 13	"	3,1/ 4,8
9 FF S-O	3	21,34	50/ 132	26/ 13	"	6,5/ 9,0
10 FF S-O	3	9,28	50/ 132	26/ 13	"	2,8/ 3,9
3 FF N-O	4	18,79	11/ 112	26/ 19	"	1,3/ 9,5
4 FF N-O	4	19,49	11/ 112	26/ 19	"	1,3/ 9,9
6 FF N-W	4	8,00	11/ 95	26/ 19	"	0,5/ 3,4
7 FF N-W	4	3,48	11/ 95	26/ 19	"	0,2/ 1,5
8 FF N-W	4	4,52	11/ 95	26/ 19	"	0,3/ 1,9
9 FF N-W	4	3,13	11/ 95	26/ 19	"	0,2/ 1,3
4 FF S-W	5	12,99	40/ 120	26/ 13	"	3,2/ 5,0
5 FF S-W	5	12,53	40/ 120	26/ 13	"	3,1/ 4,8
7 FF S-W	5	2,90	40/ 120	26/ 13	"	0,7/ 1,1
8 FF S-W	5	2,67	40/ 120	26/ 13	"	0,7/ 1,0
9 FF S-O	5	2,09	50/ 132	26/ 13	"	0,6/ 0,9
10 FF S-O	5	2,67	50/ 132	26/ 13	"	0,8/ 1,1
2 FF N-O	6	6,26	11/ 112	26/ 19	"	0,4/ 3,2
3 FF N-O	6	4,41	11/ 112	26/ 19	"	0,3/ 2,2
3 FF N-W	7	5,34	11/ 95	26/ 19	"	0,4/ 2,3
4 FF N-W	7	2,55	11/ 95	26/ 19	"	0,2/ 1,1
5 FF N-W	7	4,87	11/ 95	26/ 19	"	0,3/ 2,1
2 FF N-W	8	2,76	11/ 95	40/ 40	7100	0,3/ 2,5
3 FF N-W	8	1,09	11/ 95	40/ 40	"	0,1/ 1,0
5 FF N-O	8	4,19	11/ 112	40/ 40	"	0,4/ 4,5
6 FF N-O	8	13,80	11/ 112	40/ 40	"	1,5/ 14,9
8 FF S-O	8	2,76	50/ 132	40/ 40	"	1,3/ 3,5
9 FF S-O	8	1,11	50/ 132	40/ 40	"	0,5/ 1,4
13 FF N	8	10,71	29/ 210	46/ 46	"	3,4/ 24,8
14 FF N	8	2,52	29/ 210	46/ 46	"	0,8/ 5,8
18 FAWT N-O	8	2,64	11/ 112	26/ 26	"	0,2/ 1,8
19 FF N-O	8	2,32	11/ 112	26/ 26	"	0,2/ 1,6
2 FF N	9	1,29	29/ 210	47/ 47	"	0,4/ 3,0
4 FF N-W	9	22,70	11/ 95	26/ 26	"	1,5/ 13,2
6 FF S-O	9	21,31	50/ 132	26/ 26	"	6,5/ 17,2
12 FAWT N-W	9	2,64	11/ 95	26/ 26	"	0,2/ 1,5
13 FAWT S-O	9	2,09	50/ 132	26/ 26	"	0,6/ 1,7
5 FAWT N-W	10	4,67	11/ 95	26/ 26	"	0,3/ 2,7
6 FF N-W	10	10,76	11/ 95	26/ 26	"	0,7/ 6,3
6 FF N-W	11	5,80	11/ 95	26/ 19	7106s	0,4/ 2,5
5 FAWT N-W	12	6,09	11/ 95	26/ 26	7100	0,4/ 3,5
2 FF N-W	14	2,90	11/ 95	26/ 19	7106s	0,2/ 1,2
4 FF N	14	1,91	29/ 210	47/ 47	7100	0,6/ 4,5
6 FF S-W	14	5,80	40/ 120	26/ 13	7106s	1,4/ 2,2
8 FF S-O	14	2,09	50/ 132	26/ 13	"	0,6/ 0,9
9 FF S-O	14	2,67	50/ 132	26/ 13	"	0,8/ 1,1
		472,70				87/ 267

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen
7106: aus dem Bauteilbezug, vertikale Markise, grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz
Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig
Berechnung von $g_{tot,13363}$-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern G1 = 5, G2 = 10 und G3 = 30

$g_{eff} = F_S * F_W * F_V * g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_\perp$)
Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit $g_{eff} = F_W * F_V * (a * g_{tot} + (1-a) * g_\perp)$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend
a_{Wi} / a_{So} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone		A m²	U W/(m²K)	α	h_r W/(m²K)	$I_{S,Jul}$ W/m²	$Q_{S,Jul}$ kWh/d
1 FAW S-O	*SO*	1	92,8	0,28	0,50	4,50	132	1,1
5 FAW N-O	*NO*	1	68,4	0,28	0,50	4,50	112	0,6
7 FAW S-W	*SW*	1	69,5	0,28	0,50	4,50	120	0,7
14 FAW N-W	*NW*	1	39,9	0,28	0,50	4,50	95	0,3
1 FAW S-O	*SO*	2	35,5	0,28	0,50	4,50	132	0,4
2 FAW S-W	*SW*	2	6,9	0,28	0,50	4,50	120	0,1
6 FD	-	2	40,0	0,20	0,50	4,50	210	0,5
1 FAW N-O	*NO*	3	52,9	0,28	0,50	4,50	112	0,5
4 FD	-	3	308,4	0,20	0,50	4,50	210	3,6
5 FAW S-W	*SW*	3	36,8	0,28	0,50	4,50	120	0,4
8 FAW S-O	*SO*	3	41,9	0,28	0,50	4,50	132	0,5
2 FAW N-O	*NO*	4	51,6	0,28	0,50	4,50	112	0,5
5 FAW N-W	*NW*	4	20,3	0,28	0,50	4,50	95	0,1
10 FD	-	4	91,5	0,20	0,50	4,50	210	1,1
3 FAW S-W	*SW*	5	54,8	0,28	0,50	4,50	120	0,6
6 FAW S-O	*SO*	5	40,2	0,28	0,50	4,50	132	0,5
1 FAW N-O	*NO*	6	8,5	0,28	0,50	4,50	112	0,1
4 FD	-	6	11,2	0,20	0,50	4,50	210	0,1
1 FAW S-W	*SW*	7	35,5	0,28	0,50	4,50	120	0,4
2 FAW N-W	*NW*	7	19,6	0,28	0,50	4,50	95	0,1
6 FD	-	7	72,8	0,20	0,50	4,50	210	0,8
1 FAW N-W	*NW*	8	6,4	0,28	0,50	4,50	95	0,0
4 FAW N-O	*NO*	8	26,0	0,28	0,50	4,50	112	0,2
7 FAW S-O	*SO*	8	6,4	0,28	0,50	4,50	132	0,1
10 FD	-	8	27,8	0,20	0,50	4,50	210	0,3
11 FAW S-W	*SW*	8	7,4	0,28	0,50	4,50	120	0,1
12 FD	-	8	12,0	0,20	0,50	4,50	210	0,1
15 FD	-	8	208,0	0,20	0,50	4,50	210	2,4
1 FD	-	9	62,1	0,20	0,50	4,50	210	0,7
3 FAW N-W	*NW*	9	4,5	0,28	0,50	4,50	95	0,0
5 FAW S-O	*SO*	9	4,2	0,28	0,50	4,50	132	0,0
7 FAW S-O	*SO*	9	3,9	0,28	0,50	4,50	132	0,0
8 FAW N-W	*NW*	9	4,1	0,28	0,50	4,50	95	0,0
11 FAW S-W	*SW*	9	10,6	0,28	0,50	4,50	120	0,1
1 FD	-	10	52,0	0,20	0,50	4,50	210	0,6
2 FAW N-O	*NO*	10	10,3	0,28	0,50	4,50	112	0,1
4 FAW N-W	*NW*	10	7,9	0,28	0,50	4,50	95	0,1
1 FAW N-O	*NO*	11	110,8	0,28	0,50	4,50	112	1,0
2 FD	-	11	38,0	0,20	0,50	4,50	210	0,4
3 FAW N-W	*NW*	11	90,5	0,28	0,50	4,50	95	0,6
1 FD	-	12	9,1	0,20	0,50	4,50	210	0,1
3 FAW S-W	*SW*	12	34,2	0,28	0,50	4,50	120	0,3
4 FAW N-W	*NW*	12	18,3	0,28	0,50	4,50	95	0,1
6 FAW N-W	*NW*	13	11,9	0,35	0,50	4,50	95	0,1

