

Neubau Schulcampus Deisenhofen

**Nachweis des energiesparenden Wärme-
schutzes und der energiesparenden
Anlagentechnik nach dem Gebäude-
energiegesetz (GEG)**

– Mensa –

Bericht Nr. B164704/17

Auftraggeber:

Bearbeitet von:

Berichtsumfang:

121 Seiten insgesamt, davon
23 Seiten Textteil
2 Seiten Anhang A
11 Seiten Anhang B
41 Seiten Anhang C
38 Seiten Anhang D
6 Seiten Anhang E

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	3
2	Grundlagen	4
3	Angaben zum Objekt	5
3.1	Bauliche Situation	5
3.2	Definition der thermischen Gebäudehülle	6
3.3	Gebäudekenndaten	8
4	Anforderungen Wärmeschutz	8
4.1	Anforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)	8
5	Berechnungsgrundlagen zum Nachweis nach GEG	11
5.1	Angaben zur wärmeschutztechnischen Qualität der Außenbauteile	11
5.2	Zonierung des Gebäudes	11
5.3	Bauphysikalische Berechnungsgrundlagen	13
5.4	Haustechnisches Planungskonzept	13
6	Nachweise	18
6.1	Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2	18
6.2	Nachweis nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)	18

Anhang A	Bauteilzuordnung
Anhang B	Bauteilaufbauten
Anhang C	Bilanzierung nach DIN V 18599
Anhang D	Bilanzierung Referenzgebäude nach DIN V 18599
Anhang E	Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

1 Vorbemerkung

Der [REDACTED] plant den Neubau des Schulcampus Deisenhofen an der Schulstraße bzw. Sauerlacher Straße in Oberhaching. Die Objektplanung wird durch [REDACTED] erbracht.

Der neue Campus besteht aus einer Realschule, einer Fachoberschule, einer Dreifachsporthalle bzw. Mehrzweckhalle sowie einem Mensagebäude mit Büroflächen. Zur Unterbringung der notwendigen Stellplätze ist eine Tiefgarage vorgesehen.

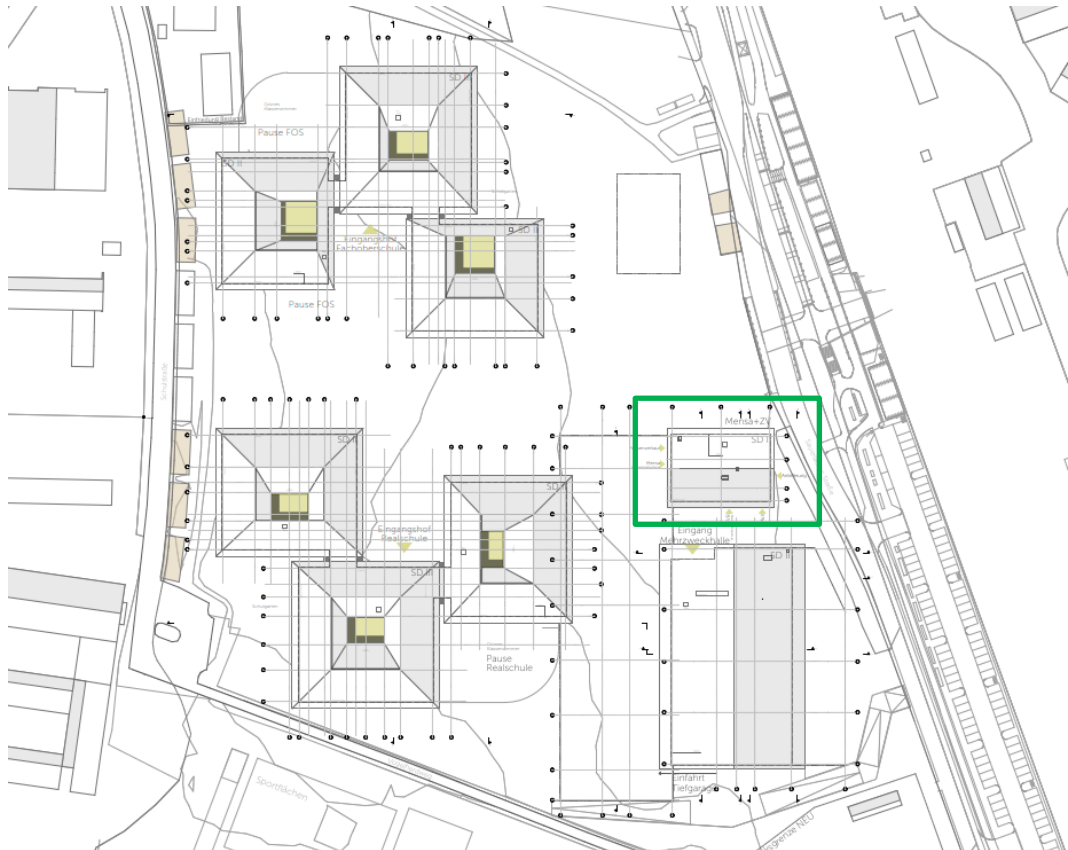


Abbildung 1. Ausschnitt aus dem genordeten Lageplan, Mensa grün markiert.

Im vorliegenden Bericht wird für die Mensa der Nachweis zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) [9] geführt.

Das neu zu errichtende Nichtwohngebäude wird als Niedrigstenergiegebäude gemäß GEG § 10 nachgewiesen. Hierzu werden die standardisierten Berechnungsansätze des öffentlich-rechtlichen Nachweisverfahrens sowie die in DIN V 18599 angegebenen pauschalen Berechnungsansätze zugrunde gelegt.

2 Grundlagen

- [1] Grundrisse und Schnitte, Stand 24.02.2023 und Ansichten, Stand 28.02.2023, [REDACTED]
- [2] Angaben zur geplanten gebäudetechnischen Ausstattung (HLSK), per E-Mail erhalten von [REDACTED], 26.04.2023
- [3] Angaben zur geplanten gebäudetechnischen Ausstattung (ELT), per E-Mail erhalten von [REDACTED], 15.03.2022
- [4] Grundrisse und Schemata zur geplanten gebäudetechnischen Ausstattung (HLSK), per E-Mail erhalten von [REDACTED], 24.05.2023
- [5] Fernwärmezertifikat Oberhaching, Gemeindewerke Oberhaching GmbH
- [6] [REDACTED] Bericht Nr. M164704/02 „Wärmeschutztechnischer Entwurf“, 22.04.2022
- [7] [REDACTED] Bericht Nr. B164704/07 „Wärmeschutztechnischer Entwurf, Aktualisierung zur LPH 3“, 05.12.2022
- [8] [REDACTED] Bericht Nr. B164704/15 „Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 mittels thermischer Simulationen“, 22.05.2023
- [9] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) in der Fassung vom 08.08.2020, zuletzt geändert am 20.07.2022 (GEG 2023)
- [10] Mitgeltende Normen zum GEG, insb. DIN V 18599: „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Teile 1-11, Ausgabe 2018-09
- [11] DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabe 2013-02
- [12] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Ausgabe 2018-10
- [13] Software Dämmwerk 2023, Fa. KERN Ingenieurkonzepte, Version 2023-03-16

3 Angaben zum Objekt

3.1 Bauliche Situation

Die beiden Schulgebäude (Realschule und Fachoberschule) umfassen zusammen mit dem östlich angeordneten Mensagebäude die Campus-Promenade. Südöstlich schließt sich die Dreifachsporthalle bzw. Mehrzweckhalle an. Im UG ist eine Tiefgarage geplant. Die Mensa soll überwiegend in Stahlbetonmassivbauweise errichtet werden.

Zur Massenermittlung wurde ein 3D-Modell des Gebäudes erstellt, welches in der nachfolgenden Abbildung dargestellt ist.

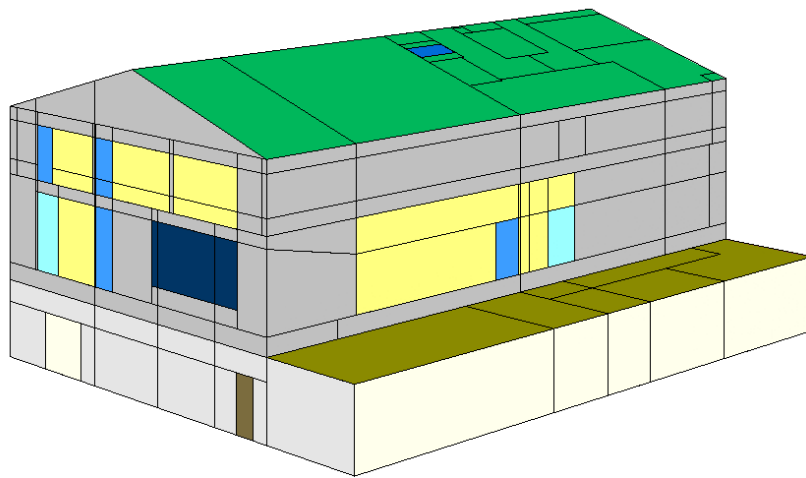


Abbildung 2. 3D-Modell der Mensa zur Massenermittlung.



3.2 Definition der thermischen Gebäudehülle

Zum Verlauf der thermischen Gebäudehülle wurden folgende Festlegungen getroffen:

Unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungen werden sämtliche Gebäudebereiche, mit Ausnahme der Tiefgarage, im Sinne des GEG als beheizte Bereiche angesehen. Dies gilt auch für Räume im UG, da ein Großteil der Nutzungen hier als hochwertig anzusehen ist.

Demnach bilden die folgenden Bauteile die thermische Gebäudehülle:

- Außenwände zur Außenluft oder zur Tiefgarage sowie zum Erdreich (UG)
- Steildach
- Fenster, Pfosten-Riegel-Fassade sowie Außentüren
- Bodenplatte

Die Wärmedämmebene ist konsequent entlang der Außenbauteile des Gebäudes vorzusehen.



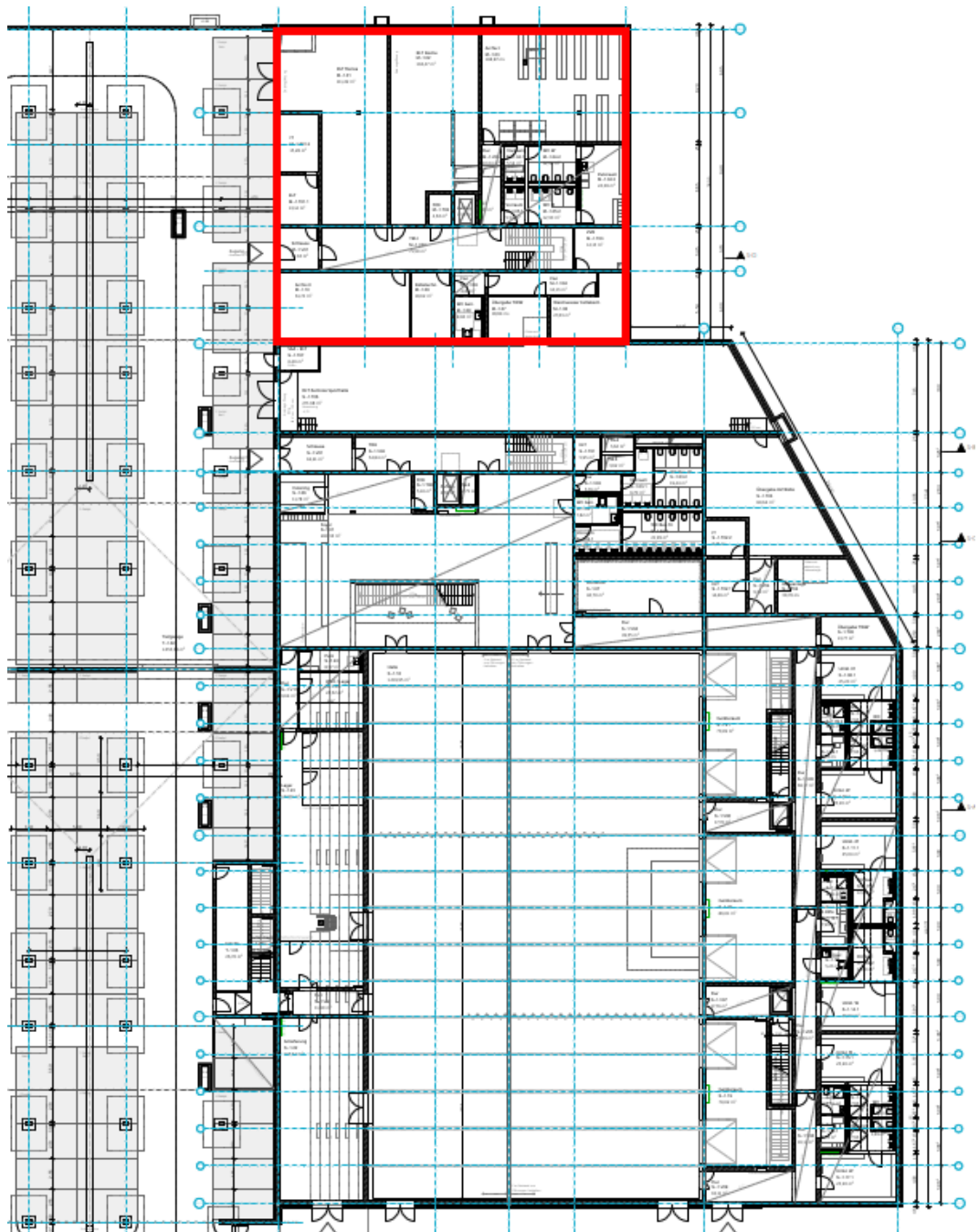


Abbildung 3. Thermische Gebäudehülle der Mensa im Untergeschoss, rot markiert.



3.3 Gebäudekenndaten

Für das vorliegende Bauvorhaben wurden folgende relevante Bezugsgrößen ermittelt:

Mensa

- wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	=	2.767 m ²
- Bruttovolumen	V_e	=	8.810 m ³
- Nettovolumen	V	=	6.379 m ³
- Nettogrundfläche	A_{NGF}	=	1.642 m ²
- A/V_e -Verhältnis	A/V_e	=	0,31 m ⁻¹

4 Anforderungen Wärmeschutz

4.1 Anforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)

4.1.1 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz

Nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG § 11 Abs. 1 ist bei neu zu errichtenden Nichtwohngebäuden der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 in Verbindung mit DIN 4108-3 sicherzustellen. Demnach werden Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilen formuliert. Durch diese Anforderungen soll die Baukonstruktion dauerhaft vor Diffusionsfeuchteschäden im Bauteilinneren sowie auf der Bauteiloberfläche geschützt werden. Zusätzlich soll die Wärmeübertragung durch die Bauteile verringert sowie ein hygienisches Raumklima für den Nutzer geschaffen werden.

Ein Nachweis des Mindestwärmeschutzes ist erforderlich für Außenbauteile von Aufenthaltsräumen in Hochbauten, die auf eine Innentemperatur von $\theta_i \geq 12 \text{ °C}$ beheizt werden. Für diese Bauteile werden in DIN 4108-2 Mindestwerte für die Wärmedurchlasswiderstände festgelegt.

Außen liegende Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen sind mindestens mit Isolier- oder Doppelverglasung auszuführen.



4.1.2 Jahres-Primärenergiebedarf und mittlere \bar{U} -Werte

Im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sind die Gebäude als neu zu errichtende Nichtwohngebäude mit normalen bzw. niedrigen Innentemperaturen ($\theta_i \geq 19^\circ\text{C}$ bzw. $12^\circ\text{C} \leq \theta_i < 19^\circ\text{C}$) einzustufen.

Nach GEG § 18 werden an das Bauobjekt Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf Q_p für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung gestellt. Der mit dem Faktor 0,55 multiplizierte Wert des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten mit der in GEG Anlage 2 angegebenen technischen Ausführung, darf hierbei nicht überschritten werden.

Nach GEG § 19 müssen die zu errichtenden Nichtwohngebäude die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten \bar{U} der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach GEG Anlage 3 einhalten.

Die einzuhaltenden mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten lauten wie folgt:

Tabelle 1. Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden gemäß GEG, Anlage 3.

Nr.	Bauteil	Normal beheizte Zonen	Niedrig beheizte Zonen
		($\theta \geq 19^\circ\text{C}$) \bar{U} -Wert [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	($12^\circ\text{C} \leq \theta < 19^\circ\text{C}$) \bar{U} -Wert [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
1	Opake Außenbauteile	0,28	0,50
2	Transparente Außenbauteile	1,5	2,8
3	Vorhangsfassade	1,5	3,0
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,5	3,1

4.1.3 Nutzung erneuerbarer Energien

Neu zu errichtende Gebäude müssen den Wärme- und Kälteenergiebedarf (Wärmebedarf zur Heizung und Warmwasserbereitung, Kältebedarf zur Kühlung) durch anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien nach Maßgabe des GEG § 10 i. V. m. GEG § 34 ff. decken. Hierfür besteht eine ganze Reihe an Auswahlmöglichkeiten (Solarthermie, Biomasse, Geothermie).

Die Kombination einzelner Maßnahmen zur Erfüllung der geforderten Deckungsanteile ist grundsätzlich möglich.

Kommen keine erneuerbaren Energien zum Einsatz, können stattdessen Maßnahmen zur Einsparung von Energie umgesetzt werden. Demnach gelten die Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien auch als erfüllt, wenn die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten die zulässigen Höchstwerte nach GEG Anlage 3 um mindestens 15 % unterschreiten.

4.1.4 Anforderungen sommerlicher Wärmeschutz

Nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG § 14 Abs. 1 ist bei Neubauten von Nichtwohngebäuden der sommerliche Wärmeschutz nach DIN 4108-2 (standardisiertes Berechnungsverfahren) zu prüfen und einzuhalten.

In diesem Zusammenhang sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Durch die Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz soll erreicht werden, dass in Aufenthaltsräumen während einer Folge heißer Sommertage die zumutbaren Raumtemperaturen nicht so oft überschritten werden und möglichst keine Kühlung/Anlagentechnik benötigt wird.
- Anhand des standardisierten Berechnungsverfahrens nach DIN 4108-2 können jedoch keine Aussagen zu den auftretenden Spitzenwerten der sommerlichen Raumtemperaturen sowie zu Häufigkeiten erhöhter Temperaturen getroffen werden. Derartige Aussagen sind ausschließlich anhand von thermischen Raumsimulationen zu ermitteln.
- Die Einhaltung der in DIN 4108-2 genannten Anforderungen sichert im Hinblick auf die sommerlichen Raumklimabedingungen nur einen Mindeststandard. Zum Erreichen höherwertiger sommerlicher Klimaverhältnisse werden neben regelbaren, außen liegenden Sonnenschutzmaßnahmen häufig auch anlagentechnische Maßnahmen notwendig.

4.1.5 Anforderungen Luftdichtheit

Die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes ist im Sinne des GEG § 13 entsprechend den anerkannten Regeln der Technik ausreichend luftdicht auszubilden. Gleichzeitig muss der zum Zwecke der Gesundheit erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt werden.

5 Berechnungsgrundlagen zum Nachweis nach GEG

5.1 Angaben zur wärmeschutztechnischen Qualität der Außenbauteile

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

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

5.2 Zonierung des Gebäudes

Gemäß Gebäudeenergiegesetz § 21 sind Gebäude nach den Maßgaben der DIN V 18599:2018-09 in sogenannte Nutzungszonen zu unterteilen.

Durch die Zonierung wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich aufgrund z. B. unterschiedlicher Nutzungszeiten oder unterschiedlicher Nutzungsrandbedingungen der Energieverbrauch der verschiedenen Zonen unterscheiden kann. Beim vorliegenden Bauvorhaben sind folgende Nutzungszonen vorhanden:

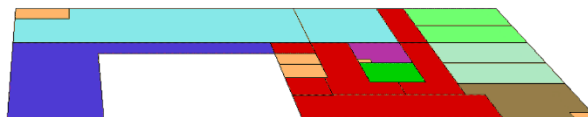
Tabelle 2. Gegenüberstellung der Nutzungszonen des Gebäudes und der Nutzungsprofile gemäß DIN V 18599.

Zonen des geplanten Gebäudes			Nutzungsprofil nach DIN V 18599	
	1	Einzelbüros	1	Einzelbüro
	2	Gruppenbüros	2	Gruppenbüro
	3	Besprechung	4	Besprechung
	4	Speisesaal	12	Kantine
	5	Küche	14	Küche in Nichtwohngebäuden
	6	Spülküche, Vorbereitung, Lager	15	Küche – Vorbereitung, Lager
	7	Sanitärräume	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
	8	Umkleiden, Kopierraum	18	Nebenflächen ohne Aufenthalt
	9	Flure und TRH	19	Verkehrsflächen
	10	ELT-Räume	20	Lager, Technik, Archiv (niedrig bhzt.)
	11	Lager, Archiv	20	Lager, Technik, Archiv (niedrig bhzt.)
	12	Technik	20	Lager, Technik, Archiv (niedrig bhzt.)

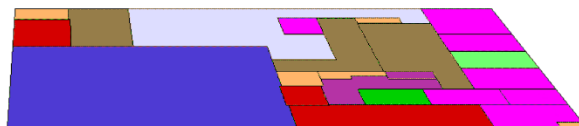
Für die niedrig beheizten Zonen (10 – 12) wurden die Innentemperaturen gemäß DIN V 18599-10 Tabelle 5 auf $\theta_{i,a,soll} = 17\text{ °C}$ festgesetzt.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Zonierung des Gebäudes dargestellt.

1.OG



EG



UG

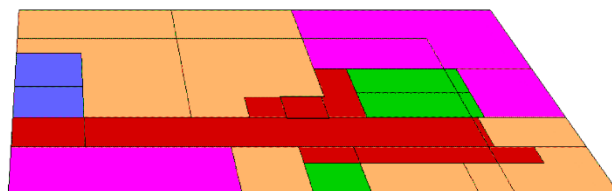


Abbildung 4. Zonenaufteilung der Mensa im Modell.

5.3 Bauphysikalische Berechnungsgrundlagen

Für die Gebäudeberechnungen wurden nachfolgend aufgelistete bauphysikalische Randbedingungen angesetzt. Diese sind zur Erfüllung der Nachweise einzuhalten.

- **Wärmebrücken**

Die konstruktiv bedingten Wärmebrücken werden in den Berechnungen zum GEG mit dem pauschalen Ansatz nach GEG § 24 in Verbindung mit DIN V 18599-2 von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ berücksichtigt. Im Bereich von Wärmebrücken sind demnach die Planungsbeispiele nach DIN 4108 Beiblatt 2 nicht zwingend zu berücksichtigen.

- **Ausnutzungsgrad für Wärmequellen**

Standardwert für wirksame Wärmespeicherfähigkeit von Gebäuden mit $C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

- **Dichtheit des Gebäudes (Nettoraumvolumen > 1.500 m³)**

Zur Bestimmung der energetischen Qualität des Gebäudes wird die Dichtheit der Gebäudehülle nach DIN V 18599-2, Tabelle 7 in die Kategorie II eingestuft und entsprechend eine hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit von $q_{50} = 6,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ berücksichtigt. Eine Messung der Luftdichtheit nach Fertigstellung ist somit nach GEG nicht zwingend notwendig.

- **Sonnenschutz**

Für die Verglasungen der Fenster wurden Sonnenschutzverglasungen mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad von $g \leq 40 \%$ in der Bilanzierung angesetzt.

Die südlichen Fenster des Speisesaals erhalten horizontale Markisen mit einem solaren Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,55^A$ und die östlichen Fenster der Büroräume im Obergeschoss erhalten vertikale Markisen mit einem solaren Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,30^A$. Für die restlichen Fenster des Bauvorhabens wurden keine Sonnenschutzmaßnahmen berücksichtigt.

5.4 Haustechnisches Planungskonzept

Im Rahmen der vorliegenden Berechnungen zum Nachweis nach GEG wurde folgende Anlagentechnik angesetzt, die mit dem Ingenieurbüro Hausladen [2] und dem Ingenieurbüro Knab [3] abgestimmt wurde. Nachfolgend werden die wichtigsten haustechnischen Angaben zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben sind dem Anhang C des vorliegenden Berichts zu entnehmen.

^A In den Bilanzierungen wurde ein strahlungsgesteuerter außenliegender Sonnenschutz mit einem vergleichbaren g_{tot} gemäß DIN V 18599-02 Tabelle 8 ausgewählt.

5.4.1 Heizungsanlage

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

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| - Heizungsanlage | Zentralheizung |
| - Wärmeübergabe | siehe unten |
| - Verteilleitungen | Zweirohrnetz, hydraulisch abgeglichen, gedämmten Verteilleitungen |
| - Pumpen | Pumpenregelung Δp variabel |
| - Heizungspufferspeicher | kein Speicher |
| - Wärmeerzeugung | Fernwärme der Gemeindewerke Oberhaching GmbH
Primärenergiefaktor $f_P = 0,32$ [5] |

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

Wärmeübergabe über Flächenheizung (Fußbodenheizung)

- | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| - Zonen | alle Zonen |
| - Wärmeübergabe | Fußbodenheizung, Ansatz Regelung über PI-Regler, Systemtemperaturen 34/30 °C |

5.4.2 Warmwasserversorgung

Auf die Bilanzierung der Energieaufwendung für Warmwasser wird im vorliegenden Fall verzichtet. Dies ist dann möglich, wenn der durchschnittliche tägliche Nutzenergiebedarf für Warmwasser kleiner als 0,2 kWh pro Beschäftigten und Tag ist (GEG § 30 Abs. 5). Aufgrund der vorliegenden Nutzung, gehen wir davon aus, dass die oben genannten Randbedingungen eingehalten werden.^B

^B Der Warmwasserbedarf für Produktionsprozesse, z. B. der Küche, darf in der Bilanzierung nicht berücksichtigt werden.

5.4.3 Beleuchtung

Folgende maßgeblichen Beleuchtungssysteme sind geplant:

- Lampentyp LED-Leuchten
- Beleuchtungsart direkt/indirekt in Zonen 1 – 4
 direkt in Zonen 5 – 12
- Regelung der Beleuchtung mit Präsenzmelder in allen Zonen
 mit Konstantlichtregelung in allen Zonen
 tageslichtabhängiges Kontrollsystem
 (ausschaltend und nicht wiedereinschaltend)
 in allen Zonen
- Abluft der Beleuchtung Leuchten ohne Abluft

5.4.4 RLT-Anlagen

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

Zu- und Abluftanlage, balanciert

- Zonen^C 1 – 8, 10 – 12
- Regelung zeit-/nutzungsabhängig
- Lufterhitzung Zone 1 – 4, 7: Zulufttemperatur im Heizbetrieb 21 °C
Zone 5, 6: Zulufttemperatur im Heizbetrieb 20 °C
Zone 8: Zulufttemperatur im Heizbetrieb 22 °C^D
Zone 9 – 12: Zulufttemperatur im Heizbetrieb 15 °C
- Luftkühlung Zone 4 – 12: Zulufttemperatur im Kühlbetrieb 22 °C^E
- Wärmerückgewinnung Zone 1 – 3, 5, 6: WRG ≥ 75 %^F
Zone 4, 7 – 12: WRG ≥ 74 %
- Luftbefeuchtung ohne
- Ventilatorleistung in der Bilanzierung wurden folgende spezifische Ventilatorstrombedarfe angesetzt:
Zonen 1 – 3: SFP I nach DIN EN 13779,
Zuluft $P_{\text{SFP}} = 0,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
Abluft $P_{\text{SFP}} = 0,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$,
Zonen 4 – 8, 10 – 12: SFP II nach DIN EN 13779,
Zuluft $P_{\text{SFP}} = 0,75 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
Abluft $P_{\text{SFP}} = 0,75 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$

^C In der Zone 9 fällt gemäß DIN V 18599 kein Bedarf für die Lüftung an, somit wurde diese in der Bilanzierung nicht mit abgebildet.

^D Zulufttemperatur im Heizbetrieb ist gemäß DIN V 18599 maximal 22 °C.

^E Zulufttemperatur im Kühlbetrieb ist gemäß DIN V 18599 maximal 22 °C.

^F In der Bilanzierung nach DIN V 18599 kann ein Wärmerückgewinnungsgrad von maximal 75 % berücksichtigt werden.

5.4.5 Klimakälte

Die wesentlichen Eigenschaften der Klimasysteme der klimatisierten Gebäudezonen können wie folgt beschrieben werden:

- Zonen^G 1 – 8, 10 – 12
- RLT-Klimasystem Zone 4 – 8, 10 – 12: RLT-Kühlregister mit Kaltwasser 10/16 °C, Verteilungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle
- Raumklimasystem Zone 1 – 4, 6: Kaltwasser 10/16 °C
- Sekundärventilatoren nicht vorhanden
- Kältespeicherung nicht vorhanden
- Kälteverteilung vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs. 6.5.3 für bedarfsgeführte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung, Gebäudekühlung
- Kälteerzeugung luftgekühlte Kompressionskältemaschine, Trockenkühler, Kältemittel R134a^H, Kaltwasser-austrittstemperatur 6 °C, Turboverdichter, variable Kühlwassermenge

5.4.6 Photovoltaikanlage

Auf dem Dach der Mensa ist eine Photovoltaikanlage geplant, die Module sind südorientiert und ca. 13° geneigt. Es ist eine Modulfläche von ca. 221 m² vorgesehen.

Aus den Berechnungen nach DIN V 18599 ergibt sich hierbei eine Jahres-Stromproduktion von 29.081 kWh/a gegenüber einem Strombedarf von 45.043 kWh/a. Nach GEG können davon zur Nachweisführung des Gebäudeenergiegesetzes 28.807 kWh/a angerechnet werden.

^G Für die Zone 9 fällt gemäß DIN V 18599 kein Bedarf an und wurde somit in der Bilanzierung nicht abgebildet.

^H Die Eingabe des Kältemittels R515B ist in der Bilanzierungssoftware nicht möglich, deswegen wurde das Kältemittel R134a/unbekannt ausgewählt.

6 Nachweise

6.1 Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 und DIN 4108-3 werden von allen Bauteilen in Anhang B eingehalten.

6.2 Nachweis nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Nachweise nach GEG kurz erläutert. Die Berechnungen und Ergebnisse sind in ihrer Gesamtheit dem Anhang C (GEG) zu entnehmen.

6.2.1 Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p

Der maximal zulässige Wert des auf die Nettogrundfläche bezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs (Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes multipliziert mit dem Faktor 0,55) beträgt

$$Q''_{p,Zul} = 97,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}).$$

Für das geplante Gebäude ergibt sich ein vorhandener, auf die Nettogrundfläche bezogener Jahres-Primärenergiebedarf von

$$Q''_{p,Vorh.} = 40,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}).$$

Der Anforderungswert wird eingehalten und um rund 58 % unterschritten.

Die Berechnungen wurden unter Verwendung der Software Dämmwerk [13] durchgeführt.

6.2.2 Nachweis der Begrenzung der mittleren \bar{U} -Werte

Die zulässigen Höchstwerte und die vorhandenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Mittelwert der jeweiligen Bauteile) für die Hüllflächengruppen nach GEG Anlage 3 sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 3. Nachweis der Einhaltung der Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden gemäß GEG, Anlage 3 für die Mensa.

Bauteile	max. \bar{U} – Wert (Grenzwert) [W/(m²K)]	vorh. \bar{U} – Wert [W/(m²K)]	Bewertung Anforderung
Opake Bauteile ($\theta \geq 19\text{ °C}$)	0,28	0,21	eingehalten
Transparente Bauteile ($\theta \geq 19\text{ °C}$)	1,5	1,02	eingehalten
Vorhangfassaden ($\theta \geq 19\text{ °C}$)	1,5	n. v.	n. v.
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln ($\theta \geq 19\text{ °C}$)	2,5	1,60	eingehalten
Opake Bauteile ($\theta < 19\text{ °C}$)	0,50	0,17	eingehalten
Transparente Bauteile ($\theta < 19\text{ °C}$)	2,8	1,0	eingehalten
Vorhangfassaden ($\theta < 19\text{ °C}$)	3,0	n. v.	n. v.
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln ($\theta < 19\text{ °C}$)	3,1	1,60	eingehalten

Die zulässigen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten werden von den geplanten Bauteilen eingehalten. Die kleinste Grenzwertunterschreitung beträgt rund 24 %.

Die Berechnungen wurden unter Verwendung der Software Dämmwerk [13] durchgeführt.

6.2.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Die Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien werden durch die Nutzung von Umweltenergie und durch die Unterschreitung der Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle nach GEG erfüllt.

In Summe ergibt sich ein Nutzungsanteil von 477,7 %. Die Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien werden eingehalten.

6.2.4 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Im Rahmen des GEG-Nachweises ist der sommerliche Wärmeschutz zu prüfen. Dies erfolgt raumweise für exemplarische, im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz kritische Räume (z. B. Räume mit hohem Fensterflächenanteil bezogen auf die Raumgrundfläche, z. B. Räume mit west-, süd- und/oder ostorientierten Fenstern).

Beim vorliegenden Bauvorhaben wurde exemplarisch für die folgenden drei kritischen Aufenthaltsräume der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 [11] geführt. Dabei werden die vorhandenen Sonneneintragskennwerte S den nach DIN 4108-2 maximal zulässigen Sonneneintragskennwerten S_{zul} gegenübergestellt.

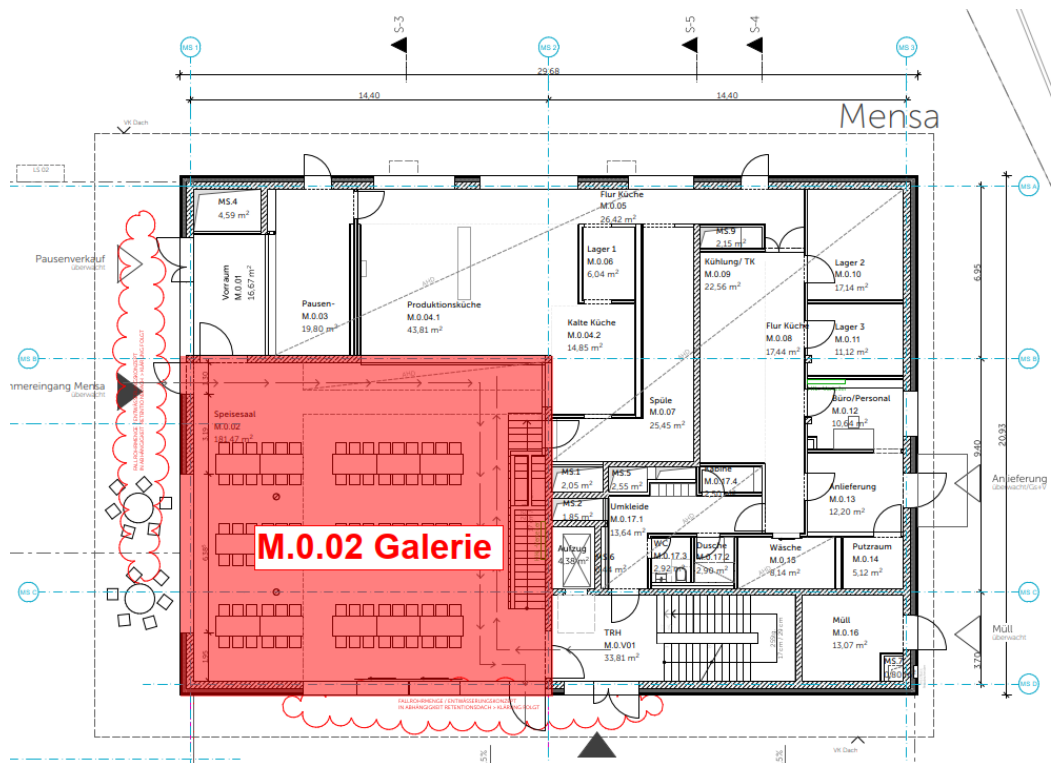


Abbildung 5. Untersuchter Raum im EG (rot markiert).

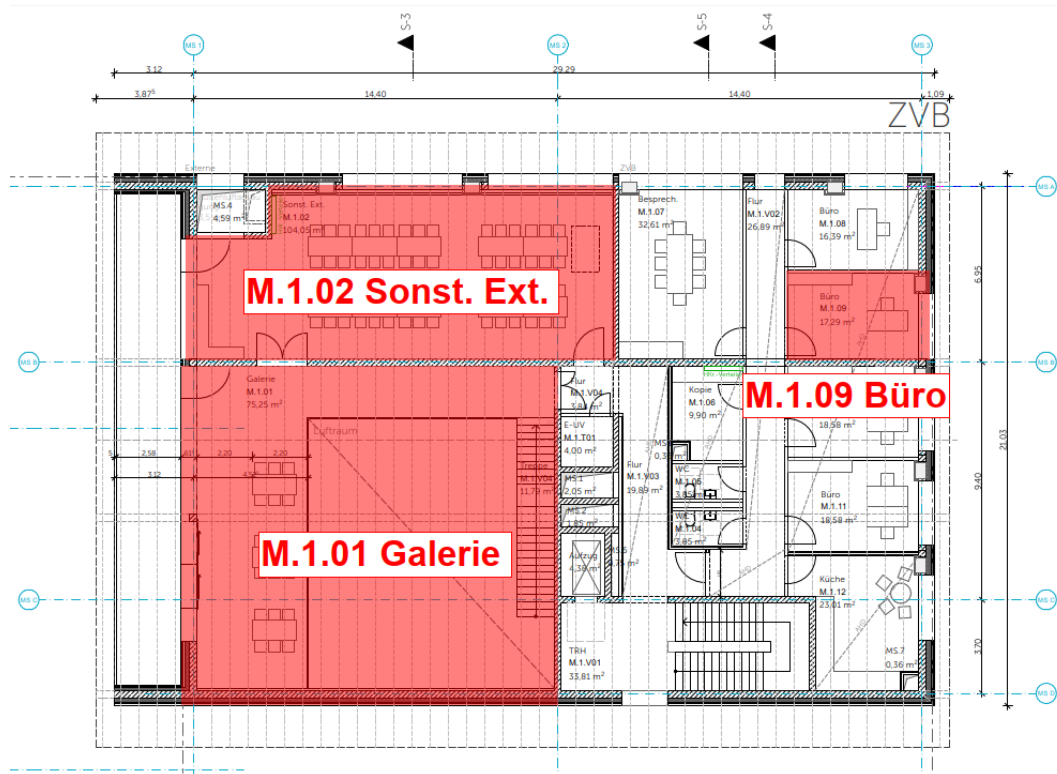


Abbildung 6. Untersuchte Räume im 1. OG (rot markiert).

Bei den Berechnungen wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Das geplante Gebäude wird unter Berücksichtigung des Standortes Deisenhofen in einer gemäßigten Klimaregion erstellt (Klimaregion B nach DIN 4108-2).
- Verglasung mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad von $g \leq 40 \%$.
- Keine passive Kühlung.
- Sonnenschutz:
 1. Speisesaal: Horizontale Markisen an den südlichen Fenstern (in Verbindung mit einer 3-fach Verglasung nach DIN 4108-2 mit einem solaren Abminderungsfaktor $F_C \leq 0,55$). Die westlichen Fenster erhalten keinen Sonnenschutz.
 2. Büro: Vertikale Markisen an dem östlichen Fenster (in Verbindung mit einer 3-fach Verglasung nach DIN 4108-2 mit einem solaren Abminderungsfaktor $F_C \leq 0,30$).
 3. Sonst. Ext.: Vertikale Markisen an dem westlichen Fenster (in Verbindung mit einer 3-fach Verglasung nach DIN 4108-2 mit einem solaren Abminderungsfaktor $F_C \leq 0,30$). Die nördlichen Fenster erhalten keinen Sonnenschutz.
- mittlere Bauart mit einer Wärmespeicherefähigkeit von $50 \text{ Wh}/(\text{K} \cdot \text{m}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{K} \cdot \text{m}^2)$.
- Keine Nachtlüftung angesetzt.

Die Berechnungsergebnisse nach DIN 4108-2 zur Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes für das vorliegende Bauvorhaben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4. Sommerlicher Mindestwärmeschutz – vorhandene und zulässige Sonneneintragskennwerte für exemplarisch überprüfte Räume.

Raum	Maximaler Sonneneintrags- kennwert - S_{zul} -	Vorhandener Sonneneintrags- kennwert - S -	Bewertung
M.0.02/M.1.01 Speisesaal	0,036	0,097	Anforderung nicht erfüllt
M.1.09 Büro	0,041	0,034	Anforderung erfüllt
M.1.02 Sonst. Ext.	0,101	0,091	Anforderung erfüllt

Die Berechnungsblätter sind im Anhang E des vorliegenden Berichtes beigelegt.

Der Speisesaal hat mit den o. g. Randbedingungen die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 noch nicht eingehalten. Deshalb wurde für den Speisesaal das genauere ingenieurmäßige Verfahren (Simulation) angewendet, die Ergebnisse sind im Bericht Nr. B164704/15 [8] dargestellt.

Zusammenfassung der Ergebnisse aus Bericht Nr. B164704/15:

Tabelle 5. Übertemperaturgradstunden des untersuchten Raumes.