7 FD	-	13	6,8	0,35	0,50	4,50	210	0,1
8 FD	-	13	17,4	0,35	0,50	4,50	210	0,4
9 FAW N-O	*NO*	13	3,8	0,35	0,50	4,50	112	0,0
12 FAW S-W	*SW*	13	1,0	0,35	0,50	4,50	120	0,0
1 FAW N-W	*NW*	14	7,8	0,28	0,50	4,50	95	0,1
3 FD	-	14	36,7	0,20	0,50	4,50	210	0,4
5 FAW S-W	*SW*	14	14,6	0,28	0,50	4,50	120	0,1
7 FAW S-O	*SO*	14	6,0	0,28	0,50	4,50	132	0,1
1 FAW S-O	*SO*	15	14,9	0,35	0,50	4,50	132	0,2
2 FAW S-W	*SW*	15	26,8	0,35	0,50	4,50	120	0,3
3 FAWT S-W	*SW*	15	10,2	2,90	0,50	4,50	120	1,1
4 FD	-	15	38,4	0,35	0,50	4,50	210	0,8
5 FAW N-W	*NW*	15	6,6	0,35	0,50	4,50	95	0,1
6 FD	-	15	4,0	0,35	0,50	4,50	210	0,1
			2.160,4					24,2

$Q_{S,op} = R_{se} * U * A * (\alpha * I_S - F_f * h_r * \Delta\vartheta_{er}) * t$ (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)
$\Delta\vartheta_{er}$ = 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 ...								
Klassenzimmer	2.304	1.788	651	465	921	773	1.872	19.032
Einzelbuero	184	141	53	39	70	57	146	1.394
Gruppenbuero	1.314	1.022	371	266	524	440	1.074	10.893
Besprechung	545	312	137	76	120	184	436	5.881
Sonstige Aufen	714	554	205	151	281	226	571	5.454
Nebenflaechen	102	59	26	14	22	35	83	1.123
Bibliothek Fre	120	68	30	17	27	39	92	1.236
Verkehrsfläche	1.054	668	265	156	271	350	845	12.680
Verkehrsfläche	770	573	212	143	288	265	626	8.574
Verkehrsfläche	145	82	37	20	32	48	111	1.778
WC, Sanitär	54	31	14	8	12	18	42	562
Technikräume (	57	32	15	8	13	19	44	702
Schacht	-	-	-	-	-	-	-	-
Lager, Technik	321	237	88	60	114	105	258	2.891
Technikräume n	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
Klassenzimmer	45	28	-	-	2	-	28	523
Einzelbuero	15	8	-	-	1	-	9	184
Gruppenbuero	55	13	-	-	1	-	20	831
Besprechung	12	-	-	-	-	-	2	250
Sonstige Aufen	25	16	-	-	1	-	16	233
Nebenflaechen	1	-	-	-	-	-	0	31
Bibliothek Fre	17	5	-	-	-	-	7	236
Verkehrsfläche	31	2	-	-	0	-	8	532
Verkehrsfläche	12	3	-	-	0	-	4	170
Verkehrsfläche	6	-	-	-	-	-	1	116
WC, Sanitär	9	-	-	-	-	-	1	285
Technikräume (	10	5	-	-	-	-	6	113
Schacht	5	0	-	-	-	-	1	101

Lager, Technik	9	3	-	-	0	-	4	125
Technikräume n	48	24	-	-	0	-	27	517
	7.984	5.676	2.103	1.423	2.702	2.559	6.335	76.448

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

Zone	A_B m²	$q_{I,p}$ kWh/d	$q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
Klassenzimmer	590	59,0	11,8	0,0	70,8
Einzelbuero	34	1,0	1,4	0,0	2,5
Gruppenbuero	272	8,2	11,7	0,0	19,9
Besprechung	211	19,6	1,7	0,0	21,3
Sonstige Aufenthaltsräume	200	18,6	1,6	0,0	20,2
Nebenflaechen ohne Aufenthal	18	-	-	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich	65	2,7	-	0,0	2,7
Verkehrsfläche Forum	610	56,7	4,9	0,0	61,6
Verkehrsfläche TRH	172	-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche	71	-	-	0,0	0,0
WC, Sanitär	154	-	-	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet	90	-	-	0,0	0,0
Schacht	18	-	-	0,0	0,0
Lager, Technik, Archiv	79	-	-	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt	106	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
Klassenzimmer		-	-	0,0	0,0
Einzelbuero		-	-	0,0	0,0
Gruppenbuero		-	-	0,0	0,0
Besprechung		-	-	0,0	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume		-	-	0,0	0,0
Nebenflaechen ohne Aufenthal		-	-	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich		-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche Forum		-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche TRH		-	-	0,0	0,0
Verkehrsfläche		-	-	0,0	0,0
WC, Sanitär		-	-	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet		-	-	0,0	0,0
Schacht		-	-	0,0	0,0
Lager, Technik, Archiv		-	-	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt		-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m³/hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
Klassenzimmer	0,0	13,4	10,6	0,0	0,0
Einzelbuero	0,0	3,7	0,5	0,0	0,0
Gruppenbuero	0,0	16,0	3,8	0,0	0,0
Besprechung	0,0	11,4	3,8	0,0	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume	0,0	10,1	3,6	0,0	0,0
Nebenflaechen ohne Aufenthalt	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0
Bibliothek Freihandbereich	0,0	8,0	1,2	0,0	0,0
Verkehrsfläche Forum	0,0	26,7	11,0	0,0	0,0
Verkehrsfläche TRH	0,0	1,4	2,4	0,0	0,0
Verkehrsfläche	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0
WC, Sanitär	0,0	9,7	2,8	0,0	0,0
Technikräume (mech. belüftet)	0,0	0,4	1,6	0,0	0,0
Schacht	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0

Lager, Technik, Archiv	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Technikräume niedrig beheizt	0,0	0,6	1,5	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken
$q_{I,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)
$q_{I,fac}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen
$Q_{I,g}$ = $Q_{I,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte
Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert
Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)
$Q_{I,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme
$Q_{I,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
$Q_{I,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme
$Q_{I,rv}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

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

Zone	Σ H_T W/K	Σ H_V W/K	Σ $H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
Klassenzimmer	353	89	696	253	126	0,498
Einzelbuero	40	27	0	32	9	0,281
Gruppenbuero	248	206	0	218	57	0,263
Besprechung	159	37	340	113	41	0,362
Sonstige Aufenthaltsräume	138	38	258	100	43	0,434
Nebenflaechen ohne Aufenthal	24	4	0	13	1	0,079
Bibliothek Freihandbereich	58	14	26	36	13	0,354
Verkehrsfläche Forum	271	115	786	237	110	0,461
Verkehrsfläche TRH	143	37	0	89	13	0,151
Verkehrsfläche	51	16	0	34	3	0,083
WC, Sanitär	108	33	425	90	13	0,148
Technikräume (mech. belüftet	46	17	2	34	3	0,081
Schacht	29	12	0	16	0	0,017
Lager, Technik, Archiv	49	14	0	32	5	0,155
Technikräume niedrig beheizt	87	23	0	45	2	0,052