Raum	Übertemperatur- gradstunden	Anforderung (Übertemperaturgrad- stunden ≤ 500 Kh/a) erfüllt
Speisesaal	ca. 80 Kh/a	Ja

4108-2 Übertemp gradstd, h.Deg-C

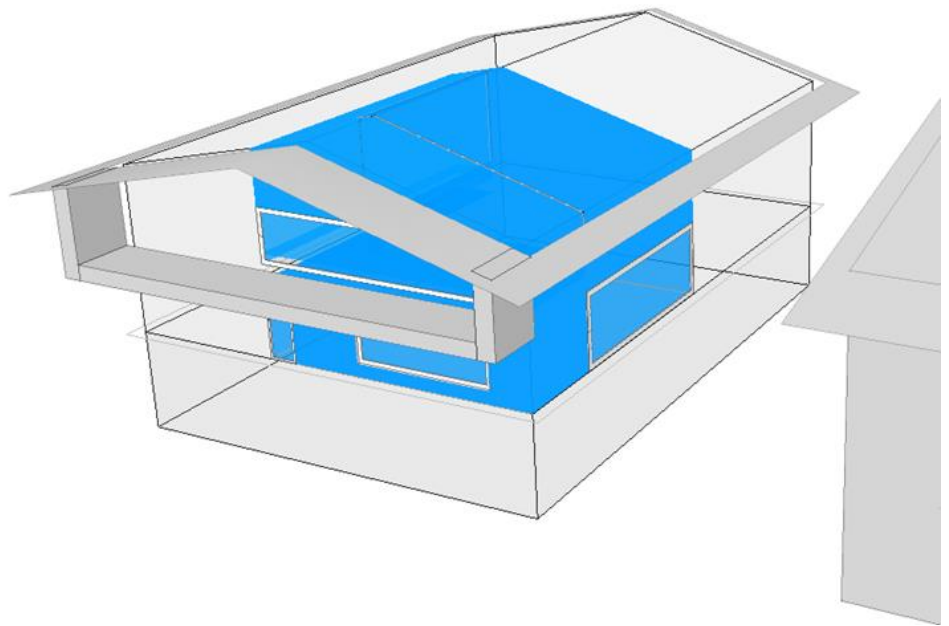
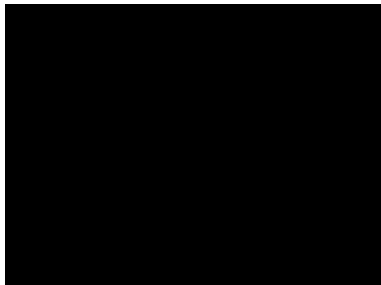
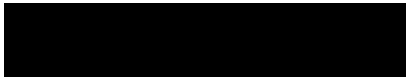


Abbildung 7. Visualisierung der Übertemperaturgradstunden, Skala von 0...500 Kh/a, Ansicht von Süd-Westen.

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz werden mit dem aktuellen Planstand unter Berücksichtigung der Randbedingungen aus Bericht Nr. B164704/15 eingehalten.



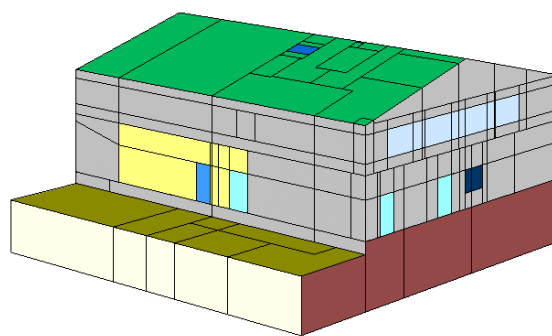
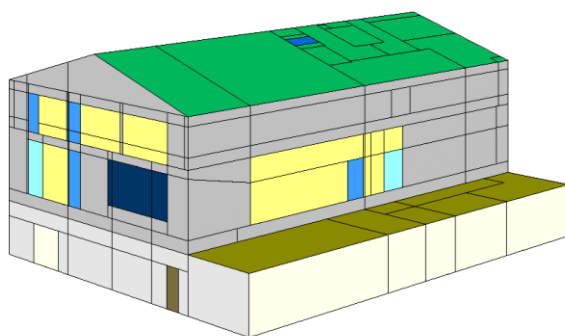
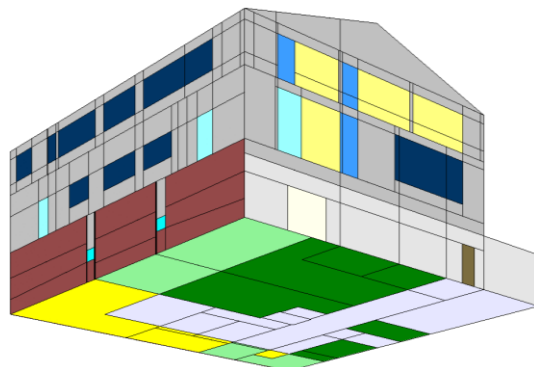
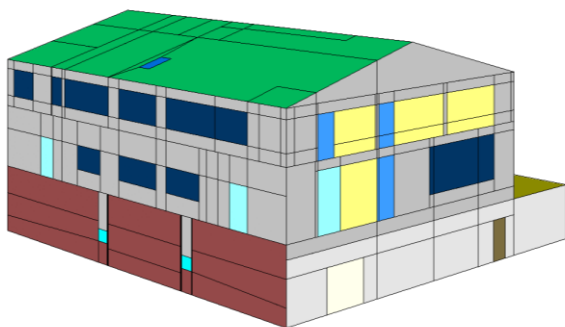
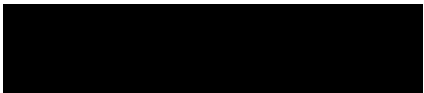


Anhang A

Bauteilzuordnung

S:\B\Proj\164\B164704\B164704_17_Ber_1D.DOCX:05. 06. 2023





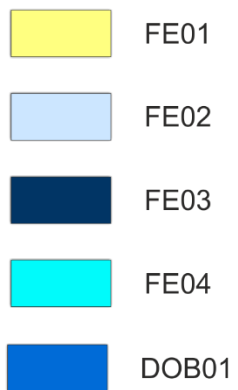
AUßENWÄNDE



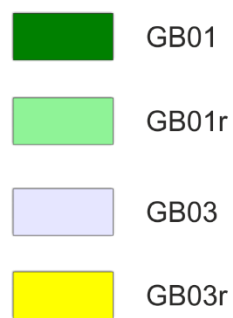
TRENNWÄNDE



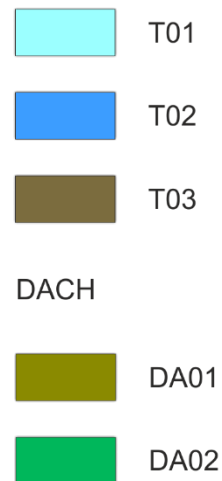
FENSTER / OBERLICHTER



BODENPLATTE



TÜREN





Anhang B

Bauteilaufbauten

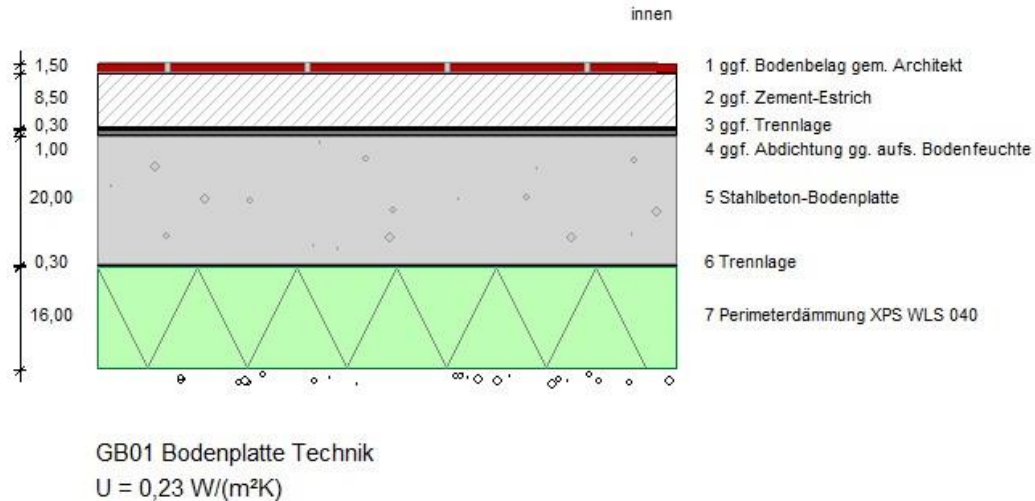
S:\B\Proj\164\B164704\B164704_17_Ber_1D.DOCX:05. 06. 2023



Bauteilquerschnitte

Projekt Schulcampus Deisenhofen - Mensa

Bauteil: GB01 Bodenplatte Technik



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,170
01 ggf. Bodenbelag gem. Architekt	1,50	–	–	–	–
02 ggf. Zement-Estrich	8,50	–	–	–	–
03 ggf. Trennlage	0,30	–	–	–	–
04 ggf. Abdichtung gg. aufs. Bodenf	1,00	–	–	–	–
05 Stahlbeton-Bodenplatte	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
06 Trennlage	0,30	–	–	–	–
07 Perimeterdämmung XPS WLS 040	16,00	25	4,0	0,040	4,000
R _{se}					0,000
d =	47,60	G =	464,0	R _T =	4,26

Wärmedurchgangskoeffizient

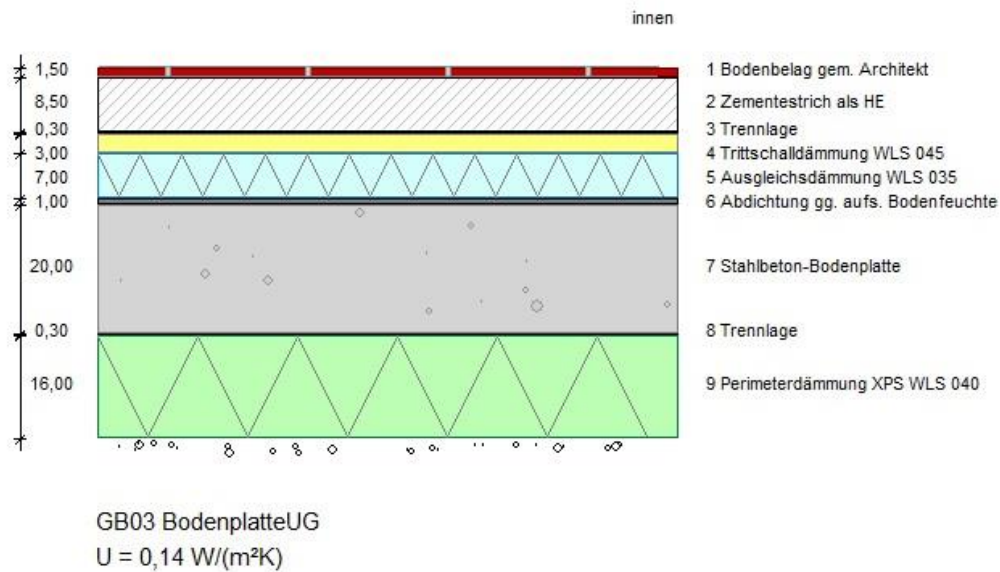
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,235 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,09 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Bauteil: GB03 BodenplatteUG



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R _{si}					0,170
01 Bodenbelag gem. Architekt	1,50	—	—	—	—
02 Zementestrich als HE	8,50	—	—	—	—
03 Trennlage	0,30	—	—	—	—
04 Trittschalldämmung WLS 045	3,00	20	0,6	0,045	0,667
05 Ausgleichsdämmung WLS 035	7,00	20	1,4	0,035	2,000
06 Abdichtung gg. aufs. Bodenfeuchte	1,00	—	—	—	—
07 Stahlbeton-Bodenplatte	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
08 Trennlage	0,30	—	—	—	—
09 Perimeterdämmung XPS WLS 040	16,00	25	4,0	0,040	4,000
R _{se}					0,000
d =	57,60	G =	466,0	R _T =	6,92

Wärmedurchgangskoeffizient

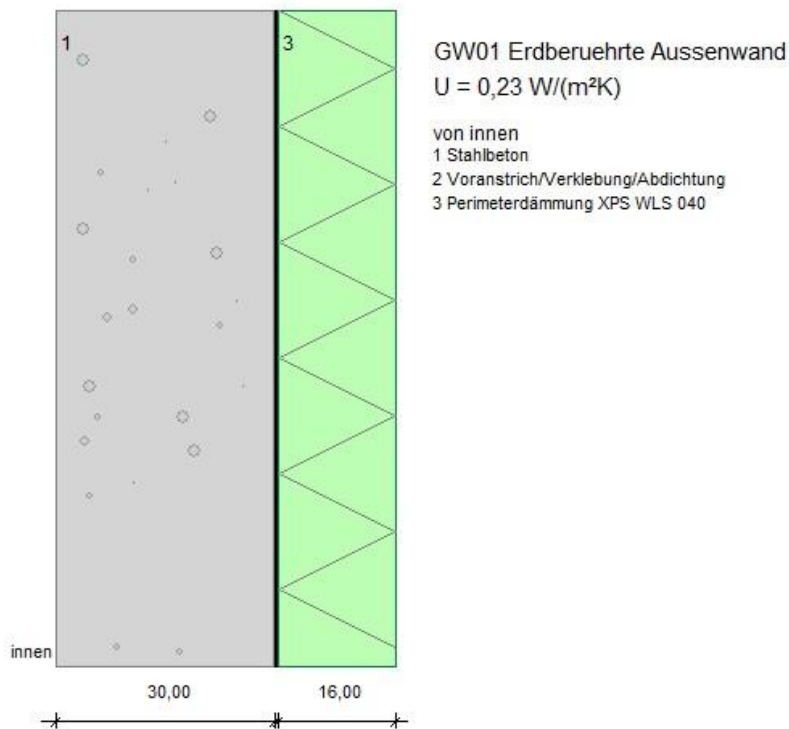
Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,144 W/(m²K) (ohne Korrekturen)

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 6,75 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Bauteil: GW01 Erdberuehrte Aussenwand



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahlbeton	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
02 Voranstrich/Verklebung/Abdichtung	0,30	-	-	-	-
03 Perimeterdämmung XPS WLS 040	16,00	25	4,0	0,040	4,000
R_{se}					0,000
<hr/>					
	d = 46,30	G = 694,0		$R_T = 4,26$	

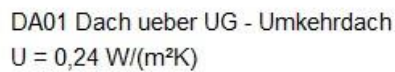
Wärmedurchgangskoeffizient

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

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,13 \geq 1,20 m² K/W erfüllt die Anforderungen



.....

.....

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,190 + 0,050 = \mathbf{0,240 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

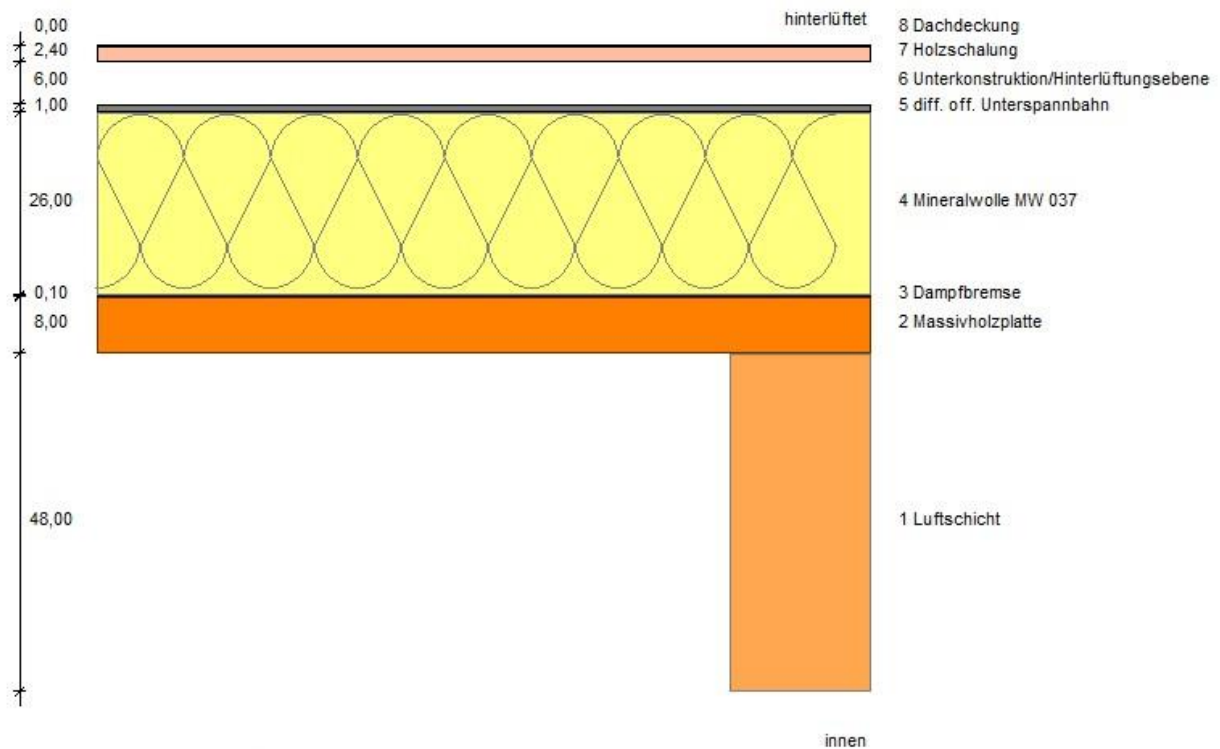
0,050 Zuschlag für UK-Dämmung nach DIN 4108-2:2013, Tab.4 (Schicht 3: 98% R_d)

U-Wert Gesamtkorrektur = 26%

Umkehrdächer (U-Wert ist nach DIN EN ISO 6946 zu erhöhen) (DIN 4108-2:2013).
Mindestanforderungen nach Tab.3.

R $5,13 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: DA02 Schrägdach



DA02 Schrägdach
 $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,100
01 Luftschicht	48,00	–	–	–	–
02 Massivholzplatte	8,00	650	52,0	0,130	0,615
03 Dampfbremse	0,10	–	–	–	–
04 Mineralwolle MW 037	26,00	20	5,2	0,037	7,027
05 diff. off. Unterspannbahn	1,00	–	–	–	–
06 Unterkonstruktion/Hinterlüftungs	6,00	–	–	–	–
07 Holzschalung	2,40	600	14,4	–	–
08 Dachdeckung	–	–	–	–	–
R _{se}					0,100
d =	91,50	G =	71,6	R _T =	7,84

$U_{\text{Gefach}} = 0,128 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
20,0 cm	93,8 cm	21,3 %	133,0 kg/m²			
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m²K/W	
R _{Si}					0,100	
01 Holzbalken	48,00	600	288,0	-	-	
02 Massivholzplatte	8,00	650	52,0	0,130	0,615	
03 Dampfbremse	0,10	-	-	-	-	
04 Mineralwolle MW 037	26,00	20	5,2	0,037	7,027	
05 diff. off. Unterspannbahn	1,00	-	-	-	-	
06 Unterkonstruktion/Hinterlüftungs	6,00	-	-	-	-	
07 Holzschalung	2,40	600	14,4	-	-	
08 Dachdeckung	-	-	-	-	-	
R _{Se}					0,100	
	91,50		359,6	R _T =	7,84	

$$U_{(R)} = 0,128 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (78,67\% \cdot 1/7,842 + 21,33\% \cdot 1/7,842) = 7,84 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 1/(0,787/0,615 + 0,213/0,615) + 1/(0,787/7,027 + 0,213/7,027) + 0,10 = 7,84 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 7,84 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 0 \%)$$

Wärmedurchgangskoeffizient

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,128 + 0,026 = \mathbf{0,154 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

0,026 Befestigungsmittel der Außenverkleidung

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

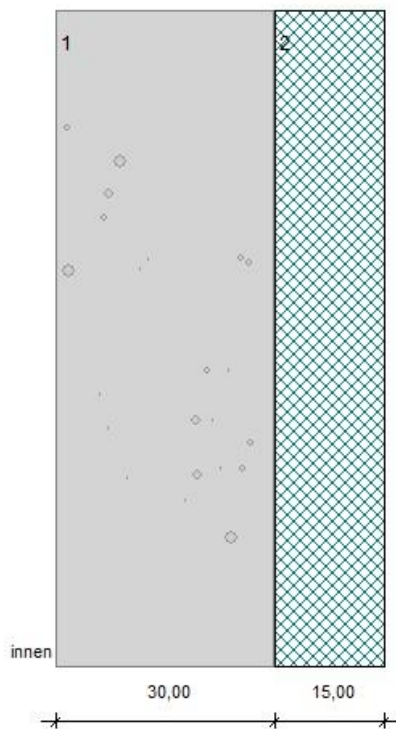
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärmedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$$R_{(G)} \quad 7,64 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

$$R \quad 6,31 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

Bauteil: TW01 Trennwand zur TG



TW01 Trennwand zur TG

$U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Stahlbeton

2 Holzwolle-Mehrschichtpl. $R > 4,1$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahlbeton	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
02 Holzwolle-Mehrschichtpl. $R > 4,1$	15,00	-	-	-	4,100
R_{se}					0,130
<hr/>					
	d = 45,00	G = 690,0		$R_T = 4,49$	

Wärmedurchgangskoeffizient

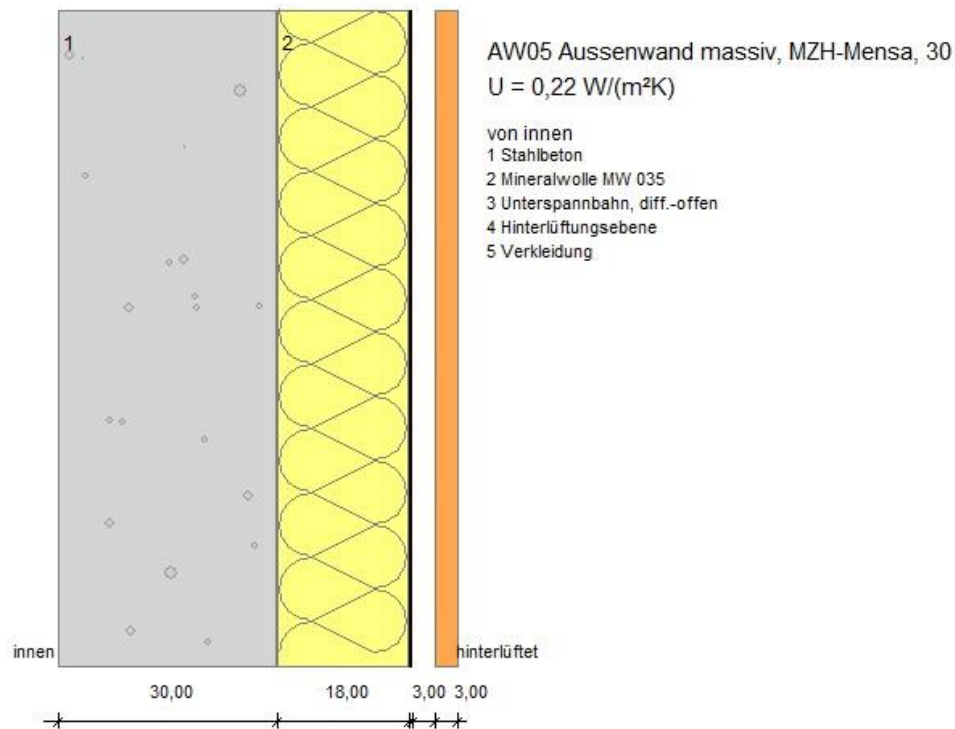
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,223 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,23 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: AW05 Aussenwand massiv, MZH-Mensa, 30



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahlbeton	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
02 Mineralwolle MW 035	18,00	20	3,6	0,035	5,143
03 Unterspannbahn, diff.-offen	0,10	-	-	-	-
04 Hinterlüftungsebene	3,00	-	-	-	-
05 Verkleidung	3,00	-	-	-	-
R_{se}					0,130
<hr/>					
	d = 54,10	G = 693,6		$R_T = 5,53$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,181 + 0,036 = 0,217 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,036 Zuschlag für Befestigungsmittel der Außenverkleidung (20%)

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 5,27 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: FE01 Regelfenster

Dreifach-Wärmeschutz-Isolierverglasung $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g \leq 0,40$
Rahmen aus Profilen $U_{f,BW} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,00 \text{ (1,0) W/(m}^2\text{K)}$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,70$ und $U_f = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: FE02 Vertikale Lichtbänder

Dreifach-Wärmeschutz-Isolierverglasung $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g \leq 0,40$
Rahmen aus Profilen $U_{f,BW} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,00 \text{ (1,0) W/(m}^2\text{K)}$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,70$ und $U_f = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: FE03 Einzelfenster

Dreifach-Wärmeschutz-Isolierverglasung $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g \leq 0,40$
Rahmen aus Profilen $U_{f,BW} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,00 \text{ (1,0) W/(m}^2\text{K)}$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,70$ und $U_f = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: FE04 Kellerfenster

Dreifach-Wärmeschutz-Isolierverglasung $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g \leq 0,40$
Rahmen aus Profilen $U_{f,BW} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,00 \text{ (1,0) W/(m}^2\text{K)}$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,70$ und $U_f = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: DOB01 Dachoberlichter

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,600 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 78\%$)

Bauteil: T01 Aussentuer

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,600 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Bauteil: T02 Fassadentuer

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Bauteil: T03 Tür Tiefgarage

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)



Anhang C

Bilanzierung nach DIN V 18599

S:\B\Proj\164\B164704\B164704_17_Ber_1D.DOCX:05. 06. 2023



Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Schulcampus Deisenhofen - Mensa

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 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i, \text{WE}}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
1 Einzelbüros	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	44	158
2 Gruppenbüros	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,2	37	145
3 Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	137	533
4 Speisesaal	212 Kantine	250	18,5	17,0	257	1845
5 Küche	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,4	85	213
6 Spülküche, Vorbereitung,	215 Küche - Vorb	300	20,1	17,7	109	272
7 Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	17,6	57	143
8 Umkleiden, Kopierraum	218 Nebenflächen	250	20,4	18,2	26	65
9 Flure und TRH	219 Verkehrsfläc	250	20,1	17,4	269	821
10 ELT-Räume	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	29	71
11 Lager, Archiv	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	268	899
12 Technik	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	325	1214
					1.642	6.379

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 1641,6 \text{ m}^2$, $n_G = 3$ Geschosse

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Zone 1 Einzelbüros						
0101-0 AW05 Ost	1:0	35,9	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	7,8
0102-0 FE03 Ost	1:0	2,9	1,000	1,00 F _F	50 02	2,9
0103-0 AW05 Nord	1:0	14,0	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	3,0
0104-0 FE03 Nord	1:0	4,7	1,000	1,00 F _F	50 02	4,7
0105-0 FE02 Ost	1:0	5,1	1,000	1,00 F _F	50 02	5,1
0106-0 DA02 Nord	1:0	43,0	0,154	1,00 F _D	50 02	6,6
Zone 2 Gruppenbüros						
0201-0 AW05 Ost	2:0	27,7	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	6,0
0202-0 FE02 Ost	2:0	14,4	1,000	1,00 F _F	50 02	14,4
0203-0 DA02 Süd	2:0	26,6	0,154	1,00 F _D	50 02	4,1
0204-0 DA02 Nord	2:0	18,2	0,154	1,00 F _D	50 02	2,8
Zone 3 Besprechung						
0301-0 AW05 Nord	3:0	30,0	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	6,5
0302-0 AW05 West	3:0	10,4	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	2,3
0303-0 T02 West	3:0	3,4	1,200	1,00 F _F	09 50 02	4,1
0304-0 FE01 West	3:0	9,1	1,000	1,00 F _F	50 02	9,1
0305-0 FE03 Nord	3:0	31,8	1,000	1,00 F _F	50 02	31,8
0306-0 DA02 Nord	3:0	157,1	0,154	1,00 F _D	50 02	24,2
0307-0 DOB01 Nord	3:0	2,1	1,600	1,00 F _F	70 50 02	3,4
Zone 4 Speisesaal						
0401-0 T02 West	4:0	8,9	1,200	1,00 F _F	09 50 02	10,7
0402-0 AW05 West	4:0	68,5	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	14,9
0403-0 FE03 West	4:0	18,9	1,000	1,00 F _F	50 02	18,9
0404-0 AW05 Süd	4:0	69,2	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	15,0
0405-0 FE01 Süd	4:0	38,6	1,000	1,00 F _F	50 02	38,6
0406-0 T02 Süd	4:0	3,9	1,200	1,00 F _F	09 50 02	4,7
0407-0 FE01 West	4:0	24,6	1,000	1,00 F _F	50 02	24,6
0408-0 DA02 Nord	4:0	46,9	0,154	1,00 F _D	50 02	7,2
0409-0 DA02 Süd	4:0	153,3	0,154	1,00 F _D	50 02	23,6
Zone 5 Küche						
0501-0 AW05 Nord	5:0	58,0	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	12,6
0502-0 FE03 Nord	5:0	15,8	1,000	1,00 F _F	50 02	15,8
0503-0 T01 Nord	5:0	4,1	1,600	1,00 F _{AW}	09 50 02	6,6
Zone 6 Spülküche,Vorbere						
0601-0 AW05 Nord	6:0	11,6	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	2,5
0602-0 T01 Nord	6:0	4,3	1,600	1,00 F _{AW}	09 50 02	6,9
0603-0 AW05 Ost	6:0	13,3	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	2,9
0604-0 FE02 Ost	6:0	6,5	1,000	1,00 F _F	50 02	6,5
0605-0 AW05 Süd	6:0	11,7	0,217	1,00 F _{AW}	50 02	2,5
0606-0 DA02 Süd	6:0	27,9	0,154	1,00 F _D	50 02	4,3
Zone 7 Sanitärräume						
0701-0 GB03r	7:0	4,8	0,144	L _S	53 33	0,6

0702-0 GB03	7:0	49,4	0,144	L _S	74 53 33	6,0
0703-0 DA01	7:0	10,9	0,240	1,00 F _D	50 02	2,6
0704-0 DA02 Süd	7:0	10,4	0,154	1,00 F _D	50 02	1,6

Zone 8 Umkleide, Kopiererr

0801-0 DA02 Nord	8:0	9,4	0,154	1,00 F _D	50 02	1,4
0802-0 DA02 Süd	8:0	2,1	0,154	1,00 F _D	50 02	0,3

Zone 9 Flure und TRH

0901-0 TW01 West	9:0	10,6	0,223	1,00 FAW	50	2,4
0902-0 T03 West	9:0	3,2	1,200	1,00 FAW	09 50	3,8
0903-0 AW05 Süd	9:0	81,7	0,217	1,00 FAW	50 02	17,7
0904-0 GB03	9:0	135,2	0,144	L _S	74 53 33	16,4
0905-0 GB01r	9:0	1,1	0,235	L _S	53 33	0,1
0906-0 DA01	9:0	24,1	0,240	1,00 F _D	50 02	5,8
0907-0 GB03r	9:0	4,6	0,144	L _S	53 33	0,6
0908-0 AW05 West	9:0	6,6	0,217	1,00 FAW	50 02	1,4
0909-0 T01 West	9:0	6,8	1,600	1,00 FAW	09 50 02	10,9
0910-0 FE01 West	9:0	11,5	1,000	1,00 F _F	50 02	11,5
0911-0 FE01 Süd	9:0	10,7	1,000	1,00 F _F	50 02	10,7
0912-0 T01 Süd	9:0	4,9	1,600	1,00 FAW	09 50 02	7,8
0913-0 AW05 Nord	9:0	3,1	0,217	1,00 FAW	50 02	0,7
0914-0 FE03 Nord	9:0	2,3	1,000	1,00 F _F	50 02	2,3
0915-0 DA02 Süd	9:0	76,7	0,154	1,00 F _D	50 02	11,8
0916-0 DA02 Nord	9:0	29,6	0,154	1,00 F _D	50 02	4,6

Zone 10 ELT-Räume

1001-0 GB01	10:0	35,6	0,235	L _S	74 53 33	5,0
1002-0 TW01 West	10:0	35,2	0,223	1,00 FAW	50	7,8
1003-0 AW05 West	10:0	8,0	0,217	1,00 FAW	50 02	1,7

Zone 11 Lager, Archiv

1101-0 GB03r	11:0	115,9	0,144	L _S	53 33	14,1
1102-0 GW01	11:0	130,5	0,235	L _S	53 38	
1103-0 AW05 Nord	11:0	21,5	0,217	1,00 FAW	50 02	4,7
1104-0 FE04 Nord	11:0	0,8	1,000	1,00 F _F	50 02	0,8
1105-0 GB03	11:0	101,9	0,144	L _S	74 53 33	12,4
1106-0 TW01 West	11:0	22,0	0,223	1,00 FAW	50	4,9
1107-0 DA01	11:0	66,2	0,240	1,00 F _D	50 02	15,9
1108-0 AW05 Ost	11:0	62,3	0,217	1,00 FAW	50 02	13,5
1109-0 T01 Ost	11:0	7,6	1,600	1,00 FAW	09 50 02	12,2
1110-0 AW05 Süd	11:0	14,5	0,217	1,00 FAW	50 02	3,1

Zone 12 Technik

1201-0 GB01r	12:0	127,2	0,235	L _S	53 33	17,7
1202-0 GW01	12:0	113,9	0,235	L _S	53 38	
1203-0 TW01 West	12:0	19,2	0,223	1,00 FAW	50	4,3
1204-0 GB01	12:0	197,9	0,235	L _S	74 53 33	27,5
1205-0 AW05 Nord	12:0	27,5	0,217	1,00 FAW	50 02	6,0
1206-0 FE04 Nord	12:0	0,8	1,000	1,00 F _F	50 02	0,8
1207-0 AW05 West	12:0	24,0	0,217	1,00 FAW	50 02	5,2
1208-0 AW05 Süd	12:0	13,3	0,217	1,00 FAW	50 02	2,9
1209-0 DA01	12:0	71,9	0,240	1,00 F _D	50 02	17,3
1210-0 AW05 Ost	12:0	7,7	0,217	1,00 FAW	50 02	1,7
1211-0 DA02 Nord	12:0	10,1	0,154	1,00 F _D	50 02	1,6
1212-0 DOB01 Süd	12:0	2,6	1,600	1,00 F _F	70 50 02	4,2
1213-0 DA02 Süd	12:0	7,1	0,154	1,00 F _D	50 02	1,1

Σ A [m²] = 2.522,9

Σ H_T [W/K] = 664,8

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
- 33 Der thermische Leitwert L_S des beheizten Kellers wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh. Bauteilberechnung).
- 38 Der Leitwert des (Wand)bauteils ist bereits im Leitwert des beheizten Kellers enthalten
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
- 70 Dachflächenfenster
- 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

$H_{T, WB} = 174,9 \text{ W/K}$ (26,3 %, 0,069 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T, D}$ W/K	$H_{T, s}$ W/K	$H_{T, iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T, iz}$ W/K	$H_{T, zi}$ W/K
1 Einzelbüros	41	0	0	41	0	0
2 Gruppenbüros	36	0	0	36	0	0
3 Besprechung	106	0	0	106	0	0
4 Speisesaal	201	0	0	201	0	0
5 Küche	43	0	0	43	0	0
6 Spülküche, Vorbereitung	33	0	0	33	0	0
7 Sanitärräume	6	7	0	13	0	0
8 Umkleiden, Kopierraum	3	0	0	3	0	0
9 Flure und TRH	119	17	0	136	0	0
10 ELT-Räume	14	5	0	19	0	0
11 Lager, Archiv	75	26	0	101	0	0
12 Technik	63	45	0	109	0	0
	739	100		840		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$H'_{T, vorh} = (H_{T, D} + F_x \cdot H_{T, iu} + F_x \cdot H_{T, s}) / A = 839,8 / 2.767,3 = \mathbf{0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/ (m²K)]	Fenster [W/ (m²K)]	Vorhangf. [W/ (m²K)]	Oberl. [W/ (m²K)]
U_{max}	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,21	1,02		1,60
Zonen	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,17	1,00		1,60

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} -24,9\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 6 * 2523 / 6379 = 2,37 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (zeitabhängige, raumweise Steuerung) für die Zonen 1 Einzelbüros, 2 Gruppenbüros, 3 Besprechung, 4 Speisesaal, 5 Küche, 6 Spülküche Vorbereitung Lager, 7 Sanitärräume, 8 Umkleiden Kopierraum, 9 Flure und TRH, 10 ELT-Räume, 11 Lager Archiv, 12 Technik

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	Luftwechsel			Fenster		Lüftungsanlage	
		n_{50} h^{-1}	V_A/V_{dc} $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	n_{win} h^{-1}	$n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{V,m}$ h/d
1 Einzelbüros	-	4,01	3,55	1,00	0,28	0,10	0,99	13
2 Gruppenbüros	-	3,60	3,55	0,91	0,25	0,51	0,06	13
3 Besprechung	-	2,75	8,75	2,24	0,19	0,10	2,24	13
4 Speisesaal	-	1,41	18,00	2,50	0,10	0,10	2,50	9
5 Küche	-	2,20	90,00	36,01	0,15	0,10	35,96	15
6 Spülküche, Vorbe	-	1,66	15,00	6,00	0,12	0,10	6,00	15
7 Sanitärräume	-	3,16	15,00	6,00	0,10	0,10	6,01	13
8 Umkleiden, Kopie	-	1,06	0,15	0,06	0,06	0,10	0,06	13
9 Flure und TRH	-	3,02	0,00	0,00	0,21	0,10	-	-
10 ELT-Räume	-	6,64	0,15	0,06	0,46	0,10	0,06	13
11 Lager, Archiv	-	2,76	0,15	0,04	0,19	0,10	0,04	13
12 Technik	-	2,52	0,15	0,04	0,18	0,10	0,04	13

\Rightarrow WE-Betrieb ...

1 Einzelbüros	0,00	0,00	0,28	0,10
2 Gruppenbüros	0,00	0,00	0,25	0,10
3 Besprechung	0,00	0,00	0,19	0,10
4 Speisesaal	0,00	0,00	0,10	0,10
5 Küche	0,00	0,00	0,15	0,10
6 Spülküche, Vorbereitung, La	0,00	0,00	0,12	0,10
7 Sanitärräume	0,00	0,00	0,22	0,10
8 Umkleiden, Kopierraum	0,00	0,00	0,07	0,10
9 Flure und TRH	0,00	0,00	0,21	0,10
10 ELT-Räume	0,00	0,00	0,46	0,10
11 Lager, Archiv	0,00	0,00	0,19	0,10
12 Technik	0,00	0,00	0,18	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 157 / 157 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 9 / 9 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1196 / 1196 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4621 / 4621 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG74 ()

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 7659 / 7659 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1631 / 1631 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 859 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, WRG74 ()

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, WRG74 ()

Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 4 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG74 ()

Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 40 / 40 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG74 ()

Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 49 / 49 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG74 ()

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A * \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
 $n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{V,mech} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
 n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $n_{win,min} + \Delta n_{win,mech} \cdot t_{V,mech} / 24$
 mit $n_{win,min} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77
 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) \cdot n_{inf} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{nutz} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1$
 $n_{mech} = n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der 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 m ³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
1 Einzelbüros	158	0	15	5	20	29	21,0
2 Gruppenbüros	145	0	12	25	37	2	21,0
3 Besprechung	533	0	35	18	53	220	21,0
4 Speisesaal	1.845	0	62	63	125	589	22,0
5 Küche	213	0	11	7	18	1625	22,0
6 Spülküche, Vorbere	272	0	11	9	20	346	22,0
7 Sanitärräume	143	0	5	5	10	158	22,0
8 Umkleiden, Kopiererr	65	0	1	2	3	1	22,0
9 Flure und TRH	821	0	59	28	87	0	
10 ELT-Räume	71	0	11	2	14	1	22,0
11 Lager, Archiv	899	0	59	31	89	7	22,0
12 Technik	1.214	0	73	41	114	9	22,0
		0	354	237	591	2988	
⇒ WE-Betrieb ...							
1 Einzelbüros		0	15	5	20		
2 Gruppenbüros		0	12	5	17		
3 Besprechung		0	35	18	53		
4 Speisesaal		0	62	63	125		
5 Küche		0	11	7	18		
6 Spülküche, Vorbereitung,		0	11	9	20		
7 Sanitärräume		0	11	5	16		
8 Umkleiden, Kopiererraum		0	2	2	4		
9 Flure und TRH		0	59	28	87		
10 ELT-Räume		0	11	2	14		
11 Lager, Archiv		0	59	31	89		
12 Technik		0	73	41	114		
		0	360	217	577		

$H_{V,z} = V \cdot 0.34$ [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet
 H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = $n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34$ [W/K]
 $H_{V,win,ohne RLT} = f_{win,seasonal} \cdot H_{V,win} = (0.04 \cdot \theta_e + 0.8) \cdot H_{V,win}$ [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	A _g m ²	I _{S,Jan/Jul} W/m ²	g _{eff,Jan/Jul} %	Q _{S,Jan/Jul} kWh/d
0102-0 FE03 Ost	1	2,03	25/ 138	29/ 29 7100	0,4/ 2,0