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	ηWE
Klassenzimmer	50	1137	25,94	2,62	0,912	1,000
Einzelbuero	50	66	25,43	2,59	0,973	0,998
Gruppenbuero	50	454	29,99	2,87	0,984	0,999
Besprechung	50	535	19,71	2,23	0,931	1,000
Sonstige Aufenthaltsräume	50	434	23,04	2,44	0,922	1,000
Nebenflaechen ohne Aufenthal	50	28	32,57	3,04	1,000	0,999
Bibliothek Freihandbereich	50	97	33,21	3,08	0,973	1,000
Verkehrsfläche Forum	50	1173	26,01	2,63	0,925	1,000
Verkehrsfläche TRH	50	180	47,75	3,98	1,000	0,999
Verkehrsfläche	50	66	53,21	4,33	1,000	1,000
WC, Sanitär	50	565	13,61	1,85	0,975	1,000
Technikräume (mech. belüftet	50	66	68,46	5,28	1,000	1,000
Schacht	50	41	21,67	2,35	1,000	1,000
Lager, Technik, Archiv	50	63	62,77	4,92	1,000	1,000
Technikräume niedrig beheizt	50	110	48,19	4,01	1,000	1,000

Σ H_T = $H_{T,D}$ + $H_{T,S}$ + $H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}
Σ H_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung
Σ $H_{V,mech}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone
Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone
$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken
C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche
τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung
$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter
η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei γ=1 gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i,1}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5
$T_{i,2}$	°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
$T_{i,3}$	°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
$T_{i,4}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,5}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,6}$	°C	20,0	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,7}$	°C	20,1	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,0
$T_{i,8}$	°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
$T_{i,9}$	°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
$T_{i,10}$	°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
$T_{i,11}$	°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
$T_{i,12}$	°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
$T_{i,13}$	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
$T_{i,14}$	°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
$T_{i,15}$	°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
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°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
$T_{i,2}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,3}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,4}$	°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
$T_{i,5}$	°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
$T_{i,6}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,7}$	°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
$T_{i,8}$	°C	17,5	17,7	18,2	18,9	19,8	20,2	20,7	20,6	19,8	19,0	18,0	17,5
$T_{i,9}$	°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
$T_{i,10}$	°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	17,4	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,12}$	°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
$T_{i,13}$	°C	13,9	14,1	14,6	15,5	16,4	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,5	13,9
$T_{i,14}$	°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	14,0	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0

7.1 Zone Klassenzimmer

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0
Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".
Der Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ wird berücksichtigt

Regelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,5 °C und Q_I = 70,8 kWh/d
Wochenendbetrieb (45,2%) 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}		0,631	0,784	0,907	0,928	0,912	0,913	0,842	0,693
$\eta_{source,WE}$		0,695	0,972	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990	0,794
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	736	523	506	523	523	472	523	6.866
t_h	h	226	744	720	744	744	672	744	5.532
$Q_{h,b,RE}$	kWh	413	1.037	1.990	2.521	2.347	2.064	1.579	13.590
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	74	1.110	1.599	1.383	1.186	555	5.907
Q_T	kWh	1.495	2.652	3.771	4.635	4.612	3.978	3.759	31.100
Q_V	kWh	680	1.250	1.431	1.598	1.594	1.410	1.457	10.344
Q_S^*	kWh	1.550	1.578	618	446	879	736	1.728	13.539
Q_I^*	kWh	896	1.221	1.507	1.699	1.614	1.417	1.356	13.046

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

7.2 Zone Einzelbuero

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 2,5 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,2 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,730	0,884	0,969	0,978	0,973	0,972	0,930	0,778
$\eta_{source,WE}$		0,763	0,962	0,999	1,000	0,998	0,999	0,979	0,830
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	57	30	29	30	30	27	30	354
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.039
$Q_{h,b,RE}$	kWh	72	190	391	512	488	422	327	2.661
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	34	110	149	137	118	76	637
Q_T	kWh	173	307	436	536	533	460	435	3.597
Q_V	kWh	96	170	242	297	296	255	241	1.996
Q_S^*	kWh	148	135	52	38	70	56	146	1.190
Q_I^*	kWh	92	119	134	146	142	125	127	1.248

7.3 Zone Gruppenbuero

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,775	0,916	0,981	0,988	0,984	0,985	0,957	0,809
$\eta_{source,WE}$		0,753	0,966	0,999	1,000	0,999	0,999	0,985	0,807
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	355	241	233	241	241	218	241	3.247
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.305
$Q_{h,b,RE}$	kWh	509	1.412	2.805	3.609	3.467	3.009	2.369	19.439
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	135	636	884	793	675	388	3.511
Q_T	kWh	1.081	1.917	2.726	3.351	3.334	2.876	2.717	22.484
Q_V	kWh	728	1.291	1.837	2.257	2.246	1.937	1.830	15.146
Q_S^*	kWh	1.051	965	366	263	519	436	1.057	8.972
Q_I^*	kWh	539	711	820	934	865	738	736	7.448

7.4 Zone Besprechung

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,699	0,857	0,915	0,930	0,931	0,924	0,886	0,691
$\eta_{source,WE}$		0,928	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,823
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	225	187	181	187	187	169	187	2.097
t_h	h	490	744	720	744	744	672	744	6.130
$Q_{h,b,RE}$	kWh	319	864	1.308	1.609	1.607	1.364	1.185	9.264
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	140	374	521	503	401	270	2.209
Q_T	kWh	692	1.228	1.746	2.146	2.136	1.842	1.741	14.402
Q_V	kWh	374	676	750	823	821	730	766	5.381
Q_S^*	kWh	429	282	129	73	114	174	403	3.723
Q_I^*	kWh	464	627	710	799	759	651	649	6.056

7.5 Zone Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 20,2 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,4 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,627	0,807	0,914	0,934	0,922	0,922	0,862	0,691
$\eta_{source,WE}$		0,799	0,983	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,872
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	199	177	172	177	177	160	177	1.942
t_h	h	371	744	720	744	744	672	744	5.994

$Q_{h,b,RE}$	kWh	194	583	1.066	1.350	1.277	1.119	892	7.271
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	32	299	429	384	331	177	1.651
Q_T	kWh	605	1.073	1.525	1.875	1.865	1.609	1.520	12.580
Q_V	kWh	328	591	680	762	760	671	692	5.003
Q_S^*	kWh	503	491	193	144	267	214	531	4.091
Q_I^*	kWh	403	557	654	722	698	619	613	5.748

7.6 Zone Nebenflaechen ohne Aufenthalt

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,904	0,988	0,999	1,000	1,000	0,999	0,987	0,823
$\eta_{source,WE}$		0,789	0,980	0,999	1,000	0,999	0,998	0,979	0,783
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	32	16	16	16	16	15	16	175
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.091
$Q_{h,b,RE}$	kWh	53	128	214	272	265	218	174	1.422
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	26	63	85	82	65	43	366
Q_T	kWh	103	183	260	319	318	274	259	2.141
Q_V	kWh	18	33	47	57	57	49	46	385
Q_S^*	kWh	90	58	25	14	22	35	82	802
Q_I^*	kWh	2	4	7	9	9	7	6	50

7.7 Zone Bibliothek Freihandbereich

Regelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,1 °C und Q_I = 2,7 kWh/d
Wochenendbetrieb (17,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,3 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,708	0,904	0,961	0,974	0,973	0,968	0,943	0,743
$\eta_{source,WE}$		0,966	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,888
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	46	57	55	57	57	52	57	551
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.395
$Q_{h,b,RE}$	kWh	68	265	481	629	620	518	424	3.257
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	18	65	94	91	73	49	390
Q_T	kWh	259	460	654	804	800	690	652	5.393
Q_V	kWh	83	146	189	223	222	193	190	1.490
Q_S^*	kWh	103	67	29	17	26	38	95	955
Q_I^*	kWh	190	260	284	309	302	266	275	2.548