0104-0	FE03 Nord	1	3,29	10/ 81	29/ 29	"	0,2/ 1,9	
0105-0	FE02 Ost	1	3,57	25/ 138	29/ 13	7102s	0,6/ 1,6	
0202-0	FE02 Ost	2	10,08	25/ 138	29/ 13	"	1,8/ 4,4	
0303-0	T02 West	3	2,38	17/ 117	58/ 58	7100	0,6/ 3,9	
0304-0	FE01 West	3	6,37	17/ 117	29/ 29	"	0,8/ 5,2	
0305-0	FE03 Nord	3	22,26	10/ 81	29/ 29	"	1,6/ 12,6	
0307-0	DOB01 Nord	3	1,47	16/ 175	57/ 57	"	0,3/ 3,5	
0401-0	T02 West	4	6,23	17/ 117	58/ 58	"	1,5/ 10,2	
0403-0	FE03 West	4	13,23	17/ 117	29/ 29	"	1,6/ 10,8	
0405-0	FE01 Süd	4	27,02	59/ 113	29/ 16	7105s	11,2/ 11,6	
0406-0	T02 Süd	4	2,73	59/ 113	58/ 58	7100	2,3/ 4,3	
0407-0	FE01 West	4	17,22	17/ 117	29/ 29	"	2,1/ 14,1	
0502-0	FE03 Nord	5	11,06	10/ 81	29/ 29	"	0,8/ 6,3	
0604-0	FE02 Ost	6	4,55	25/ 138	29/ 13	7102s	0,8/ 2,0	
0910-0	FE01 West	9	8,05	17/ 117	29/ 29	7100	1,0/ 6,6	
0911-0	FE01 Süd	9	7,49	59/ 113	29/ 29	"	3,1/ 5,9	
0914-0	FE03 Nord	9	1,61	10/ 81	29/ 29	"	0,1/ 0,9	
1104-0	FE04 Nord	11	0,56	10/ 81	29/ 29	"	0,0/ 0,3	
1206-0	FE04 Nord	12	0,56	10/ 81	29/ 29	"	0,0/ 0,3	
1212-0	DOB01 Süd	12	1,82	50/ 208	57/ 57	"	1,2/ 5,2	
			153,60					32/ 114

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

7102: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie, 10°-Stellung, grau

7105: aus dem Bauteilbezug, vertikale Markise, weiß

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

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche			Zone		A	U	α	h_r	$I_{S, Jul}$	$Q_{S, Jul}$
					m²	W/ (m²K)		W/ (m²K)	W/m²	kWh/d
0101-0	AW05	Ost	O	1	35,9	0,22	0,60	4,50	138	0,5
0103-0	AW05	Nord	N	1	14,0	0,22	0,60	4,50	81	0,1
0106-0	DA02	Nord	N	1	43,0	0,15	0,60	4,50	175	0,4
0201-0	AW05	Ost	O	2	27,7	0,22	0,60	4,50	138	0,3
0203-0	DA02	Süd	S	2	26,6	0,15	0,60	4,50	208	0,3
0204-0	DA02	Nord	N	2	18,2	0,15	0,60	4,50	175	0,2
0301-0	AW05	Nord	N	3	30,0	0,22	0,60	4,50	81	0,2
0302-0	AW05	West	W	3	10,4	0,22	0,60	4,50	117	0,1
0306-0	DA02	Nord	N	3	157,1	0,15	0,60	4,50	175	1,4
0402-0	AW05	West	W	4	68,5	0,22	0,60	4,50	117	0,7
0404-0	AW05	Süd	S	4	69,2	0,22	0,60	4,50	113	0,7
0408-0	DA02	Nord	N	4	46,9	0,15	0,60	4,50	175	0,4
0409-0	DA02	Süd	S	4	153,3	0,15	0,60	4,50	208	1,8
0501-0	AW05	Nord	N	5	58,0	0,22	0,60	4,50	81	0,3
0503-0	T01	Nord	N	5	4,1	1,60	0,60	4,50	81	0,2
0601-0	AW05	Nord	N	6	11,6	0,22	0,60	4,50	81	0,1
0602-0	T01	Nord	N	6	4,3	1,60	0,60	4,50	81	0,2
0603-0	AW05	Ost	O	6	13,3	0,22	0,60	4,50	138	0,2
0605-0	AW05	Süd	S	6	11,7	0,22	0,60	4,50	113	0,1
0606-0	DA02	Süd	S	6	27,9	0,15	0,60	4,50	208	0,3

0703-0	DA01	-	7	10,9	0,24	0,60	4,50	210	0,2
0704-0	DA02 Süd	S	7	10,4	0,15	0,60	4,50	208	0,1
0801-0	DA02 Nord	N	8	9,4	0,15	0,60	4,50	175	0,1
0802-0	DA02 Süd	S	8	2,1	0,15	0,60	4,50	208	0,0
0903-0	AW05 Süd	S	9	81,7	0,22	0,60	4,50	113	0,8
0906-0	DA01	-	9	24,1	0,24	0,60	4,50	210	0,4
0908-0	AW05 West	W	9	6,6	0,22	0,60	4,50	117	0,1
0909-0	T01 West	W	9	6,8	1,60	0,60	4,50	117	0,5
0912-0	T01 Süd	S	9	4,9	1,60	0,60	4,50	113	0,3
0913-0	AW05 Nord	N	9	3,1	0,22	0,60	4,50	81	0,0
0915-0	DA02 Süd	S	9	76,7	0,15	0,60	4,50	208	0,9
0916-0	DA02 Nord	N	9	29,6	0,15	0,60	4,50	175	0,3
1003-0	AW05 West	W	10	8,0	0,22	0,60	4,50	117	0,1
1103-0	AW05 Nord	N	11	21,5	0,22	0,60	4,50	81	0,1
1107-0	DA01	-	11	66,2	0,24	0,60	4,50	210	1,2
1108-0	AW05 Ost	O	11	62,3	0,22	0,60	4,50	138	0,8
1109-0	T01 Ost	O	11	7,6	1,60	0,60	4,50	138	0,7
1110-0	AW05 Süd	S	11	14,5	0,22	0,60	4,50	113	0,1
1205-0	AW05 Nord	N	12	27,5	0,22	0,60	4,50	81	0,1
1207-0	AW05 West	W	12	24,0	0,22	0,60	4,50	117	0,2
1208-0	AW05 Süd	S	12	13,3	0,22	0,60	4,50	113	0,1
1209-0	DA01	-	12	71,9	0,24	0,60	4,50	210	1,3
1210-0	AW05 Ost	O	12	7,7	0,22	0,60	4,50	138	0,1
1211-0	DA02 Nord	N	12	10,1	0,15	0,60	4,50	175	0,1
1213-0	DA02 Süd	S	12	7,1	0,15	0,60	4,50	208	0,1

1.439,7

17,2

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

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

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

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

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.8 = 4 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 ...								
1 Einzelbüros	126	85	32	20	38	43	105	1.277
2 Gruppenbüros	176	120	42	26	55	57	149	1.435
3 Besprechung	423	257	118	67	99	147	329	5.046
4 Speisesaal	1.550	1.184	437	307	574	501	1.249	14.448
5 Küche	95	60	30	17	24	39	74	1.178
6 Spülküche, V	79	54	19	12	25	26	67	648
7 Sanitärräume	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Flure und TR	341	263	98	69	129	113	275	3.472
10 ELT-Räume	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Lager, Arch	5	3	2	1	1	2	4	60
12 Technik	122	88	32	21	40	40	97	1.314
über opake ...								
1 Einzelbüros	7	2	-	-	-	-	4	138
2 Gruppenbüros	11	4	-	-	-	-	7	146
3 Besprechung	3	0	-	-	-	-	1	221
4 Speisesaal	66	36	0	-	6	2	41	732
5 Küche	1	-	-	-	-	-	-	57
6 Spülküche, V	13	7	0	-	1	0	8	155
7 Sanitärräume	5	1	-	-	-	-	2	59
8 Umkleiden, K	1	0	-	-	-	-	0	16
9 Flure und TR	69	41	1	-	10	4	44	716
10 ELT-Räume	1	0	-	-	-	-	1	15
11 Lager, Arch	39	12	0	-	1	0	24	522

12 Technik	27	6	0	-	1	0	14	369
	3.158	2.225	812	539	1.003	976	2.495	32.024

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

Zone	A _B m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
1 Einzelbüros	44	1,3	1,9	0,0	3,2
2 Gruppenbüros	37	1,1	1,6	0,0	2,7
3 Besprechung	137	12,7	1,1	0,0	13,8
4 Speisesaal	257	44,9	2,6	0,0	47,5
5 Küche	85	4,8	153,2	0,0	157,9
6 Spülküche, Vorbereitung, L	109	6,1	19,6	0,0	25,7
7 Sanitärräume	57	-	-	0,0	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	26	-	-	0,0	0,0
9 Flure und TRH	269	-	-	0,0	0,0
10 ELT-Räume	29	-	-	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	268	-	-	0,0	0,0
12 Technik	325	-	-	0,0	0,0

⇒ WE-Betrieb ...

1 Einzelbüros	-	-	0,0	0,0
2 Gruppenbüros	-	-	0,0	0,0
3 Besprechung	-	-	0,0	0,0
4 Speisesaal	-	-	0,0	0,0
5 Küche	-	-	0,0	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung, L	-	-	0,0	0,0
7 Sanitärräume	-	-	0,0	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	-	0,0	0,0
9 Flure und TRH	-	-	0,0	0,0
10 ELT-Räume	-	-	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	-	-	0,0	0,0
12 Technik	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
1 Einzelbüros	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0
2 Gruppenbüros	0,0	1,2	0,1	0,0	0,0
3 Besprechung	0,0	4,5	0,4	0,0	0,0
4 Speisesaal	0,0	2,8	0,6	0,0	0,0
5 Küche	0,0	5,8	0,3	0,0	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung, La	0,0	2,8	0,3	0,0	0,0
7 Sanitärräume	0,0	1,3	0,2	0,0	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
9 Flure und TRH	0,0	1,2	0,8	0,0	0,0
10 ELT-Räume	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0
12 Technik	0,0	0,6	1,0	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} = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

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

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
1 Einzelbüros	41	20	29	30	6	0,204
2 Gruppenbüros	36	37	2	35	6	0,165
3 Besprechung	106	53	220	78	22	0,282
4 Speisesaal	201	125	589	148	69	0,471
5 Küche	43	18	1625	31	164	5,331
6 Spülküche, Vorbereitung, L	33	20	346	28	29	1,041
7 Sanitärräume	13	10	158	13	1	0,110
8 Umkleiden, Kopierraum	3	3	1	4	0	0,042
9 Flure und TRH	136	87	0	113	7	0,059
10 ELT-Räume	19	14	1	13	0	0,012
11 Lager, Archiv	101	89	7	81	2	0,020
12 Technik	109	114	9	96	3	0,034

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
1 Einzelbüros	50	90	24,58	2,54	0,986	1,000
2 Gruppenbüros	50	75	24,80	2,55	0,992	1,000
3 Besprechung	50	379	18,04	2,13	0,950	1,000
4 Speisesaal	50	915	14,02	1,88	0,855	0,999
5 Küche	50	1686	2,52	1,16	0,165	1,000
6 Spülküche, Vorbereitung, L	50	399	13,61	1,85	0,636	1,000
7 Sanitärräume	50	181	15,80	1,99	0,989	1,000
8 Umkleiden, Kopierraum	50	7	182,33	12,39	1,000	1,000
9 Flure und TRH	50	223	60,33	4,77	1,000	1,000
10 ELT-Räume	50	33	42,77	3,67	1,000	1,000
11 Lager, Archiv	50	198	67,65	5,23	1,000	1,000
12 Technik	50	231	70,14	5,38	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

$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ = 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

$\gamma = Q_{\text{source}} / Q_{\text{sink}}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

Außentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez

	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Te	°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 ...													
Ti, 1	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
Ti, 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
Ti, 3	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
Ti, 4	°C	18,5	18,5	18,5	19,2	19,9	20,3	20,7	20,6	20,0	19,2	18,5	18,5
Ti, 5	°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, 6	°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
Ti, 7	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
Ti, 8	°C	20,4	20,5	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,9	20,8	20,7	20,5	20,4
Ti, 9	°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,10	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
Ti,11	°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
Ti,12	°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	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
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	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
Ti, 4	°C	17,0	17,0	17,0	17,6	19,0	19,8	20,4	20,3	19,1	17,7	17,0	17,0
Ti, 5	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
Ti, 6	°C	17,7	17,8	18,3	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,6
Ti, 7	°C	17,6	17,8	18,3	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,6
Ti, 8	°C	18,2	18,4	18,7	19,4	20,0	20,4	20,7	20,7	20,1	19,4	18,7	18,2
Ti, 9	°C	17,4	17,5	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
Ti,10	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
Ti,11	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
Ti,12	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2

7.1 Zone 1 Einzelbüros

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,767	0,933	0,981	0,988	0,986	0,983	0,958	0,794
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,928	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,858
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	24	39	38	39	39	35	39	408
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.556
$Q_{h,b,RE}$	kWh	60	223	394	505	492	416	343	2.638
$Q_{h,b,WE}$	kWh	12	68	144	191	184	153	116	903
Q_T	kWh	177	315	448	550	547	472	446	3.691
Q_V	kWh	77	148	212	260	259	223	211	1.627
Q_S^*	kWh	108	83	32	19	37	43	106	1.027
Q_I^*	kWh	73	94	99	107	104	91	95	942

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

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

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

solare Warmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Warmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$
 Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \cdot \eta - Q_I^* \cdot \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

7.2 Zone 2 Gruppenbüros

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 2,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,831	0,947	0,990	0,994	0,992	0,990	0,965	0,838
$\eta_{source,WE}$		0,811	0,980	1,000	1,000	1,000	0,999	0,985	0,836
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	61	33	32	33	33	30	33	386
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.021
$Q_{h,b,RE}$	kWh	118	282	505	645	622	529	428	3.493
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	46	122	165	154	128	84	707
Q_T	kWh	157	278	396	486	484	417	394	3.264
Q_V	kWh	138	245	348	428	426	367	347	2.864
Q_S^*	kWh	154	119	42	26	54	57	151	1.253
Q_I^*	kWh	65	78	82	88	85	75	79	816

7.3 Zone 3 Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 13,8 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,631	0,847	0,931	0,953	0,950	0,939	0,892	0,692
$\eta_{source,WE}$		0,910	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,797
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	73	121	117	121	121	109	121	1.259
t_h	h	231	744	720	744	744	672	744	5.505
$Q_{h,b,RE}$	kWh	58	457	848	1.120	1.101	908	727	5.550
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	150	346	472	458	370	269	2.103
Q_T	kWh	461	817	1.162	1.428	1.421	1.225	1.158	9.580
Q_V	kWh	138	332	480	590	587	507	479	3.046
Q_S^*	kWh	306	230	112	65	96	141	306	2.998
Q_I^*	kWh	234	330	361	393	382	334	344	3.181

7.4 Zone 4 Speisesaal

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 47,5 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,470	0,643	0,831	0,879	0,855	0,848	0,733	0,576
$\eta_{source,WE}$		0,622	0,917	0,999	1,000	0,999	0,999	0,966	0,723
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	318	227	220	227	227	205	227	2.761
t_h	h	57	511	720	744	744	672	744	4.564
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	422	986	839	645	46	2.938
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	40	596	908	811	675	311	3.342

Q _T	kWh	781	1.384	2.020	2.567	2.552	2.183	1.998	16.721
Q _V	kWh	-107	25	232	536	527	400	184	1.075
Q _S [*]	kWh	837	890	387	281	522	451	1.041	7.911
Q _I [*]	kWh	481	690	873	966	930	829	786	7.269

7.5 Zone 5 Küche

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0\text{ °C}$ und $Q_I = 157,9\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,064	0,107	0,145	0,166	0,165	0,159	0,140	0,100
$\eta_{source,WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,895
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	40	75	73	75	75	68	75	616
t_h	h	252	612	716	744	744	672	687	5.404
Q _{h,b,RE}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	26	49	47	34	15	171
Q _T	kWh	191	340	483	594	591	509	481	3.983
Q _V	kWh	-1.190	-1.400	-1.540	-1.703	-1.700	-1.507	-1.570	-16.464
Q _S [*]	kWh	22	16	9	5	8	12	22	245
Q _I [*]	kWh	259	446	590	701	697	605	586	4.910

7.6 Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1\text{ °C}$ und $Q_I = 25,6\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,7\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,283	0,447	0,591	0,642	0,636	0,622	0,558	0,407
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	35	65	95	96	96	87	93	701
t_h	h	207	612	592	744	744	583	612	5.002
Q _{h,b,RE}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	-	10	7	2	-	19
Q _T	kWh	149	264	376	462	460	397	375	3.101
Q _V	kWh	-178	-165	-138	-130	-130	-121	-145	-1.942
Q _S [*]	kWh	38	33	13	8	18	18	48	362
Q _I [*]	kWh	199	324	415	477	471	415	404	3.498

7.7 Zone 7 Sanitärräume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,937	0,977	0,986	0,989	0,989	0,988	0,985	0,922
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	28	49	49	51	51	46	51	446

t_h	h	302	744	720	744	744	672	744	5.719
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	14	50	72	71	59	45	323
$Q_{h,b,WE}$	kWh	4	14	41	60	59	49	38	279
Q_T	kWh	57	101	143	176	175	151	142	1.179
Q_V	kWh	-57	-43	-25	-15	-16	-17	-28	-512
Q_S^*	kWh	4	1	-	-	-	-	2	53
Q_I^*	kWh	27	29	29	32	32	28	30	324

7.8 Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	9	16	22	23	23	21	22	172
t_h	h	493	510	493	744	744	672	510	6.646
$Q_{h,b,RE}$	kWh	26	50	72	84	83	73	71	557
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	5	5	3	-	13
Q_T	kWh	13	23	33	41	41	35	33	275
Q_V	kWh	16	28	40	50	50	43	40	332
Q_S^*	kWh	1	0	-	-	-	-	0	16
Q_I^*	kWh	2	2	3	4	4	3	3	33

7.9 Zone 9 Flure und TRH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,950
$\eta_{source,WE}$		0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,907
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	139	238	230	238	238	215	238	2.375
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.062
$Q_{h,b,RE}$	kWh	527	1.240	1.906	2.339	2.273	1.970	1.746	13.932
$Q_{h,b,WE}$	kWh	10	158	440	604	574	486	356	2.711
Q_T	kWh	596	1.058	1.505	1.849	1.840	1.587	1.500	12.408
Q_V	kWh	382	677	963	1.183	1.177	1.016	959	7.939
Q_S^*	kWh	406	304	98	69	139	116	319	3.792
Q_I^*	kWh	35	36	42	52	51	43	39	454

7.10 Zone 10 ELT-Räume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

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

η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,829
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,831
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	6	18	24	25	25	23	25	172
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.553

$Q_{h,b,RE}$	kWh	42	131	216	273	272	233	214	1.558
$Q_{h,b,WE}$	kWh	9	29	53	74	74	61	51	389

Q_T	kWh	33	95	159	205	204	174	157	1.163
Q_V	kWh	22	67	113	146	145	124	111	818
Q_S^*	kWh	1	0	-	-	-	-	1	10
Q_I^*	kWh	2	3	3	4	4	3	3	29

7.11 Zone 11 Lager, Archiv

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,784
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,775
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	158	230	237	237	214	237	1.598
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.554

$Q_{h,b,RE}$	kWh	227	801	1.353	1.695	1.678	1.438	1.313	9.479
$Q_{h,b,WE}$	kWh	26	112	232	359	352	286	204	1.673

Q_T	kWh	179	515	857	1.105	1.098	936	844	6.272
Q_V	kWh	140	435	738	957	951	809	726	5.314
Q_S^*	kWh	44	15	2	1	2	2	27	330
Q_I^*	kWh	22	23	29	38	37	31	27	259

7.12 Zone 12 Technik

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,762
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,760
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	107	190	278	288	288	260	288	2.006
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.030

$Q_{h,b,RE}$	kWh	239	888	1.565	1.969	1.941	1.661	1.489	10.764
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	102	251	400	388	313	204	1.719

Q_T	kWh	193	553	921	1.187	1.180	1.006	907	6.739
Q_V	kWh	180	557	943	1.221	1.214	1.033	928	6.793
Q_S^*	kWh	148	94	32	21	41	41	111	1.005
Q_I^*	kWh	27	28	35	46	45	38	32	309

7.13 Summe Heizwärmebedarf

Q_T	Q_V	Q_S^*	Q_I^*	$Q_{h,b}$	$Q_{h,b}$
-------	-------	---------	---------	-----------	-----------

	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/ (m² a)
1 Einzelbüros	3.691	1.627	1.027	942	3.541	79,9
2 Gruppenbüros	3.264	2.864	1.253	816	4.200	112,9
3 Besprechung	9.581	3.046	2.998	3.181	7.653	56,0
4 Speisesaal	16.721	1.075	7.911	7.269	6.280	24,5
5 Küche	3.983	-16.465	245	4.910	171	2,0
6 Spülküche, Vorber	3.101	-1.942	362	3.499	19	0,2
7 Sanitärräume	1.179	-512	53	324	602	10,5
8 Umkleiden, Kopier	275	332	16	33	570	21,9
9 Flure und TRH	12.408	7.939	3.792	454	16.644	62,0
10 ELT-Räume	1.163	818	10	29	1.947	68,3
11 Lager, Archiv	6.272	5.314	330	259	11.151	41,6
12 Technik	6.739	6.793	1.006	309	12.482	38,5
	68.375	10.891	19.003	22.023	65.262	39,8

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No	Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
1 Einzelbüros	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	21,0
2 Gruppenbüros	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	21,0
3 Besprechung	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	21,0
4 Speisesaal	mT	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0
5 Küche	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
6 Spülküche, Vorbereitung,	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
7 Sanitärräume	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0
10 ELT-Räume	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0
11 Lager, Archiv	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0
12 Technik	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec74	22,0

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 157 / 157 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 9 / 9 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1196 / 1196 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4621 / 4621 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec74 ()
 Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 7659 / 7659 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1631 / 1631 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 859 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, rec74 ()
 Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, rec74 ()
 Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 4 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec74 ()
 Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 40 / 40 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec74 ()
 Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 49 / 49 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec74 ()

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

	$V_{\text{mech, m}}$ m³/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{V, \text{SUP}}$ kW	$P_{V, \text{ETA}}$ kW	$W_{V, \text{Jan}}$ kWh
1 Einzelbüros	157	276	0,02	0,02	12

2 Gruppenbüros	9	276	0,00	0,00	1
3 Besprechung	1196	276	0,17	0,17	92
4 Speisesaal	4621	191	0,96	0,96	368
5 Küche	7659	382	1,60	1,60	1.219
6 Spülküche, Vorbereitung,	1631	382	0,34	0,34	260
7 Sanitärräume	859	276	0,18	0,00	49
8 Umkleiden, Kopierraum	4	276	0,00	0,00	0
10 ELT-Räume	4	276	0,00	0,00	1
11 Lager, Archiv	40	276	0,01	0,01	4
12 Technik	49	276	0,01	0,01	6

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Einzelbüros	12	12	12	12	12	11	12	143
2 Gruppenbüros	1	1	1	1	1	0	1	6
3 Besprechung	89	92	89	92	92	83	92	1.079
4 Speisesaal	356	368	356	368	368	332	368	4.333
5 Küche	1.180	1.219	1.180	1.219	1.219	1.101	1.219	14.356
6 Spülküche, Vo	252	260	252	260	260	235	260	3.060
7 Sanitärräume	48	49	48	49	49	45	49	582
8 Umkleiden, Ko	0	0	0	0	0	0	0	3
10 ELT-Räume	1	1	1	1	1	0	1	6
11 Lager, Archi	4	4	4	4	4	4	4	52
12 Technik	5	6	5	6	6	5	6	65
	1.947	2.012	1.947	2.012	2.012	1.817	2.012	23.686

$V_{\text{mech,m}}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen

$t_V \cdot d_V$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = $h/\text{Tag} \cdot \text{Tage} \cdot \text{Nutzungsanteil im Regelbetrieb}$

$P_{V,\text{SUP}} / P_{V,\text{ETA}}$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
1 Einzelbüros	22,4	407	1,01	305	48	0,0
2 Gruppenbüros	22,4	407	1,01	305	3	0,0
3 Besprechung	22,4	407	1,01	305	365	0,0
4 Speisesaal	23,4	525	0,98	264	1.221	0,0
5 Küche	23,4	495	1,02	519	3.973	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung	23,4	495	1,02	519	846	0,0
7 Sanitärräume	23,4	525	1,01	393	338	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	23,4	525	1,01	393	2	0,0
10 ELT-Räume	23,4	525	1,01	393	2	0,0
11 Lager, Archiv	23,4	525	1,01	393	16	0,0
12 Technik	23,4	525	1,01	393	19	0,0

4 Speisesaal: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

7 Sanitärräume: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

8 Umkleiden, Kopierraum: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

10 ELT-Räume: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

11 Lager, Archiv: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

12 Technik: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% ()

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

Alt	$q_{C,12h}$ Wh/m ³	f_C	q_C Wh/m ³	$Q_{V,C}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
-----	----------------------------------	-------	----------------------------	------------------	-----------------------------

4 Speisesaal	-	67	1,04	36	165	0,0
5 Küche	-	67	0,95	65	501	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung	-	67	0,95	65	107	0,0
7 Sanitärräume	-	67	0,98	49	42	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	67	0,98	49	0	0,0
10 ELT-Räume	-	67	0,98	49	0	0,0
11 Lager, Archiv	-	67	0,98	49	2	0,0
12 Technik	-	67	0,98	49	2	0,0

4 Speisesaal: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

7 Sanitärräume: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

8 Umkleiden, Kopierraum: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

10 ELT-Räume: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

11 Lager, Archiv: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

12 Technik: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 74%

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

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

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

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

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone 1 Einzelbüros

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	3	13	34	50	48	40	31	237
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	3	14	37	54	53	44	34	259
		3	14	37	54	53	44	34	259

Zone 2 Gruppenbüros

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	1	2	3	3	2	2	14
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	0	1	2	3	3	2	2	14
		4	15	39	57	55	46	36	273

Zone 3 Besprechung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	26	99	257	377	365	305	234	1.802
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	29	108	283	415	401	335	257	1.983
		32	123	322	472	457	382	293	2.256

Zone 4 Speisesaal

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	74	358	879	1.266	1.221	1.028	803	6.111
$t_{h^*,op}$	h	18	19	18	19	19	17	19	187
$Q_{h^*,b}$	kWh	82	394	967	1.392	1.343	1.131	883	6.722
		114	518	1.289	1.864	1.800	1.513	1.176	8.978

Zone 5 Küche

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	257	1.084	2.825	4.125	3.973	3.339	2.568	19.608
t _{h*,op}	h	37	38	37	38	38	35	38	374
Q _{h*,b}	kWh	283	1.192	3.108	4.538	4.370	3.673	2.825	21.569
		397	1.709	4.397	6.403	6.170	5.185	4.001	30.547

Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	55	231	602	879	846	711	547	4.176
t _{h*,op}	h	37	38	37	38	38	35	38	374
Q _{h*,b}	kWh	60	254	662	966	931	782	602	4.593
		457	1.963	5.059	7.369	7.101	5.968	4.603	35.140

Zone 7 Sanitärräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	21	99	243	350	338	285	222	1.691
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _{h*,b}	kWh	23	109	268	385	372	313	244	1.859
		479	2.072	5.327	7.754	7.473	6.281	4.847	36.999

Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _{h*,b}	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
		480	2.073	5.328	7.756	7.474	6.282	4.848	37.007

Zone 10 ELT-Räume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _{h*,b}	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
		480	2.073	5.329	7.757	7.476	6.283	4.849	37.015

Zone 11 Lager, Archiv

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	1	5	11	16	16	13	10	79
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _{h*,b}	kWh	1	5	12	18	17	15	11	85
		481	2.078	5.341	7.775	7.493	6.298	4.860	37.101

Zone 12 Technik

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	1	6	14	20	19	16	13	96
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _{h*,b}	kWh	1	6	15	22	21	18	14	105
		482	2.083	5.357	7.797	7.515	6.316	4.874	37.205

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Fußbodenheizu	400	1.689	4.389	6.405	6.171	5.185	3.991	30.483
2 Hallenheizung	82	394	967	1.392	1.343	1.131	883	6.722
	482	2.083	5.357	7.797	7.515	6.316	4.874	37.205

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

$t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a} \cdot \max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m}$ (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 $f_{Vh,d} = 16 \text{ W/m}^2$

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone 4 Speisesaal

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	54	205	575
$t_{c*,op}$	h	-	-	-	-	-	191	185	758
$Q_{c*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	54	205	575
		-	-	-	-	-	54	205	575

Zone 5 Küche

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	164	620	1.742
$t_{c*,op}$	h	-	-	-	-	-	356	370	1.490
$Q_{c*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	164	620	1.742
		-	-	-	-	-	219	825	2.317

Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	35	132	371
$t_{c*,op}$	h	-	-	-	-	-	356	370	1.490
$Q_{c*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	35	132	371
		-	-	-	-	-	254	957	2.688

Zone 7 Sanitärräume

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	14	52	146
$t_{c*,op}$	h	-	-	-	-	-	270	267	1.090
$Q_{c*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	14	52	146
		-	-	-	-	-	268	1.009	2.833

Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	0	0	1
$t_{c*,op}$	h	-	-	-	-	-	216	267	1.035
$Q_{c*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	0	0	1
		-	-	-	-	-	268	1.010	2.834

Zone 10 ELT-Räume

	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	0	0	1
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	-	268	267	1.087
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	0	0	1
		-	-	-	-	-	268	1.010	2.835

Zone 11 Lager, Archiv

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	1	2	7
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	-	268	267	1.087
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	1	2	7
		-	-	-	-	-	268	1.012	2.842

Zone 12 Technik

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	-	1	3	8
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	-	270	267	1.090
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	1	3	8
		-	-	-	-	-	269	1.015	2.850

Kälteerzeugung siehe Abs.11 Klimakältesysteme
mit $Q_{V,C}$ = Nutzkältebedarf der Zuluftkühlung und $Q_{C^*,b}$ = Nutzkältebedarf der Kühlregister
Bedarfszeiten der zentralen Kühlregister $t_{C^*,op}$ nach DIN V 18599-7, Gl.10

Korrekturfaktoren für die Kühlregister-Bedarfszeiten:

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<4>}} = 1,040$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<5>}} = 0,945$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<6>}} = 0,945$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<7>}} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<8>}} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<10>}} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<11>}} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<12>}} = 0,984$$

$Q_{C^*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{VC,d} = 9 \text{ W/m}^2$

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (21), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	AT_L m ²	AR_B m ²	Tageslicht	CT_L %
1 0102-0 FF FE03 Ost	Ost 1	500	10,2	2,9	mittel	68
2 0104-0 FF FE03 Nord	Nord 1	500	12,7	4,7	gut	72
3 0105-0 FF FE02 Ost	Ost 1	500	12,4	5,1	gut	65

4	0202-0	FF FE02 Ost	Ost	2	500	26,7	14,4	gut	70
5	0303-0	FAW T02 West	West	3	500	4,8	3,4	gut	88
6	0304-0	FF FE01 West	West	3	500	12,5	9,1	gut	86
7	0305-0	FF FE03 Nord	Nord	3	500	62,9	31,8	gut	80
8	0308-0	FF DOB01 Nord	Nord	3	500	8,2	2,1	mittel	67
9	0401-0	FAW T02 West	West	4	200	25,7	8,9	gut	88
10	0403-0	FF FE03 West	West	4	200	47,2	18,9	gut	86
11	0405-0	FF FE01 Süd	Süd	4	200	72,9	38,6	gut	69
12	0406-0	FAW T02 Süd	Süd	4	200	2,5	3,9	gut	89
13	0407-0	FF FE01 West	West	4	200	37,9	24,6	gut	91
14	0502-0	FF FE03 Nord	Nord	5	500	44,0	15,8	gut	73
15	0604-0	FF FE02 Ost	Ost	6	300	15,5	6,5	gut	76
16	0910-0	FF FE01 West	West	9	100	16,7	11,5	gut	92
17	0911-0	FF FE01 Süd	Süd	9	100	20,5	10,7	gut	88
18	0914-0	FF FE03 Nord	Nord	9	100	8,1	2,3	mittel	77
19	1104-0	FF FE04 Nord	Nord	11	100	5,1	0,8	gering	57
20	1206-0	FF FE04 Nord	Nord	12	100	5,3	0,8	gering	61
21	1212-0	FF DOB01 Süd	Süd	12	100	4,5	2,6	gut	88

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
1 Einzelbüros	44	35	9
2 Gruppenbüros	37	27	11
3 Besprechung	137	88	48
4 Speisesaal	257	186	71
5 Küche	85	44	41
6 Spülküche, Vorbereitun	109	16	93
7 Sanitärräume	57	-	57
8 Umkleiden, Kopierraum	26	-	26
9 Flure und TRH	269	45	223
10 ELT-Räume	29	-	29
11 Lager, Archiv	268	5	263
12 Technik	325	10	315

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

mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich	CTL	CTL, kon	FTL	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
				%	%	%	%	%	%
1 0102-0 FF FE03 Ost	1	68	80	54	47	42	39	37	36
2 0104-0 FF FE03 Nor	1	72	83	50	43	37	34	31	31
3 0105-0 FF FE02 Ost	1	65	83	55	48	43	40	38	38
4 0202-0 FF FE02 Ost	2	70	83	51	44	39	35	33	32
5 0303-0 FAW T02 Wes	3	88	83	39	30	23	19	16	15
6 0304-0 FF FE01 Wes	3	86	83	39	31	25	20	17	17
7 0305-0 FF FE03 Nor	3	80	83	44	36	30	26	24	23
8 0308-0 FF DOB01 No	3	67	80	54	48	43	39	37	37
9 0401-0 FAW T02 Wes	4	88	80	40	31	25	20	18	17
10 0403-0 FF FE03 Wes	4	86	80	41	33	27	22	20	19
11 0405-0 FF FE01 Süd	4	69	80	53	46	41	37	35	35
12 0406-0 FAW T02 Süd	4	89	80	39	30	24	20	17	16
13 0407-0 FF FE01 Wes	4	91	80	38	29	23	18	15	15
14 0502-0 FF FE03 Nor	5	73	83	49	42	37	33	31	30

15	0604-0	FF	FE02	Ost	6	76	80	48	41	35	32	29	29
16	0910-0	FF	FE01	Wes	9	92	80	37	29	22	18	15	14
17	0911-0	FF	FE01	Süd	9	88	80	40	32	25	21	18	17
18	0914-0	FF	FE03	Nor	9	77	77	50	42	37	34	31	31
19	1104-0	FF	FE04	Nor	11	57	72	66	61	57	55	53	53
20	1206-0	FF	FE04	Nor	12	61	72	63	57	54	51	49	49
21	1212-0	FF	DOB1	Sü	12	88	80	40	31	25	20	18	17

Kontrollsystem(e): autark nicht ausschaltend + nicht wiedereinschaltend

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

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (12)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$ m ²	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 1 Einzelbüros	1	500	9-1-2	10,1	0,71	74	1818	148	46
2 2 Gruppenbüros	2	500	9-1-2	8,8	0,71	71	1818	148	35
3 3 Besprechung	3	500	9-1-2	8,9	0,53	45	1335	109	95
4 4 Speisesaal	4	200	9-1-2	2,8	1,00	60	1750	0	60
5 5 Küche	5	500	9-1-1	6,4	1,00	90	2411	1489	147
6 6 Spülküche, Vorb	6	300	9-1-1	4,0	0,53	46	1266	782	71
7 7 Sanitärräume	7	200	9-1-1	3,6	0,55	0	1399	114	27
8 8 Umkleiden, Kopi	8	100	9-1-1	1,3	0,14	0	369	30	1
9 9 Flure und TRH	9	100	9-1-1	1,8	0,24	19	610	50	25
10 10 ELT-Räume	10	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	1
11 11 Lager, Archiv	11	100	9-1-1	2,6	0,07	9	175	14	11
12 12 Technik	12	100	9-1-1	2,6	0,07	7	175	14	14

533

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 475 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 1.167 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
1 Einzelbüros	27	30	32	36	32	27	28	341
2 Gruppenbüros	21	23	24	27	25	21	22	265
3 Besprechung	82	90	94	105	95	80	84	1.024
4 Speisesaal	49	56	59	68	60	49	50	621
5 Küche	137	144	144	153	147	130	140	1.676
6 Spülküche, V	68	71	69	72	71	64	71	833
7 Sanitärräume	26	27	26	27	27	24	27	314
8 Umkleiden, K	1	1	1	1	1	1	1	14
9 Flure und TR	23	24	24	25	25	22	24	285
10 ELT-Räume	1	1	1	1	1	1	1	14
11 Lager, Arch	11	11	11	11	11	10	11	133
12 Technik	13	14	13	14	14	12	14	160
	461	494	499	539	508	441	473	5.681

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * kW_F * k_A * k_L * k_{VB}$ 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, $t_{\text{Nacht}} / t_{\text{Tag}}$ siehe DIN V 18599-10

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
1 Einzelbüros	4	11	2,443	50,000	24,58	0,383
2 Gruppenbüros	5	9	1,684	50,000	24,80	0,518
3 Besprechung	11	44	3,891	50,000	18,04	0,246
4 Speisesaal	23	104	4,440	50,000	14,02	0,214
5 Küche	4	170	38,659	50,000	2,52	0,025
6 Spülküche, Vorbereitung, L	4	31	8,151	50,000	13,61	0,120
7 Sanitärräume	2	2	0,970	50,000	15,80	0,676
8 Umkleiden, Kopierraum	0	0	0,370	50,000	182,33	1,000
9 Flure und TRH	16	18	1,114	50,000	60,33	0,779
10 ELT-Räume	2	0	0,060	50,000	42,77	1,000
11 Lager, Archiv	14	4	0,278	50,000	67,65	0,999
12 Technik	16	8	0,515	50,000	70,14	0,986

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
$\Rightarrow Q_{C,b}$ (Raumklima)								
1 Einzelbüros	1	2	2	7	35	61	111	563
2 Gruppenbüros	1	1	1	6	39	28	55	336
3 Besprechung	21	23	28	67	211	495	745	3.700
4 Speisesaal	174	234	217	543	1.190	1.499	1.815	12.038
5 Küche	4.661	4.661	4.254	4.841	4.920	5.340	5.300	59.834
6 Spülküche, V	386	396	374	501	654	771	846	7.614
7 Sanitärräume	2	2	2	3	6	14	25	156
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Flure und TR	-	-	-	-	1	6	28	179
10 ELT-Räume	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Lager, Arch	-	-	-	-	-	-	-	0
12 Technik	-	-	-	-	-	-	0	4
$\Rightarrow Q_{C^*,b}$ (RLT)								
4 Speisesaal	-	-	-	-	-	54	205	575
5 Küche	-	-	-	-	-	164	620	1.742
6 Spülküche, V	-	-	-	-	-	35	132	371
7 Sanitärräume	-	-	-	-	-	14	52	146
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	-	0	0	1
10 ELT-Räume	-	-	-	-	-	0	0	1
11 Lager, Arch	-	-	-	-	-	1	2	7
12 Technik	-	-	-	-	-	1	3	8

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

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

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

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

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

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max, Juli}$ kW	$Q_{c,max, Sept}$ kW	techn. gekühlt
1 Einzelbüros	13	2,0	1,4	ja
2 Gruppenbüros	13	2,7	2,0	ja
3 Besprechung	13	6,3	4,3	ja
4 Speisesaal	9	23,3	19,2	ja
5 Küche	15	12,4	8,8	ja
6 Spülküche, Vorbereitung,	15	3,1	2,0	ja
7 Sanitäräume	13	0,2	-0,5	ja
8 Umkleiden, Kopierraum	13	-0,1	-0,1	ja
9 Flure und TRH	13	4,1	3,2	nein
10 ELT-Räume	13	0,0	-0,2	ja
11 Lager, Archiv	13	0,9	-0,1	ja
12 Technik	13	1,6	0,3	ja
		56,5	40,3	

$Q_{c,max} = 0,8 \cdot (Q_{source} - Q_{sink}) \cdot (1 + 0,3 \cdot \exp(-\tau/120)) - c_{wirk}/60 \cdot (\Delta\theta - 2) + c_{wirk}/40 \cdot (12 / t_{c,op,d})$ (T2, C.1)
mit $t_{c,op,d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

11.3 1 Einzelbüros

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 10/16 (82 m²)

1 Einzelbüros

2 Gruppenbüros

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{c,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	2	3	3	12	74	88	167	899
$Q_{c,outg}$	kWh	2	3	3	15	91	108	205	1.105
$t_{c,op}$	h	45	62	61	244	267	276	267	2.394

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

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 $Q_Z = 4,7$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	1	4	8	14	71
	kWh	0	0	0	1	4	8	14	71

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{c,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,s}	kWh	2	3	3	15	91	108	205	1.105