7.8 Zone Verkehrsfläche Forum

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 61,6 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,5 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,661	0,848	0,910	0,926	0,925	0,920	0,884	0,666
$\eta_{source,WE}$		0,959	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,813
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	450	540	523	540	540	488	540	5.047
t_h	h	350	744	720	744	744	672	744	5.926
$Q_{h,b,RE}$	kWh	470	1.551	2.400	2.954	2.921	2.502	2.163	16.531
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	102	578	853	811	642	374	3.360
Q_T	kWh	1.188	2.107	2.997	3.683	3.665	3.161	2.987	24.714
Q_V	kWh	1.005	1.809	2.084	2.333	2.327	2.056	2.119	15.331
Q_S^*	kWh	819	601	249	148	257	331	784	7.303
Q_I^*	kWh	1.197	1.674	1.901	2.123	2.053	1.776	1.786	15.948

7.9 Zone Verkehrsfläche TRH

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,898	0,986	1,000	1,000	1,000	0,999	0,993	0,798
$\eta_{source,WE}$		0,758	0,974	1,000	1,000	0,999	0,999	0,989	0,745
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	203	152	147	152	152	137	152	1.744
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.889
$Q_{h,b,RE}$	kWh	256	716	1.360	1.720	1.617	1.392	1.081	8.866
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	65	341	481	433	362	204	1.886
Q_T	kWh	627	1.112	1.582	1.944	1.935	1.669	1.577	13.047
Q_V	kWh	160	284	404	497	494	426	403	3.333
Q_S^*	kWh	667	566	211	143	288	264	625	5.769
Q_I^*	kWh	31	53	87	114	104	86	69	627

7.10 Zone Verkehrsfläche

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,987	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,879
$\eta_{source,WE}$		0,959	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,823
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	78	63	61	63	63	57	63	684
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.339

$Q_{h,b,RE}$	kWh	169	357	539	666	656	554	484	3.794
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	57	135	184	179	145	106	818
Q_T	kWh	223	396	564	693	689	594	562	4.648
Q_V	kWh	68	121	172	211	210	181	171	1.415
Q_S^*	kWh	147	82	37	20	32	48	112	1.418
Q_I^*	kWh	16	24	36	47	44	37	31	287

7.11 Zone WC, Sanitär

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,909	0,964	0,972	0,975	0,975	0,974	0,969	0,853
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	80	136	132	136	136	123	136	1.230
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.007
$Q_{h,b,RE}$	kWh	547	1.160	1.430	1.649	1.641	1.432	1.416	10.716
$Q_{h,b,WE}$	kWh	71	163	302	397	392	329	280	2.130
Q_T	kWh	470	833	1.185	1.457	1.450	1.250	1.181	9.775
Q_V	kWh	409	740	787	845	844	754	808	5.493
Q_S^*	kWh	60	30	14	8	12	18	42	700
Q_I^*	kWh	201	235	259	287	284	250	256	2.537

7.12 Zone Technikräume (mech. belüftet)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,972
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,940
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	46	80	77	80	80	72	80	767
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.160
$Q_{h,b,RE}$	kWh	180	382	536	650	643	553	512	4.066
$Q_{h,b,WE}$	kWh	11	47	113	156	152	126	98	730
Q_T	kWh	202	359	510	627	624	538	509	4.209
Q_V	kWh	78	139	195	240	238	206	195	1.606
Q_S^*	kWh	67	37	15	8	13	19	50	758
Q_I^*	kWh	22	33	49	62	60	51	44	403

7.13 Zone Schacht

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 16,1 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 13,9 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,783
$\eta_{source,WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,771
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	4	11	15	16	16	14	16	110
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.552
$Q_{h,b,RE}$	kWh	51	160	265	337	334	285	255	1.883
$Q_{h,b,WE}$	kWh	14	47	84	111	110	93	79	591
Q_T	kWh	51	145	242	312	310	264	238	1.771
Q_V	kWh	21	62	103	132	132	112	101	751
Q_S^*	kWh	5	0	-	-	-	-	1	52
Q_I^*	kWh	1	3	6	8	8	6	5	41

7.14 Zone Lager, Technik, Archiv

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,888	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,841
$\eta_{source,WE}$		0,701	0,979	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,762
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	71	132	68	70	70	63	70	812
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	5.735
$Q_{h,b,RE}$	kWh	64	309	493	624	582	500	371	3.184
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	101	151	132	109	43	537
Q_T	kWh	214	380	541	664	661	570	539	4.459
Q_V	kWh	63	111	158	194	193	167	158	1.304
Q_S^*	kWh	274	238	88	60	115	105	261	2.273
Q_I^*	kWh	5	12	25	35	34	28	22	178

7.15 Zone Technikräume niedrig beheizt

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}		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,766
$\eta_{source,WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,767
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	23	65	91	94	94	85	94	637
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.552

$Q_{h,b,RE}$	kWh	110	424	732	925	911	781	695	5.066
$Q_{h,b,WE}$	kWh	16	84	172	245	239	199	151	1.179
Q_T	kWh	153	439	731	943	937	799	721	5.352
Q_V	kWh	41	119	198	255	254	216	195	1.449
Q_S^*	kWh	48	24	-	-	0	-	27	291
Q_I^*	kWh	20	30	47	61	59	50	42	359

7.16 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
Klassenzimmer	31.100	10.344	13.539	13.047	19.497	33,0
Einzelbuero	3.597	1.996	1.190	1.248	3.298	97,8
Gruppenbuero	22.484	15.146	8.972	7.448	22.950	84,3
Besprechung	14.402	5.381	3.723	6.056	11.474	54,3
Sonstige Aufenthalt	12.580	5.003	4.091	5.748	8.922	44,6
Nebenflaechen ohne	2.141	385	802	50	1.788	98,6
Bibliothek Freihand	5.393	1.491	955	2.549	3.647	56,4
Verkehrsfläche Foru	24.714	15.331	7.303	15.948	19.891	32,6
Verkehrsfläche TRH	13.047	3.333	5.769	627	10.752	62,6
Verkehrsfläche	4.648	1.415	1.418	287	4.611	65,2
WC, Sanitär	9.775	5.493	701	2.537	12.846	83,5
Technikräume (mech.	4.209	1.606	758	403	4.796	53,3
Schacht	1.771	751	52	41	2.475	138,8
Lager, Technik, Arc	4.459	1.304	2.273	178	3.721	47,0
Technikräume niedri	5.352	1.449	292	359	6.244	58,8
	159.672	70.427	51.837	56.524	136.912	50,9

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, θ_e = 1,0 °C

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP,Jan}$ °C
Klassenzimmer	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Besprechung	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Sonstige Aufenthaltsräume	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Bibliothek Freihandbereich	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Verkehrsfläche Forum	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
WC, Sanitär	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Technikräume (mech. belüfte	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 5459 / 5459 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1847 / 1847 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 1401 / 1401 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 129 / 129 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 4269 / 4269 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2309 / 2309 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA}$ = 14 / 14 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*d_V h/m	$p_{V,SUP}$ kW	$p_{V,ETA}$ kW	$W_{V,Jan}$ kWh
Klassenzimmer	5459	153	2,73	1,97	719
Besprechung	1847	276	0,92	0,67	439
Sonstige Aufenthaltsräume	1401	276	0,70	0,51	333
Bibliothek Freihandbereich	129	357	0,06	0,05	40
Verkehrsfläche Forum	4269	276	2,13	1,54	1.014
WC, Sanitär	2309	276	1,15	0,83	549
Technikräume (mech. belüfte	14	276	0,01	0,00	3

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Klassenzimmer	695	719	695	719	719	649	719	8.462
Besprechung	425	439	425	439	439	397	439	5.170
Sonstige Aufent	322	333	322	333	333	301	333	3.919
Bibliothek Frei	39	40	39	40	40	36	40	470
Verkehrsfläche	982	1.014	982	1.014	1.014	916	1.014	11.943
WC, Sanitär	531	549	531	549	549	496	549	6.460
Technikräume (m	3	3	3	3	3	3	3	39
	2.997	3.097	2.997	3.097	3.097	2.797	3.097	36.464