Kältemaschine: (240) 4,7 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

1 Einzelbüros , Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,69

2 Gruppenbüros, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,69

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

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,outg}	kWh	2	3	3	15	91	108	205	1.105
Q _{C,s}	kWh	2	3	3	15	91	108	205	1.105
Q _{C,f,el}	kWh	1	1	1	7	40	47	90	484

11.4.2 Gruppenbüros

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "1 Einzelbüros "

11.5.3 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 10/16 (137 m²)

3 Besprechung

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,b}	kWh	21	23	28	67	211	495	745	3.700
Q _{C,outg}	kWh	26	28	34	82	259	609	916	4.551
t _{C,op}	h	235	252	249	276	267	276	267	3.185

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

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 = 6,4 kW, Hilfsenergieaufwand W_{Z,d}

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
W _{Z,d}	kWh	2	2	3	5	14	30	44	228
	kWh	2	2	3	5	14	30	44	228

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	26	28	34	82	259	609	916	4.550

Kältemaschine: (240) 6,4 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

3 Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,69$

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

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	26	28	34	82	259	609	916	4.551
$Q_{C,s}$	kWh	26	28	34	82	259	609	916	4.550
$Q_{C,f,el}$	kWh	11	12	15	36	114	267	402	1.994

11.6 4 Speisesaal

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 10/16 °C (257 m²)

4 Speisesaal

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 10/16 (257 m²)

4 Speisesaal

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	54	205	575
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	-	66	248	696
$Q_{C,b}$	kWh	174	234	217	543	1.190	1.499	1.815	12.038
$Q_{C,outg}$	kWh	214	288	267	668	1.464	1.843	2.232	14.807
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	-	191	185	758
$t_{C,op}$	h	191	191	173	191	185	191	185	2.250

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

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, RLT-Kühlung, Gebäudekühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 23,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Pumpe eines Kreislaufverbundsystems zur WRG, geregelte Pumpe, $W_{hr,f} = V_{Al} * 0,015 * t_{WRG} / 1000$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
W _{Z,d}	kWh	6	7	7	15	33	50	63	380
W _{hr,f}	kWh	8	8	8	8	8	8	8	98
	kWh	14	15	14	24	41	58	71	479

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	214	288	267	668	1.464	1.909	2.480	15.502

Kältemaschine: (240) 23,3 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a,

Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E),

Nennkälteleistungszahl EER = 2,97 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

4 Speisesaal, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$

4 Speisesaal, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,61$

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

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	66	248	696
$Q_{C,outg}$	kWh	214	288	267	668	1.464	1.843	2.232	14.807
$Q_{C,s}$	kWh	214	288	267	668	1.464	1.909	2.480	15.502
$Q_{C,f,el}$	kWh	90	120	112	279	612	798	1.037	6.484

11.7.5 Küche

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 10/16 °C (85 m²)

5 Küche

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	–	164	620	1.742
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	199	751	2.108
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	–	356	370	1.490

Hilfsenergiebedarf

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, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 12,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Pumpe eines Kreislaufverbundsystems zur WRG, geregelte Pumpe, $W_{hr,f} = V_{Al} * 0,015 * t_{WRG} / 1000$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
WZ, d	kWh	–	–	–	–	–	17	63	178
W _{hr, f}	kWh	28	28	25	28	27	28	27	326
	kWh	28	28	25	28	27	44	90	504

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	–	–	–	–	–	199	751	2.108

Kältemaschine: (240) 12,4 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E), Nennkälteleistungszahl EER = 2,97 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
5 Küche, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,68$

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

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	199	751	2.108
$Q_{C,s}$	kWh	–	–	–	–	–	199	751	2.108
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	–	40	150	422

11.8 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 10/16 °C (109 m²)

6 Spülküche Vorbereitung Lager

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 10/16 (109 m²)

6 Spülküche Vorbereitung Lager

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	–	35	132	371
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	42	160	449
$Q_{C,b}$	kWh	386	396	374	501	654	771	846	7.614
$Q_{C,outg}$	kWh	474	487	460	616	804	949	1.040	9.365
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	–	356	370	1.490
$t_{C,op}$	h	382	382	345	382	370	382	370	4.500

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

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, RLT-Kühlung, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 3,1 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	5	6	5	7	8	11	13	106
	kWh	5	6	5	7	8	11	13	106

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	474	487	460	616	804	991	1.200	9.813

Kältemaschine: (240) 3,1 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
6 Spülküche, Vorbereitung, Lager, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,68$
6 Spülküche, Vorbereitung, Lager, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,67$

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

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	-	42	160	449
$Q_{C,outg}$	kWh	474	487	460	616	804	949	1.040	9.365
$Q_{C,s}$	kWh	474	487	460	616	804	991	1.200	9.813
$Q_{C,f,el}$	kWh	210	216	204	273	357	439	532	4.352

11.9 7 Sanitärräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 10/16 °C (704 m²)

7 Sanitärräume

8 Umkleiden Kopierraum

10 ELT-Räume

11 Lager Archiv

12 Technik

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	15	58	162
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	-	20	74	207
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	-	270	267	1.090

Hilfsenergiebedarf

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, RLT-Kühlung Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 2,6 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	-	2	8	22
	kWh	-	-	-	-	-	2	8	22

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	-	-	-	-	-	20	74	208

Kältemaschine: (240) 2,6 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Turboverdichter mit Inverterregelung (E), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2023)
 Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
 Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
 7 Sanitärräume, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$
 8 Umkleiden, Kopierraum, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$
 10 ELT-Räume, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$
 11 Lager, Archiv, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$
 12 Technik, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,61$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	-	20	74	207
$Q_{C,s}$	kWh	-	-	-	-	-	20	74	208
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	-	-	-	-	5	17	48

11.10 8 Umkleiden, Kopierraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"
 Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.12 10 ELT-Räume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"
 Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.13 11 Lager, Archiv

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"
 Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.14 12 Technik

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.15 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	312	350	332	595	1.122	1.597	2.228	13.785
$Q_{C,aux}$	kWh	49	51	47	64	94	153	240	1.410
Strom-Mix	kWh	312	350	332	595	1.122	1.597	2.228	13.785

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
1 Einzelbüros	nicht relevant			-
2 Gruppenbüros	nicht relevant			-
3 Besprechung	nicht relevant			-
4 Speisesaal	nicht relevant			-
5 Küche	nicht relevant			-
6 Spülküche, Vorbere	nicht relevant			-
7 Sanitärräume	vernachlässigt			- b
8 Umkleiden, Kopier	nicht relevant			-
9 Flure und TRH	nicht relevant			-
10 ELT-Räume	nicht relevant			-
11 Lager, Archiv	nicht relevant			-
12 Technik	nicht relevant			-

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

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

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
------	-------------------	-------------------	-------------------------------------	--------------------	----------------------

1 Einzelbüros	1,3	0,3	156	0,4	2,1
2 Gruppenbüros	1,2	0,6	9	0,0	1,8
3 Besprechung	3,4	0,8	1194	3,2	7,5
4 Speisesaal	6,4	2,0	4612	20,1	28,5
5 Küche	1,4	0,3	7649	20,8	22,5
6 Spülküche, Vorbereitung,	1,1	0,3	1631	4,4	5,8
7 Sanitärräume	0,4	0,2	861	3,7	4,3
8 Umkleiden, Kopierraum	0,1	0,1	4	0,0	0,2
9 Flure und TRH	4,3	1,4	0	0,0	5,7
10 ELT-Räume	0,6	0,2	4	0,0	0,8
11 Lager, Archiv	3,2	1,4	36	0,2	4,8
12 Technik	3,5	1,8	49	0,2	5,5

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

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

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

$Q_{V,mech} = 0,34 \cdot V_{mech} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_V)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = 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		*	89.464	61,0	68,4
2 Hallenheizung Fußbodenheizung		4/	13.003	28,5	30,6
3					
* = 1/2/3/5/6/7/8/9/10/11/12/					

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Mindestdämmung, Bedeckung ≤ 10 cm, $\Delta\theta_{emb} = 1,0$ °K, $\theta_{str} = 0,1$ K/m, $\Delta\theta_{str} = 0,16$ °K, P-Regler nicht zertifiziert

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	1.360	4.763	8.566	11.091	10.835	9.171	7.714	58.981
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	400	1.689	4.389	6.405	6.171	5.185	3.991	30.483
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	-	40	1.018	1.894	1.650	1.321	357	6.280
$Q_{h^*,b}, <2>$	kWh	82	394	967	1.392	1.343	1.131	883	6.722

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 12 Technik

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <12>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.030
$t_{h,rL,d} <12>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <12>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	256
$t_{h,rL} <12>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.810

(2) Bereich "Hallenheizung Fußbodenheizung", Leitzone 4 Speisesaal

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

$t_h <4>$	h/m	57	511	720	744	744	672	744	4.564
$t_{h,rL,d} <4>$	h/d	9	9	9	9	9	9	9	
$d_{h,rB} <4>$	d/m	2	16	24	26	26	23	25	154
$t_{h,rL} <4>$	h/m	15	143	219	237	237	211	225	1.390

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

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (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)

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

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

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

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Minstdämmung, Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\vartheta_{emb} = 1,0^\circ\text{K}$, $\vartheta_{str} = 0,1^\circ\text{K/m}$, $\Delta\vartheta_{str} = 0,16^\circ\text{K}$, P-Regler nicht zertifiziert

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+1,0+0,1559+1,2 = 2,56^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (15,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: , $f_{h,ce,aux} = 0$

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	1.360	4.763	8.566	11.091	10.835	9.171	7.714	58.981
$Q_{h,ce}$	kWh	950	1.197	1.252	1.299	1.276	1.145	1.182	10.335
(2) Hallenheizung Fußbodenheizung									
$Q_{h,b}$	kWh	-	40	1.018	1.894	1.650	1.321	357	6.280
$Q_{h,ce}$	kWh	-	11	181	276	241	204	66	978
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	2.310	6.011	11.017	14.560	14.003	11.841	9.320	76.575

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

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

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

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 1

Etagenringtyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1384,9 \text{ m}^2$,
 Geschosshöhe i.M. = 4,60 m, 3 Geschosse.
 Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 34 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 30 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<12>}} = 17,0 \text{ °C}$
 Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 45 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
 Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 0,75$
 Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung
 System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 1
 Etagenringtyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 256,7 \text{ m}^2$,
 Geschosshöhe i.M. = 4,60 m, 3 Geschosse.
 Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 34 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 30 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<4>}} = 21,0 \text{ °C}$
 Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 20 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
 Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 0,75$
 Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	484,8 m	27,6 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	20,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) Hallenheizung Fußbodenheizung			
Leitungslängen l_i	150,1 m	22,0 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	20,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,05	0,13	0,22	0,27	0,27	0,25	0,20	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	18,2	19,7	21,4	22,2	22,1	21,8	20,9	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	17,9	19,1	20,3	21,0	20,9	20,7	20,0	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	-	-	34	77	73	53	16	253
$W_{\text{h,d}}$ kWh	24	37	53	65	64	55	49	436
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	-55	-20	34	77	73	53	16	-77

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 0,3 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{l,h,d}} = -0,1 \%$
 Aufteilung $Q_{\text{l,h,d}}$: nach Grundflächenanteilen

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung								
$\beta_{\text{h,d}}$	-	0,00	0,06	0,10	0,09	0,08	0,02	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	21,0	21,1	22,0	22,6	22,4	22,3	21,4	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	21,0	21,1	21,7	22,1	22,0	21,9	21,3	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	1	5	14	20	19	16	10	89
$W_{\text{h,d}}$ kWh	-	4	8	10	9	8	6	45
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	1	5	14	20	19	16	10	89

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

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3
 Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9
 $Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum I_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)
 $Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen
 $W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)
 $W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1.03 \cdot t_{h,RL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,RL})) / t_h)$ (Gl.66, intermittierend)
 $f_{P,A}$ = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb
 mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$ kWh	2.792	8.100	16.421	22.454	21.609	18.225	14.221	114.122

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung

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)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/2/3/5/6/7/8/9/10/11/12 ($A_{NGF} = 1.385 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 68,4 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_P = 0,32$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 20,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "Hallenheizung Fußbodenheizung", Zonen 4 ($A_{NGF} = 257 \text{ m}^2$)

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

$Q_{l,h,gen}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	2.792	8.100	16.421	22.454	21.609	18.225	14.221	114.122
Q _{h,gen}	kWh	59	62	60	63	63	57	62	726
Q _{h,f}	kWh	2.851	8.162	16.482	22.517	21.672	18.282	14.283	114.848
W _{h,gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{I,h,gen}	kWh	59	62	60	63	63	57	62	726

Aufteilung Q_{I,h,g}: nach Grundflächenanteilen

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,f}	kWh	2.851	8.162	16.482	22.517	21.672	18.282	14.283	114.848
W _h	kWh	24	40	60	75	73	63	56	481
Nah-/Fernw	kWh	2.851	8.162	16.482	22.517	21.672	18.282	14.283	114.848
Q _{I,h,<1>}	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I,h,<2>}	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I,h,<3>}	kWh/d	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	
Q _{I,h,<4>}	kWh/d	0,0	0,2	0,5	0,6	0,6	0,6	0,3	
Q _{I,h,<5>}	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	
Q _{I,h,<6>}	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	
Q _{I,h,<7>}	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
Q _{I,h,<8>}	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	
Q _{I,h,<9>}	kWh/d	0,4	0,4	0,6	0,9	0,8	0,8	0,5	
Q _{I,h,<10>}	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I,h,<11>}	kWh/d	0,4	0,4	0,6	0,9	0,8	0,8	0,5	
Q _{I,h,<12>}	kWh/d	0,5	0,5	0,7	1,1	1,0	0,9	0,6	

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

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

Q_{I,h} = unregelmäßige Wärmeeinträge = Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g} (Gl.7)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2023 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 40,22 kWp, quadratmeterbezogen 40,22 / (1641,6) = 0,025 kWp/m²

PV-Module Süd 13 ° Standort Deutschland (Potsdam)

Strom im örtlichen Zusammenhang erzeugt, vorrangig im Gebäude genutzt

Strombedarf für Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	3.827	3.389	2.940	2.987	2.994	2.700	3.200	45.043
Stromangebot	kWh	2.482	1.555	606	343	586	803	1.959	29.081
anrechenbar	kWh	2.482	1.555	606	343	586	803	1.959	28.807

Jahres-Stromproduktion = 29.081 kWh/a, Strombedarf = 45.043 kWh/a, anrechenbar = 28.807 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	*	114.848	0,32	1,00	36.751
Strom-Mix	Klimakälte	**	13.785	1,80	1,00	24.814
Strom-Mix	Beleuchtung	***	5.681	1,80	1,00	10.226
Strom-Mix	Hilfsenergie		25.576	1,80	1,00	46.037
Strom-Mix	Stromgutschrift		-28.807	1,80	1,00	-51.852
Σ [kWh/Jahr]			131.084			65.976

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 65.976 / 1.642 = 40,2$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 1.642$ m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 15,6 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar 70,0 kWh/(m²a),

Strom-Mix 11,9 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -17,5 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m² a)
Nah-/Fernwärme HW, e	114.848	95	10.911	
Strom-Mix	13.785	560	7.720	
Strom-Mix	5.681	560	3.181	
Strom-Mix	25.576	560	14.323	
Strom-Mix	-28.807	560	-16.132	
	131.083		20.003	12,2

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
1 Einzelbüros	44	-	341	142	-	6.236	6.719
2 Gruppenbüros	37	-	265	343	-	7.396	8.004
3 Besprechung	137	-	1.024	1.994	-	13.472	16.491
4 Speisesaal	257	-	621	6.484	-	11.048	18.154
5 Küche	85	-	1.676	422	-	299	2.397
6 Spülküche, Vorb	109	-	833	4.352	-	35	5.220
7 Sanitärräume	57	-	314	45	-	1.057	1.415
8 Umkleiden, Kopi	26	-	14	0	-	999	1.013
9 Flure und TRH	269	-	285	-	-	29.286	29.571
10 ELT-Räume	29	-	14	0	-	3.423	3.437
11 Lager, Archiv	268	-	133	1	-	19.627	19.762
12 Technik	325	-	160	2	-	21.970	22.132
Gebäude	1.642	-	5.681	13.785	-	114.848	134.315

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	14,4	3,5	53,1	0,0	62,4	133,4
Endenergiebedarf	14,4	3,5	9,3	0,0	70,3	97,4
Primärenergiebedarf	26,0	6,2	16,7	0,0	22,9	71,8

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
 Referenzberechnung = "Gebäude-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
 zul $q_{p,REF} = 176,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung
 zul $q_p = 176,4 - 45\% = 97,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023
 vorh $q_p = 65.976 / 1641,6 = 40,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_p = 40,2 \leq 97,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

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

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

17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien

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

Nachweis für privat genutzte Gebäude
 Wärme- und Kälteenergiebedarf = $128634 + 0 + 0 + 0 = 128.634 \text{ kWh/Jahr}$ (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
 Der Energieertrag aus folgenden Prozessen wird nicht bilanziert: [Kälte-1] [Kälte-3] [Kälte-4]
 [Kälte-5] [Kälte-6] [Kälte-7]
 genutzte Fernwärme zu 91% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a		Deckungsanteil erzielt gefordert		Nutzungs- anteil



Fernwärme [Heizwärme]	114.848	81,2 %	50,0 %	162,4 %
PV-Strom [PV-Strom]	28.807	22,4 %	15,0 %	149,3 %
				311,7 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis über die kleinste U-Wert-Unterschreitung nach Abs. 2.3, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs-
				erzielt	gefordert	anteil
U-Werte	W/ (m ² K)	0,28	0,21	24,9 %	15,0 %	166,0 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 477,7 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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



Anhang D

Bilanzierung Referenzgebäude nach DIN V 18599

S:\B\Proj\164\B164704\B164704_17_Ber_1D.DOCX:05.06.2023



Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Schulcampus Deisenhofen - Mensa

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-Referenz2020"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i, \text{WE}}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
1 Einzelbüros	201 Einzelbüro	250	19,9	17,3	44	158
2 Gruppenbüros	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,2	37	145
3 Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	137	533
4 Speisesaal	212 Kantine	250	18,5	17,0	257	1845
5 Küche	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,5	85	213
6 Spülküche, Vorbereitung,	215 Küche - Vorb	300	20,1	17,7	109	272
7 Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	17,8	57	143
8 Umkleiden, Kopierraum	218 Nebenflächen	250	20,5	18,5	26	65
9 Flure und TRH	219 Verkehrsfläc	250	20,1	17,4	269	821
10 ELT-Räume	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	29	71
11 Lager, Archiv	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	268	899
12 Technik	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	325	1214
					1.642	6.379

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 1641,6 \text{ m}^2$, $n_G = 3$ Geschosse

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Zone 1 Einzelbüros						
0101-0 AW05 Ost	1:0	35,9	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	10,1
0102-0 FE03 Ost	1:0	2,9	1,300	1,00 F _F	51 02	3,8
0103-0 AW05 Nord	1:0	14,0	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	3,9
0104-0 FE03 Nord	1:0	4,7	1,300	1,00 F _F	51 02	6,1
0105-0 FE02 Ost	1:0	5,1	1,300	1,00 F _F	51 02	6,6
0106-0 DA02 Nord	1:0	43,0	0,200	1,00 F _D	51 02	8,6
Zone 2 Gruppenbüros						
0201-0 AW05 Ost	2:0	27,7	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	7,8
0202-0 FE02 Ost	2:0	14,4	1,300	1,00 F _F	51 02	18,7
0203-0 DA02 Süd	2:0	26,6	0,200	1,00 F _D	51 02	5,3
0204-0 DA02 Nord	2:0	18,2	0,200	1,00 F _D	51 02	3,6
Zone 3 Besprechung						
0301-0 AW05 Nord	3:0	30,0	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	8,4
0302-0 AW05 West	3:0	10,4	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,9
0303-0 T02 West	3:0	3,4	1,800	1,00 F _F	51 09 02	6,1
0304-0 FE01 West	3:0	9,1	1,300	1,00 F _F	51 02	11,8
0305-0 FE03 Nord	3:0	31,8	1,300	1,00 F _F	51 02	41,3
0306-0 DA02 Nord	3:0	157,1	0,200	1,00 F _D	51 02	31,4
0307-0 DOB01 Nord	3:0	2,1	1,400	1,00 F _F	51 70 02	2,9
Zone 4 Speisesaal						
0401-0 T02 West	4:0	8,9	1,800	1,00 F _F	51 09 02	16,0
0402-0 AW05 West	4:0	68,5	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	19,2
0403-0 FE03 West	4:0	18,9	1,300	1,00 F _F	51 02	24,6
0404-0 AW05 Süd	4:0	69,2	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	19,4
0405-0 FE01 Süd	4:0	38,6	1,300	1,00 F _F	51 02	50,2
0406-0 T02 Süd	4:0	3,9	1,800	1,00 F _F	51 09 02	7,0
0407-0 FE01 West	4:0	24,6	1,300	1,00 F _F	51 02	32,0
0408-0 DA02 Nord	4:0	46,9	0,200	1,00 F _D	51 02	9,4
0409-0 DA02 Süd	4:0	153,3	0,200	1,00 F _D	51 02	30,7
Zone 5 Küche						
0501-0 AW05 Nord	5:0	58,0	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	16,2
0502-0 FE03 Nord	5:0	15,8	1,300	1,00 F _F	51 02	20,5
0503-0 T01 Nord	5:0	4,1	1,800	1,00 F _{AW}	51 09 02	7,4
Zone 6 Spülküche,Vorbere						
0601-0 AW05 Nord	6:0	11,6	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	3,2
0602-0 T01 Nord	6:0	4,3	1,800	1,00 F _{AW}	51 09 02	7,7
0603-0 AW05 Ost	6:0	13,3	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	3,7
0604-0 FE02 Ost	6:0	6,5	1,300	1,00 F _F	51 02	8,4
0605-0 AW05 Süd	6:0	11,7	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	3,3
0606-0 DA02 Süd	6:0	27,9	0,200	1,00 F _D	51 02	5,6
Zone 7 Sanitärräume						
0701-0 GB03r	7:0	4,8	0,350	L _S	50 33	0,7
0702-0 GB03	7:0	49,4	0,350	L _S	53 33	7,5