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m³	f_H	q_H Wh/m³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m²
Klassenzimmer	19,4	466	0,98	188	1.025	0,0
Besprechung	19,4	466	1,01	349	645	0,0
Sonstige Aufenthaltsräume	19,4	466	1,01	349	489	0,0
Bibliothek Freihandbereic	19,4	466	1,01	451	58	0,0
Verkehrsfläche Forum	19,4	466	1,01	349	1.491	0,0
WC, Sanitär	19,4	466	1,01	349	806	0,0
Technikräume (mech. belüf	19,4	466	1,01	349	5	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 Klassenzimmer

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	295	657	1.040	1.025	829	594	5.255
$t_{h*,op}$	h	-	15	15	15	15	14	15	165
$Q_{h*,b}$	kWh	-	324	723	1.144	1.127	912	653	5.780
		-	324	723	1.144	1.127	912	653	5.780

Zone Besprechung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	15	185	414	655	645	522	374	3.317
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	17	204	455	720	710	574	411	3.648
		17	528	1.178	1.864	1.837	1.486	1.064	9.428

Zone Sonstige Aufenthaltsräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	12	141	314	497	489	396	283	2.516
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	13	155	345	546	538	435	312	2.767
		29	683	1.524	2.410	2.375	1.921	1.376	12.195

Zone Bibliothek Freihandbereich

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	1	17	37	59	58	47	34	299
$t_{h*,op}$	h	35	36	35	36	36	32	36	420
$Q_{h*,b}$	kWh	1	18	41	65	64	52	37	327
		31	701	1.565	2.475	2.439	1.973	1.413	12.523

Zone Verkehrsfläche Forum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	35	429	957	1.513	1.491	1.206	864	7.666
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	39	472	1.052	1.665	1.640	1.327	950	8.432
		70	1.173	2.617	4.140	4.079	3.300	2.363	20.955

Zone WC, Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	19	232	517	818	806	652	467	4.146
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	21	255	569	900	887	718	514	4.561
		90	1.428	3.186	5.040	4.966	4.017	2.877	25.515

Zone Technikräume (mech. belüftet)

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	1	3	5	5	4	3	25
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	0	1	3	5	5	4	3	25
		91	1.429	3.189	5.045	4.971	4.021	2.880	25.541

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
3 statische Zen	43	679	1.515	2.397	2.361	1.910	1.368	12.132
4 Umluftheizung	48	750	1.674	2.649	2.610	2.111	1.512	13.409
	91	1.429	3.189	5.045	4.971	4.021	2.880	25.541

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme
mit $Q_{V,H}$ = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, $t_{h*,op}$ = Bedarfszeit der Heizregister und $Q_{h*,b}$ = Nutzwärmebedarf der Heizregister
$t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a}$, max. $t_{V,mech} * d_{V,mech,m}$ (DIN V 18599-7, Gl.4)
$Q_{h*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)
Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vh,d}$ = 16 W/m²

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

.....

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (13), mit Dachoberlichtern (3)
Bezüge siehe DIN V 18599-4
Der Verbauungsindex wird nach GEG ´20, §25 vereinfacht mit I_V = 0.9 angenommen

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
1 Klassenzimmer » S-O	S-O 1	300	590,3	168,4	mittel	86
2 Einzelbuero » S-W	S-W 2	500	10,8	11,6	gut	91
3 Gruppenbuero » S-O	S-O 3	500	272,3	94,1	gut	79
4 Besprechung » N-O	N-O 4	500	211,1	71,8	gut	76
5 Sonstige Aufenthaltsräu	S-W 5	300	91,3	44,8	gut	91
6 Nebenflaechen ohne Aufe	N-O 6	100	18,1	13,3	gut	97
7 Bibliothek Freihandbere	N-W 7	200	21,7	15,9	gut	97
8 Verkehrsfläche Forum »	N-O 8	300	107,8	38,8	gut	91
10 Verkehrsfläche TRH » N-	N-W 9	100	171,6	69,6	gut	92
12 Verkehrsfläche » N-W	N-W 10	100	70,7	20,1	mittel	84
13 WC, Sanitär » N-W	N-W 11	200	7,7	7,3	gut	98
14 Technikräume (mech. bel	N-W 12	100	21,2	8,7	gut	93

15 Lager, Technik, Archiv	S-W 14	100	79,1	16,8	mittel	81

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
9 Verkehrsfläche Forum »	8	300	502,1	18,9	keine	83
11 Verkehrsfläche TRH »	9	100	7,4	1,8	mittel	92
16 Lager, Technik, Archiv »	14	100	10,9	2,7	gut	94

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m²]	A_{TL} [m²]	A_{KTL} [m²]
Klassenzimmer	590	590	0
Einzelbuero	34	11	23
Gruppenbuero	272	272	0
Besprechung	211	211	0
Sonstige Aufenthaltsräum	200	91	109
Nebenflaechen ohne Aufen	18	18	0
Bibliothek Freihandberei	65	22	43
Verkehrsfläche Forum	610	610	-
Verkehrsfläche TRH	172	179	-7
Verkehrsfläche	71	71	0
WC, Sanitär	154	8	146
Technikräume (mech. belü	90	21	69
Schacht	18	-	18
Lager, Technik, Archiv	79	90	-11
Technikräume niedrig beh	106	-	106

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich		C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 Klassenzimmer » S-	1	86	70	49	42	36	33	30	30
2 Einzelbuero » S-W	2	91	75	42	34	27	23	20	20
3 Gruppenbuero » S-O	3	79	73	51	44	39	35	33	33
4 Besprechung » N-O	4	76	73	53	46	41	37	35	35
5 Sonstige Aufenthal	5	91	60	54	47	42	39	37	36
6 Nebenflaechen ohne	6	97	60	50	43	38	35	32	32
7 Bibliothek Freihan	7	97	60	50	43	38	35	32	32
8 Verkehrsfläche For	8	91	60	54	47	42	39	37	36
9 Verkehrsfläche For	8	83	50	69	62	56	52	49	49
10 Verkehrsfläche TRH	9	92	60	53	47	42	38	36	36
11 Verkehrsfläche TRH	9	92	55	63	53	46	41	38	37
12 Verkehrsfläche » N	10	84	55	61	55	51	48	46	46
13 WC, Sanitär » N-W	11	98	60	50	43	38	34	32	31

14 Technikräume (mech	12	93	60	53	46	41	38	35	35
15 Lager, Technik, Ar	14	81	55	62	57	53	50	49	48
16 Lager, Technik, Ar	14	94	60	58	48	40	34	31	30

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

$C_{TL,kon}$ = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25
F_{TL} = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39
$F_{TL} = \max[1 - v_{Monat} * C_{TL} * C_{TL,kon};0]$, Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (14)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	pj W/m²	fPrä	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 Klassenzimmer	1	300	1-1-2	9,3	0,88	46	1225	0	252
2 Einzelbuero	2	500	1-1-2	20,6	0,85	69	2162	176	112
3 Gruppenbuero	3	500	1-1-2	17,9	0,85	84	2162	176	485
4 Besprechung	4	500	1-1-2	18,1	0,53	54	1335	109	242
5 Sonstige Aufentha	5	300	1-1-2	10,9	0,53	61	1335	109	215
6 Nebenflaechen ohn	6	100	1-1-2	3,6	0,14	16	369	30	1
7 Bibliothek Freiha	7	200	1-1-2	12,2	1,00	115	3009	591	204
8 Verkehrsfläche Fo	8	300	1-1-2	10,9	0,53	76	1335	109	565
9 Verkehrsfläche TR	9	100	1-1-2	5,3	0,24	28	610	50	31
10 Verkehrsfläche	10	100	1-1-2	5,3	0,24	32	610	50	13
11 WC, Sanitär	11	200	1-1-2	10,6	0,55	59	1399	114	205
12 Technikräume (mec	12	100	1-1-2	7,2	0,07	8	175	14	9
13 Lager, Technik, A	14	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	0
14 Technikräume nied	15	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	13
									2347

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, A_{KL} = 2.690 m²
Präsenzmelder: Zonen 4/5/6/8/9/10/11/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/7/

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Ql,f

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
Klassenzimmer	166	199	229	278	227	176	167	2.159
Einzelbuero	73	77	77	82	79	69	75	892
Gruppenbuero	268	311	339	402	339	271	272	3.408
Besprechung	193	223	242	282	243	194	196	2.449
Sonstige Aufen	196	210	210	226	215	187	202	2.418
Nebenflaechen	1	1	1	1	1	1	1	12
Bibliothek Fre	191	201	200	211	205	181	197	2.345
Verkehrsfläche	453	505	547	626	566	456	468	5.706
Verkehrsfläche	24	28	31	36	31	25	25	308
Verkehrsfläche	11	13	13	15	13	11	12	142
WC, Sanitär	197	204	198	206	205	184	204	2.400
Technikräume (	9	9	9	10	9	8	9	108
Schacht	-	-	-	-	-	-	-	-
Lager, Technik	-	-	-	-	-	-	-	-
Technikräume n	13	13	13	13	13	12	13	154
	1.795	1.994	2.109	2.387	2.145	1.775	1.838	22.500

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$ W/m² (Gl.11)
mit k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB} = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen
$t_{T,TL}$ / $t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit
t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10
$Q_{l,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j * [A_{TL}*(t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL}*(t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)
$Q_{l,f} = \Sigma F_{t,n} * \Sigma Q_{l,b} = Q_{i,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Qsink	Qsource	γ	cwirk	τ	η
Klassenzimmer	32	138	4,339	50,000	25,94	0,227
Einzelbuero	5	10	2,182	50,000	25,43	0,423
Gruppenbuero	33	69	2,104	50,000	29,99	0,444
Besprechung	14	59	4,189	50,000	19,71	0,231
Sonstige Aufenthaltsräume	13	44	3,508	50,000	23,04	0,275
Nebenflaechen ohne Aufenthal	2	6	2,806	50,000	32,57	0,345
Bibliothek Freihandbereich	5	17	3,318	50,000	33,21	0,296
Verkehrsfläche Forum	28	146	5,259	50,000	26,01	0,188
Verkehrsfläche TRH	13	39	2,991	50,000	47,75	0,332
Verkehrsfläche	5	10	2,134	50,000	53,21	0,458
WC, Sanitär	10	14	1,396	50,000	13,61	0,538
Technikräume (mech. belüftet	5	5	0,996	50,000	68,46	0,842
Schacht	3	1	0,216	50,000	21,67	0,978
Lager, Technik, Archiv	5	11	2,352	50,000	62,77	0,421
Technikräume niedrig beheizt	8	3	0,397	50,000	48,19	0,985

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Qc,b (Raumklima)								
Klassenzimmer	89	126	110	323	957	1.054	1.679	10.485
Einzelbuero	3	4	3	14	52	55	87	568
Gruppenbuero	9	12	11	51	280	285	519	3.157
Besprechung	40	40	42	90	285	510	875	4.598
Sonstige Aufen	36	49	44	122	321	366	599	3.921
Nebenflaechen	-	-	-	1	16	28	55	229
Bibliothek Fre	5	6	6	16	66	145	244	1.224
Verkehrsfläche	110	115	115	234	645	1.514	2.406	12.421
Verkehrsfläche	-	-	-	2	72	239	440	1.809
Verkehrsfläche	-	-	-	-	2	26	80	291
WC, Sanitär	3	3	3	5	12	38	142	821
Technikräume (	-	-	-	-	-	0	4	24
Schacht	-	-	-	-	-	-	0	1
Lager, Technik	-	-	-	1	29	37	93	424
Technikräume n	-	-	-	-	-	0	0	2

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

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Qc,max

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

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max,Juli}$ kW	$Q_{c,max,Sept}$ kW	techn. gekühlt
Klassenzimmer	9	33,3	28,2	nein
Einzelbuero	13	2,3	2,3	nein
Gruppenbuero	13	16,5	14,5	nein
Besprechung	13	11,0	5,5	ja
Sonstige Aufenthaltsräume	13	9,2	8,4	nein
Nebenflaechen ohne Aufentha	13	1,4	0,7	nein
Bibliothek Freihandbereich	14	2,8	1,6	nein
Verkehrsfläche Forum	13	20,0	12,0	nein
Verkehrsfläche TRH	13	8,3	6,5	nein
Verkehrsfläche	13	2,2	1,1	nein
WC, Sanitär	13	2,6	-0,2	nein
Technikräume (mech. belüfte	13	1,0	0,4	ja
Schacht	13	0,1	-0,1	nein
Lager, Technik, Archiv	13	3,1	2,7	nein
Technikräume niedrig beheiz	13	0,9	0,4	nein
		114,7	84,0	

$Q_{c,max} = 0.8 * (Q_{source}-Q_{sink}) * (1 + 0.3*EXP(-\tau/120) - c_{wirk}/60 * (\Delta\theta-2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_C-1)$ (T2, C.1)
mit $t_{c,op,d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

11.6 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (301 m²)
Besprechung
Technikräume (mech. belüftet)
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c,outg} = Q_{c,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
$\eta = (4- \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4\text{-}1{,}0\text{-}0{,}87\text{-}0{,}9 = 1{,}230$ (T7, Tab.14)
Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0{,}30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	40	40	42	90	285	510	879	4.622
$Q_{c,outg}$	kWh	49	49	52	111	350	628	1.081	5.685
$t_{C,op}$	h	259	256	246	276	267	276	267	3.210

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilatorkonvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte
Hilfsenergiebedarf $Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} * Q_{c,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{c,ce,aux} = 0{,}070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF)
Kälteleistung der Versorgungseinheit Q_Z = 11,5 kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	1	1	1	2	7	12	20	108
$W_{Z,d}$	kWh	1	1	2	3	11	19	32	171
	kWh	2	2	2	5	17	31	53	279

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ Wasserspeicher, Spitzenlastspeicher

Kältemaschine: (240) 11,5 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (B/REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B}$ = 1 (Baujahr 2010)
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsart "Besprechung"
Besprechung, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,4
Technikräume (mech. belüftet), Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,4

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	49	49	52	111	350	628	1.081	5.685
$Q_{C,f,el}$	kWh	13	13	14	29	93	166	286	1.504

11.14 Technikräume (mech. belüftet)

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "Besprechung"

11.18 Endenergie Klimasysteme

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	13	13	14	29	93	166	286	1.504
$Q_{C,aux}$	kWh	2	2	2	5	17	31	53	279
Strom-Mix	kWh	13	13	14	29	93	166	286	1.504

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 12 (220 Lager, Technik, Archiv) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	13	13	14	29	93	166	286	1.504

.....

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	
Klassenzimmer	nicht relevant			-	
Einzelbuero	nicht relevant			-	
Gruppenbuero	nicht relevant			-	
Besprechung	nicht relevant			-	
Sonstige Aufenthalts	vernachlässigt			-	b
Nebenflaechen ohne A	vernachlässigt			-	b
Bibliothek Freihandb	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche Forum	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche TRH	nicht relevant			-	
Verkehrsfläche	nicht relevant			-	
WC, Sanitär	vernachlässigt			-	b
Technikräume (mech.	vernachlässigt			-	b
Schacht	nicht relevant			-	
Lager, Technik, Arch	nicht relevant			-	
Technikräume niedrig	nicht relevant			-	

$Q_{w,b} = q_{w,b} * d_{mth} * d_{nutz}/365 *$ Menge [kWh/Monat] (DIN V 18599-10)
b) Beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag bzw. weniger als 0,2 kWh je Beschäftigte und Tag (entspricht etwa 5 l je Person und Tag bzw. 5 l je Beschäftigte und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C) darf der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden. Dies ist z.B. der Fall bei Bürogebäuden oder Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

.....

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung Qh,max

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
Klassenzimmer	11,3	1,4	5470	23,8	36,5
Einzelbuero	1,3	0,4	0	0,0	1,7
Gruppenbuero	7,9	3,3	0	0,0	11,2
Besprechung	5,1	0,6	1848	8,0	13,7
Sonstige Aufenthaltsräume	4,4	0,6	1400	6,1	11,1
Nebenflaechen ohne Aufentha	0,8	0,1	0	0,0	0,8
Bibliothek Freihandbereich	1,9	0,2	130	0,6	2,6
Verkehrsfläche Forum	8,7	1,8	4271	18,6	29,1
Verkehrsfläche TRH	4,6	0,6	0	0,0	5,2
Verkehrsfläche	1,6	0,2	0	0,0	1,9
WC, Sanitär	3,4	0,5	2305	10,0	14,0
Technikräume (mech. belüfte	1,5	0,3	13	0,1	1,8
Schacht	0,9	0,2	0	0,0	1,1
Lager, Technik, Archiv	1,6	0,2	0	0,0	1,8
Technikräume niedrig beheiz	2,8	0,4	0	0,0	3,1

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.
$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung
$V_{mech} = n_{mech,ZUL} * V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage
$Q_{V,mech} = 0.34 * V_{mech}*(\theta_{i,h,min} - \theta_V)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	Qh,b kWh/Jahr	Φh,max kW	QN,h kW
1	statische Zentralheizung (REF	100% *	45.087	21,7	269,1
2	statische Zentralheizung (REF	100% 9/	10.752	5,2	5,7
3	statische Zentralheizung (REF	48% ***	50.641	108,9	56,9
4	Umluftheizung dezentral (REF ´	53% ****	55.972	108,9	62,9
5					

* = 2/3/6/10/13/14/15/
*** = 1/4/5/7/8/11/12/
**** = 1/4/5/7/8/11/12/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=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<=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<=10, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne
<4> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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
Qh,b,<1>	kWh	1.058	3.365	6.740	8.756	8.375	7.174	5.561	45.087
Qh,b,<2>	kWh	256	781	1.701	2.201	2.050	1.754	1.285	10.752
Qh,b,<3>	kWh	1.079	3.049	5.725	7.320	7.017	6.004	4.737	38.510
Qh*,b,<3>	kWh	43	679	1.515	2.397	2.361	1.910	1.368	12.132
Qh,b,<4>	kWh	1.193	3.369	6.327	8.091	7.756	6.636	5.236	42.563
Qh*,b,<4>	kWh	48	750	1.674	2.649	2.610	2.111	1.512	13.409

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 Einzelbuero

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
th <2>	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.039
th,rL,d <2>	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
dh,rB <2>	d/m	21	23	24	26	26	23	25	227
th,rL <2>	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.443

(2) Bereich "statische Zentralheizung (REF ´20)", Leitzone Verkehrsfläche TRH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
th <9>	h/m	493	744	720	744	744	672	744	5.889
th,rL,d <9>	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
dh,rB <9>	d/m	14	23	24	26	26	23	25	194
th,rL <9>	h/m	185	308	389	462	460	400	391	3.003

(3) Bereich "statische Zentralheizung (REF´20)", Leitzone Bibliothek Freihandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_h <7>	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.395
$t_{h,rL,d}$ <7>	h/d	14	14	17	18	18	18	16	
$d_{h,rB}$ <7>	d/m	25	27	27	28	28	25	28	268
$t_{h,rL}$ <7>	h/m	347	379	447	514	513	450	453	4.236

(4) Bereich "Umluftheizung dezentral (REF´20)", Leitzone Bibliothek Freihandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_h <7>	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.395
$t_{h,rL,d}$ <7>	h/d	14	14	17	18	18	18	16	
$d_{h,rB}$ <7>	d/m	25	27	27	28	28	25	28	268
$t_{h,rL}$ <7>	h/m	347	379	447	514	513	450	453	4.236

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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<=10, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,2%)

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

(2) statische Zentralheizung (REF´20)
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=10, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(3) statische Zentralheizung (REF´20)
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=10, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,0%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)
Raumtemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ = 1,3 = 1,30°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (8,7%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF´20)									
Qh,b	kWh	1.058	3.365	6.740	8.756	8.375	7.174	5.561	45.087
Qh,ce	kWh	301	557	759	829	797	715	649	5.504
(2) statische Zentralheizung (REF´20)									
Qh,b	kWh	256	781	1.701	2.201	2.050	1.754	1.285	10.752
Qh,ce	kWh	72	129	191	207	194	174	149	1.251
(3) statische Zentralheizung (REF´20)									
Qh,b	kWh	1.079	3.049	5.725	7.320	7.017	6.004	4.737	38.510
Qh,ce	kWh	304	501	640	688	663	594	549	4.635
(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)									
Qh,b	kWh	1.193	3.369	6.327	8.091	7.756	6.636	5.236	42.563
Qh,ce	kWh	243	400	511	549	529	474	438	3.700
ΣQh,b+ce	kWh	4.507	12.150	22.592	28.641	27.380	23.524	18.605	152.001

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

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und 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 2
Etagenverteilertyp, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 597,9 m², Geschosshöhe i.M. = 3,90 m, 3 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 55 °C / θ_{RA} = 45 °C, $T_{i,Soll,<2>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 26 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 "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2
Etagenverteilertyp, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 171,7 m², Geschosshöhe i.M. = 3,90 m, 3 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 55 °C / θ_{RA} = 45 °C, $T_{i,Soll,<9>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 23 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 "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2
Etagenverteilertyp, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 1919,9 m², Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 55 °C / θ_{RA} = 45 °C, $T_{i,Soll,<7>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 25 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

(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)
System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 4
Strahlungs- / Luftheizung, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 1919,6 m², Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 55 °C / θ_{RA} = 45 °C, $T_{i,Soll,<7>}$ = 21,0 °C
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 25 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{hydr.\ Abgleich}$ = 1,00, $f_{Netzform}$ = 1,00, $f_{d,Pumpenmanagement}$ = 1,00
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF´20)			
Leitungslängen l_i	68,4 m	9,1 m	101,6 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) statische Zentralheizung (REF´20)			
Leitungslängen l_i	43,5 m	2,0 m	29,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(3) statische Zentralheizung (REF´20)			
Leitungslängen l_i	506,3 m	38,1 m	1.323,0 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)			
Leitungslängen l_i	315,7 m	2,5 m	77,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF´20)									
$\beta_{h,d}$		0,09	0,24	0,48	0,59	0,57	0,54	0,39	
$\theta_{VL,av}$	°C	26,2	32,5	40,3	43,8	43,0	42,2	37,3	
$\theta_{RL,av}$	°C	24,7	29,1	34,7	37,1	36,6	36,0	32,5	
$Q_{h,d}$	kWh	87	168	322	440	426	359	282	2.311
$W_{h,d}$	kWh	11	16	21	25	24	21	19	169
$Q_{I,h,d}$	kWh	41	94	192	267	257	216	165	1.372

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 1,5 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 0,9 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) statische Zentralheizung (REF´20)									
$\beta_{h,d}$		0,13	0,24	0,51	0,63	0,58	0,56	0,37	
$\theta_{VL,av}$	°C	28,0	32,2	41,2	44,7	43,5	42,6	36,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	26,0	28,9	35,3	37,8	36,9	36,3	32,2	
$Q_{h,d}$	kWh	33	73	141	191	182	154	118	957
$W_{h,d}$	kWh	5	9	13	15	14	12	11	89
$Q_{I,h,d}$	kWh	10	26	56	78	74	62	45	377

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 0,6 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 0,2 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) statische Zentralheizung (REF´20)									
$\beta_{h,d}$		0,02	0,04	0,08	0,10	0,09	0,09	0,07	
$\theta_{VL,av}$	°C	22,5	24,1	25,9	26,7	26,5	26,3	25,2	
$\theta_{RL,av}$	°C	22,1	23,2	24,5	25,1	24,9	24,8	24,0	
$Q_{h,d}$	kWh	605	881	1.361	1.726	1.680	1.438	1.248	10.151
$W_{h,d}$	kWh	29	33	35	37	37	33	35	300
$Q_{I,h,d}$	kWh	278	474	808	1.054	1.019	866	718	6.072

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 6,7 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 4,0 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)									
$\beta_{h,d}$		0,02	0,05	0,09	0,11	0,10	0,10	0,07	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,9	23,1	24,7	25,5	25,3	25,1	24,0	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,6	22,5	23,6	24,1	24,0	23,9	23,1	
$Q_{h,d}$	kWh	204	255	353	433	426	367	335	2.620
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	12	21	38	50	48	41	33	284

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 1,7 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 0,2 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3
Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9
$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\Sigma\ l_i * U_i\ (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) * t_{h,rL,i}/1000$ [kWh] (Gl.52)
$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = ungeregelte Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} * e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)
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
Qh,out	kWh	5.527	14.956	27.959	36.477	35.064	29.862	23.468	193.581

(2) statische Zentralheizung (REF´20)
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

(3) statische Zentralheizung (REF´20)
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

(4) Umluftheizung dezentral (REF´20)
Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]
$Q_{h,out}^*$ = Nutzwärmebedarf mit RLT-Wärmebedarf
Die Erzeugerverluste $Q_{h,g}$ im sommerlichen Heizbetrieb (nur $Q_{h^*,b}$) können mangels rechnerischer Laufzeiten für die Erzeuger derzeit nicht bestimmt werden.

13.7 Heizwärmepufferspeicher

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 2/3/6/10/13/14/15 (A_{NGF} = 598 m²)
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), P_n = 269,1 KW (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_i = 13 °C, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan}$ = 0,00 h/d
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn}$ = 0,964 (Nennlast), $\eta_{k,Pint}$ = 1,054 (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70}$ = 0,0043 kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn}$ = 15,65 kW, $P_{gen,Pint}$ = 3,71 kW, $P_{gen,P0}$ = 0,38 kW (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn}$ = 0,660 kW, $P_{aux,Pint}$ = 0,220 kW, $P_{aux,P0}$ = 0,015 kW

(2) "statische Zentralheizung (REF´20)", Zonen 9 (A_{NGF} = 172 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

(3) "statische Zentralheizung (REF´20)", Zonen 1/4/5/7/8/11/12 (A_{NGF} = 1.920 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

(4) "Umluftheizung dezentral (REF´20)", Zonen 1/4/5/7/8/11/12 (A_{NGF} = 1.920 m²)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF´20)

$P_{d,in}$ = $Q_{h,outg}$ / Betriebszeit = durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW], Gl.181 ($d_{h,rB}$ > 1)
β_h = $P_{d,in}$ / P_n = Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154
$Q_{h,gen}$ = $\Sigma Q_{h,gen,ls,day,i}$ * $d_{h,rB}$ = Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m], Gl.178
$Q_{h,f}$ = $Q_{h,outg}$ + $Q_{h,gen}$ = Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung
$W_{h,gen}$ = Hilfsenergiebedarf nach Gl.192
$Q_{l,h,gen}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191

(1) statische Zentralheizung (REF´20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,outg	kWh	5.527	14.956	27.959	36.477	35.064	29.862	23.468	193.581
βh,1		0,08	0,18	0,27	0,29	0,28	0,28	0,22	
Qh,gen,1	kWh	306	731	1.377	1.825	1.746	1.481	1.144	9.645
Qh,f	kWh	5.784	15.594	29.210	38.171	36.685	31.229	24.504	202.270
Wh,gen	kWh	25	49	82	104	100	86	71	623

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,f	kWh	5.784	15.594	29.210	38.171	36.685	31.229	24.504	202.270
Wh	kWh	70	106	150	181	176	153	136	1.182
Erdgas	kWh	5.784	15.594	29.210	38.171	36.685	31.229	24.504	202.270
QI,h,<1>	kWh/d	3,0	4,9	8,7	10,9	10,6	9,9	7,4	
QI,h,<2>	kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	
QI,h,<3>	kWh/d	0,6	1,4	2,9	3,9	3,8	3,5	2,4	
QI,h,<4>	kWh/d	1,1	1,8	3,1	3,9	3,8	3,6	2,7	
QI,h,<5>	kWh/d	1,0	1,7	2,9	3,7	3,6	3,4	2,5	
QI,h,<6>	kWh/d	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	
QI,h,<7>	kWh/d	0,3	0,5	1,0	1,2	1,2	1,1	0,8	
QI,h,<8>	kWh/d	3,1	5,1	9,0	11,3	11,0	10,3	7,7	
QI,h,<9>	kWh/d	0,3	0,8	1,9	2,5	2,4	2,2	1,5	
QI,h,<10>	kWh/d	0,2	0,4	0,8	1,0	1,0	0,9	0,6	
QI,h,<11>	kWh/d	0,8	1,3	2,3	2,8	2,8	2,6	1,9	
QI,h,<12>	kWh/d	0,5	0,8	1,3	1,7	1,6	1,5	1,1	
QI,h,<13>	kWh/d	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	
QI,h,<14>	kWh/d	0,2	0,4	0,8	1,1	1,1	1,0	0,7	
QI,h,<15>	kWh/d	0,2	0,5	1,1	1,5	1,5	1,4	0,9	

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

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

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
Erdgas	Heizwärme	*	202.270	1,10	1,11	200.447
Strom-Mix	Klimakälte	4/12/	1.504	1,80	1,00	2.707
Strom-Mix	Beleuchtung	**	22.500	1,80	1,00	40.501
Strom-Mix	Hilfsenergie		37.925	1,80	1,00	68.265
		Σ [kWh/Jahr]	264.199			311.920

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

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)
Jahres-Primärenergiebedarf q_P = 311.920 / 2.689 = **116,0** kWh/(m²a) (ΣA_{NGF} = 2.689 m²)
Endenergie brennwertbezogen = 264.199 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen
Endenergie heizwertbezogen = 182224,8+1504,0+22500,4+37924,9 = 244154 kWh/a
f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1
Endenergiebedarf: Hilfsenergie 14,1 kWh/(m²a), Erdgas 75,2 kWh/(m²a), Strom-Mix 8,9 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
Erdgas	182.225	240	43.734	
Strom-Mix	1.504	560	842	
Strom-Mix	22.500	560	12.600	
Strom-Mix	37.925	560	21.238	
	244.154		78.414	29,2

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 Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
Klassenzimmer	590	-	2.159	-	-	28.804	30.963
Einzelbuero	34	-	893	-	-	4.878	5.770
Gruppenbuero	272	-	3.409	-	-	33.907	37.316
Besprechung	211	-	2.449	1.496	-	16.953	20.898
Sonstige Aufentha	200	-	2.419	-	-	13.189	15.608
Nebenflaechen ohn	18	-	12	-	-	2.654	2.666

Bibliothek Freiha	65	-	2.346	-	-	5.383	7.730
Verkehrsfläche Fo	610	-	5.705	-	-	29.389	35.094
Verkehrsfläche TR	172	-	307	-	-	15.878	16.186
Verkehrsfläche	71	-	141	-	-	6.816	6.958
WC, Sanitär	154	-	2.400	-	-	18.974	21.374
Technikräume (mec	90	-	108	8	-	7.083	7.199
Schacht	18	-	-	-	-	3.667	3.667
Lager, Technik, A	79	-	-	-	-	5.501	5.501
Technikräume nied	106	-	154	-	-	9.227	9.382
Gebäude	2.689	-	22.500	1.504	-	202.269	226.274

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	13,6	8,4	1,7	0,0	60,4	84,0
Endenergiebedarf	13,6	8,4	0,7	0,0	75,6	98,2
Primärenergiebedarf	24,4	15,1	1,2	0,0	75,3	116,0

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh q_P = 116,0 kWh/(m²a)