0703-0 DA01	7:0	10,9	0,200	1,00	FD	51 02	2,2
0704-0 DA02 Süd	7:0	10,4	0,200	1,00	FD	51 02	2,1
Zone 8 Umkleide, Kopiererr							
0801-0 DA02 Nord	8:0	9,4	0,200	1,00	FD	51 02	1,9
0802-0 DA02 Süd	8:0	2,1	0,200	1,00	FD	51 02	0,4
Zone 9 Flure und TRH							
0901-0 TW01 West	9:0	10,6	0,280	1,00	FAW	51	3,0
0902-0 T03 West	9:0	3,2	1,800	1,00	FAW	51 09	5,8
0903-0 AW05 Süd	9:0	81,7	0,280	1,00	FAW	51 02	22,9
0904-0 GB03	9:0	135,2	0,350		LS	74 53 33	20,4
0905-0 GB01r	9:0	1,1	0,350		LS	53 33	0,2
0906-0 DA01	9:0	24,1	0,200	1,00	FD	51 02	4,8
0907-0 GB03r	9:0	4,6	0,350		LS	53 33	0,7
0908-0 AW05 West	9:0	6,6	0,280	1,00	FAW	51 02	1,8
0909-0 T01 West	9:0	6,8	1,800	1,00	FAW	51 09 02	12,2
0910-0 FE01 West	9:0	11,5	1,300	1,00	FF	51 02	14,9
0911-0 FE01 Süd	9:0	10,7	1,300	1,00	FF	51 02	13,9
0912-0 T01 Süd	9:0	4,9	1,800	1,00	FAW	51 09 02	8,8
0913-0 AW05 Nord	9:0	3,1	0,280	1,00	FAW	51 02	0,9
0914-0 FE03 Nord	9:0	2,3	1,300	1,00	FF	51 02	3,0
0915-0 DA02 Süd	9:0	76,7	0,200	1,00	FD	51 02	15,3
0916-0 DA02 Nord	9:0	29,6	0,200	1,00	FD	51 02	5,9
Zone 10 ELT-Räume							
1001-0 GB01	10:0	35,6	0,350		LS	74 53 33	5,4
1002-0 TW01 West	10:0	35,2	0,350	1,00	FAW	50	12,3
1003-0 AW05 West	10:0	8,0	0,350	1,00	FAW	50 02	2,8
Zone 11 Lager, Archiv							
1101-0 GB03r	11:0	115,9	0,350		LS	53 33	17,5
1102-0 GW01	11:0	130,5	0,350		LS	53 38	
1103-0 AW05 Nord	11:0	21,5	0,350	1,00	FAW	50 02	7,5
1104-0 FE04 Nord	11:0	0,8	1,900	1,00	FF	50 02	1,5
1105-0 GB03	11:0	101,9	0,350		LS	74 53 33	15,4
1106-0 TW01 West	11:0	22,0	0,350	1,00	FAW	50	7,7
1107-0 DA01	11:0	66,2	0,350	1,00	FD	50 02	23,2
1108-0 AW05 Ost	11:0	62,3	0,350	1,00	FAW	50 02	21,8
1109-0 T01 Ost	11:0	7,6	2,900	1,00	FAW	50 09 02	22,0
1110-0 AW05 Süd	11:0	14,5	0,350	1,00	FAW	50 02	5,1
Zone 12 Technik							
1201-0 GB01r	12:0	127,2	0,350		LS	50 33	19,2
1202-0 GW01	12:0	113,9	0,350		LS	53 38	
1203-0 TW01 West	12:0	19,2	0,350	1,00	FAW	50	6,7
1204-0 GB01	12:0	197,9	0,350		LS	74 53 33	29,9
1205-0 AW05 Nord	12:0	27,5	0,350	1,00	FAW	50 02	9,6
1206-0 FE04 Nord	12:0	0,8	1,900	1,00	FF	50 02	1,5
1207-0 AW05 West	12:0	24,0	0,350	1,00	FAW	50 02	8,4
1208-0 AW05 Süd	12:0	13,3	0,350	1,00	FAW	50 02	4,7
1209-0 DA01	12:0	71,9	0,350	1,00	FD	50 02	25,2
1210-0 AW05 Ost	12:0	7,7	0,350	1,00	FAW	50 02	2,7
1211-0 DA02 Nord	12:0	10,1	0,350	1,00	FD	50 02	3,5
1212-0 DOB01 Süd	12:0	2,6	1,900	1,00	FF	50 70 02	4,9
1213-0 DA02 Süd	12:0	7,1	0,350	1,00	FD	50 02	2,5

$\Sigma A [m^2] = 2.522,9$

$\Sigma H_T [W/K] = 874,3$

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
 33 Der thermische Leitwert L_S des beheizten Kellers wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh. Bauteilberechnung).
 38 Der Leitwert des (Wand)bauteils ist bereits im Leitwert des beheizten Kellers enthalten
 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.
 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
 70 Dachflächenfenster
 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

$H_{T,WB} = 121,8 \text{ W/K}$ (13,9 %, 0,048 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
1 Einzelbüros	44	0	0	44	0	0
2 Gruppenbüros	40	0	0	40	0	0
3 Besprechung	117	0	0	117	0	0
4 Speisesaal	230	0	0	230	0	0
5 Küche	48	0	0	48	0	0
6 Spülküche, Vorbereitung	36	0	0	36	0	0
7 Sanitärräume	6	8	0	14	0	0
8 Umkleiden, Kopierraum	3	0	0	3	0	0
9 Flure und TRH	127	21	0	148	0	0
10 ELT-Räume	19	5	0	25	0	0
11 Lager, Archiv	108	33	0	141	0	0
12 Technik	101	49	0	150	0	0
	879	117		996		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,s}) / A = 996,1 / 2.767,3 = \mathbf{0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2 \cdot 2523 / 6379 = 0,79 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern) für die Zonen 3 Besprechung, 4 Speisesaal

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n50 h ⁻¹	V _A /V _d c m ³ / (m ² h)	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n _n utz h ⁻¹	n _i nf h ⁻¹	n _w in h ⁻¹	n _m , ZUL h ⁻¹	t _v ,m h/d
1 Einzelbüros	-	1,34	4,00	1,12	0,09	0,10	1,12	13
2 Gruppenbüros	-	1,20	4,00	1,03	0,08	0,57	0,06	13
3 Besprechung	-	0,92	8,75	2,24	0,06	0,10	2,24	13
4 Speisesaal	-	0,47	18,00	2,50	0,03	0,10	2,50	9
5 Küche	-	0,73	90,00	36,01	0,05	0,10	35,96	15
6 Spülküche, Vorbe	-	0,55	15,00	6,00	0,04	0,10	6,00	15
7 Sanitärräume	-	1,05	15,00	6,00	0,03	0,10	6,01	13
8 Umkleiden, Kopie	-	0,35	0,15	0,06	0,01	0,10	0,06	13
9 Flure und TRH	-	1,51	0,00	0,00	0,11	0,10	-	-
10 ELT-Räume	-	2,21	0,15	0,06	0,15	0,10	0,06	13
11 Lager, Archiv	-	0,92	0,15	0,04	0,06	0,10	0,04	13
12 Technik	-	0,84	0,15	0,04	0,06	0,10	0,04	13

⇒ WE-Betrieb ...

1 Einzelbüros	0,00	0,00	0,09	0,10
2 Gruppenbüros	0,00	0,00	0,08	0,10
3 Besprechung	0,00	0,00	0,06	0,10
4 Speisesaal	0,00	0,00	0,03	0,10
5 Küche	0,00	0,00	0,05	0,10
6 Spülküche, Vorbereitung, La	0,00	0,00	0,04	0,10
7 Sanitärräume	0,00	0,00	0,07	0,10
8 Umkleiden, Kopierraum	0,00	0,00	0,02	0,10
9 Flure und TRH	0,00	0,00	0,11	0,10
10 ELT-Räume	0,00	0,00	0,15	0,10
11 Lager, Archiv	0,00	0,00	0,06	0,10
12 Technik	0,00	0,00	0,06	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 177 / 177$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 9 / 9$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1196 / 1196$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4621 / 4621$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 7659 / 7659$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1631 / 1631$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 859 / 0$ m³/h, nutzungsabhängig, WRG60

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4 / 0$ m³/h, nutzungsabhängig, WRG60

Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4 / 4$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 40 / 40$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 49 / 49$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \Delta n_{GF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

$n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{v,m} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $n_{win,min} + \Delta n_{win,m} \cdot t_{v,m} / 24$
mit $n_{win,min} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77

$\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) \cdot n_{inf} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{nutz} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1$

$n_{mech} = n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der 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	V	$H_{V,z,Jan}$	$H_{V,inf}$	$H_{V,win}$	ΣH_V	$H_{V,m}ech$	$\theta_{V,Jan}$
Lüftung	m ³	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	°C
1 Einzelbüros	158	0	5	5	10	33	18,0
2 Gruppenbüros	145	0	4	28	32	2	18,0
3 Besprechung	533	0	12	18	30	220	18,0
4 Speisesaal	1.845	0	21	63	83	589	18,0
5 Küche	213	0	4	7	11	1625	18,0
6 Spülküche, Vorbere	272	0	4	9	13	346	18,0

7 Sanitärräume	143	0	2	5	7	158	18,0
8 Umkleiden, Kopiererr	65	0	0	2	3	1	18,0
9 Flure und TRH	821	0	29	28	57	0	
10 ELT-Räume	71	0	4	2	6	1	18,0
11 Lager, Archiv	899	0	20	31	50	7	18,0
12 Technik	1.214	0	24	41	66	9	18,0

0 128 240 368 2992

⇒ WE-Betrieb ...

1 Einzelbüros	0	5	5	10
2 Gruppenbüros	0	4	5	9
3 Besprechung	0	12	18	30
4 Speisesaal	0	21	63	83
5 Küche	0	4	7	11
6 Spülküche, Vorbereitung,	0	4	9	13
7 Sanitärräume	0	4	5	8
8 Umkleiden, Kopierraum	0	1	2	3
9 Flure und TRH	0	29	28	57
10 ELT-Räume	0	4	2	6
11 Lager, Archiv	0	20	31	50
12 Technik	0	24	41	66

0 130 217 347

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

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

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	$I_{S,\text{Jan/Jul}}$ W/m^2	$g_{\text{eff,Jan/Jul}}$ %	$Q_{S,\text{Jan/Jul}}$ kWh/d
0102-0 FE03 Ost	1	2,03	25/ 138	26/ 26 7100	0,3/ 1,7
0104-0 FE03 Nord	1	3,29	10/ 81	26/ 26 "	0,2/ 1,6
0105-0 FE02 Ost	1	3,57	25/ 138	26/ 14 7102s	0,5/ 1,6
0202-0 FE02 Ost	2	10,08	25/ 138	26/ 14 "	1,5/ 4,5
0303-0 T02 West	3	2,38	17/ 117	44/ 44 7100	0,4/ 2,9
0304-0 FE01 West	3	6,37	17/ 117	26/ 26 "	0,7/ 4,6
0305-0 FE03 Nord	3	22,26	10/ 81	26/ 26 "	1,4/ 11,0
0307-0 DOB01 Nord	3	1,47	16/ 175	44/ 44 "	0,2/ 2,7
0401-0 T02 West	4	6,23	17/ 117	44/ 44 "	1,1/ 7,7
0403-0 FE03 West	4	13,23	17/ 117	26/ 26 "	1,4/ 9,5
0405-0 FE01 Süd	4	27,02	59/ 113	26/ 15 7105s	9,8/ 10,9
0406-0 T02 Süd	4	2,73	59/ 113	44/ 44 7100	1,7/ 3,2
0407-0 FE01 West	4	17,22	17/ 117	26/ 26 "	1,8/ 12,3
0502-0 FE03 Nord	5	11,06	10/ 81	26/ 26 "	0,7/ 5,5
0604-0 FE02 Ost	6	4,55	25/ 138	26/ 14 7102s	0,7/ 2,1
0910-0 FE01 West	9	8,05	17/ 117	26/ 26 7100	0,8/ 5,8
0911-0 FE01 Süd	9	7,49	59/ 113	26/ 26 "	2,7/ 5,2
0914-0 FE03 Nord	9	1,61	10/ 81	26/ 26 "	0,1/ 0,8
1104-0 FE04 Nord	11	0,56	10/ 81	26/ 26 "	0,0/ 0,3
1206-0 FE04 Nord	12	0,56	10/ 81	26/ 26 "	0,0/ 0,3

1212-0 DOB01 Süd	12	1,82	50/ 208	44/ 44	"	1,0/ 4,0
153,60						27/ 98

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

7102: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie, 10°-Stellung, grau

7105: aus dem Bauteilbezug, vertikale Markise, weiß

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

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, Jul}$ W/m ²	$Q_{S, Jul}$ kWh/d
0101-0 AW05 Ost	O 1	35,9	0,28	0,60	4,50	138	0,6
0103-0 AW05 Nord	N 1	14,0	0,28	0,60	4,50	81	0,1
0106-0 DA02 Nord	N 1	43,0	0,20	0,60	4,50	175	0,5
0201-0 AW05 Ost	O 2	27,7	0,28	0,60	4,50	138	0,4
0203-0 DA02 Süd	S 2	26,6	0,20	0,60	4,50	208	0,4
0204-0 DA02 Nord	N 2	18,2	0,20	0,60	4,50	175	0,2
0301-0 AW05 Nord	N 3	30,0	0,28	0,60	4,50	81	0,2
0302-0 AW05 West	W 3	10,4	0,28	0,60	4,50	117	0,1
0306-0 DA02 Nord	N 3	157,1	0,20	0,60	4,50	175	1,8
0402-0 AW05 West	W 4	68,5	0,28	0,60	4,50	117	0,9
0404-0 AW05 Süd	S 4	69,2	0,28	0,60	4,50	113	0,8
0408-0 DA02 Nord	N 4	46,9	0,20	0,60	4,50	175	0,5
0409-0 DA02 Süd	S 4	153,3	0,20	0,60	4,50	208	2,3
0501-0 AW05 Nord	N 5	58,0	0,28	0,60	4,50	81	0,4
0503-0 T01 Nord	N 5	4,1	1,80	0,60	4,50	81	0,2
0601-0 AW05 Nord	N 6	11,6	0,28	0,60	4,50	81	0,1
0602-0 T01 Nord	N 6	4,3	1,80	0,60	4,50	81	0,2
0603-0 AW05 Ost	O 6	13,3	0,28	0,60	4,50	138	0,2
0605-0 AW05 Süd	S 6	11,7	0,28	0,60	4,50	113	0,1
0606-0 DA02 Süd	S 6	27,9	0,20	0,60	4,50	208	0,4
0703-0 DA01	- 7	10,9	0,20	0,60	4,50	210	0,2
0704-0 DA02 Süd	S 7	10,4	0,20	0,60	4,50	208	0,2
0801-0 DA02 Nord	N 8	9,4	0,20	0,60	4,50	175	0,1
0802-0 DA02 Süd	S 8	2,1	0,20	0,60	4,50	208	0,0
0903-0 AW05 Süd	S 9	81,7	0,28	0,60	4,50	113	1,0
0906-0 DA01	- 9	24,1	0,20	0,60	4,50	210	0,4
0908-0 AW05 West	W 9	6,6	0,28	0,60	4,50	117	0,1
0909-0 T01 West	W 9	6,8	1,80	0,60	4,50	117	0,6
0912-0 T01 Süd	S 9	4,9	1,80	0,60	4,50	113	0,4
0913-0 AW05 Nord	N 9	3,1	0,28	0,60	4,50	81	0,0
0915-0 DA02 Süd	S 9	76,7	0,20	0,60	4,50	208	1,2
0916-0 DA02 Nord	N 9	29,6	0,20	0,60	4,50	175	0,3
1003-0 AW05 West	W 10	8,0	0,35	0,60	4,50	117	0,1
1103-0 AW05 Nord	N 11	21,5	0,35	0,60	4,50	81	0,2
1107-0 DA01	- 11	66,2	0,35	0,60	4,50	210	1,8
1108-0 AW05 Ost	O 11	62,3	0,35	0,60	4,50	138	1,3
1109-0 T01 Ost	O 11	7,6	2,90	0,60	4,50	138	1,3
1110-0 AW05 Süd	S 11	14,5	0,35	0,60	4,50	113	0,2
1205-0 AW05 Nord	N 12	27,5	0,35	0,60	4,50	81	0,2

1207-0 AW05 West	W	12	24,0	0,35	0,60	4,50	117	0,4
1208-0 AW05 Süd	S	12	13,3	0,35	0,60	4,50	113	0,2
1209-0 DA01	-	12	71,9	0,35	0,60	4,50	210	2,0
1210-0 AW05 Ost	O	12	7,7	0,35	0,60	4,50	138	0,2
1211-0 DA02 Nord	N	12	10,1	0,35	0,60	4,50	175	0,2
1213-0 DA02 Süd	S	12	7,1	0,35	0,60	4,50	208	0,2

1.439,7

23,3

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

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

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

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

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.8 = 4 W/(m²K)

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

4.3 solare Warmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
1 Einzelbüros	110	74	28	17	33	38	92	1.148
2 Gruppenbüros	154	105	37	23	48	50	130	1.341
3 Besprechung	355	216	99	57	84	124	277	4.239
4 Speisesaal	1.313	1.005	371	260	488	425	1.058	12.302
5 Küche	83	52	26	15	21	34	65	1.031
6 Spülküche, V	69	47	17	10	22	23	59	605
7 Sanitärräume	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Flure und TR	298	230	86	60	113	98	241	3.038
10 ELT-Räume	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Lager, Arch	4	3	1	1	1	2	3	52
12 Technik	94	68	25	16	31	31	75	1.017
über opake ...								
1 Einzelbüros	8	3	-	-	-	-	5	179
2 Gruppenbüros	14	6	-	-	-	-	9	189
3 Besprechung	4	0	-	-	-	-	1	287
4 Speisesaal	86	46	1	-	7	3	54	951
5 Küche	1	-	-	-	-	-	-	71
6 Spülküche, V	16	9	0	-	1	1	10	198
7 Sanitärräume	5	1	-	-	-	-	3	61
8 Umkleiden, K	1	0	-	-	-	-	0	21
9 Flure und TR	83	51	1	-	12	5	54	861
10 ELT-Räume	2	0	-	-	-	-	1	24
11 Lager, Arch	63	21	0	-	2	1	38	836
12 Technik	42	10	0	-	2	1	22	580
	2.807	1.949	692	459	864	835	2.197	29.029

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

Zone	AB m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
1 Einzelbüros	44	1,3	1,9	0,0	3,2
2 Gruppenbüros	37	1,1	1,6	0,0	2,7
3 Besprechung	137	12,7	1,1	0,0	13,8
4 Speisesaal	257	44,9	2,6	0,0	47,5
5 Küche	85	4,8	153,2	0,0	157,9
6 Spülküche, Vorbereitung, L	109	6,1	19,6	0,0	25,7
7 Sanitärräume	57	-	-	0,0	0,0

8 Umkleiden, Kopierraum	26	-	-	0,0	0,0
9 Flure und TRH	269	-	-	0,0	0,0
10 ELT-Räume	29	-	-	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	268	-	-	0,0	0,0
12 Technik	325	-	-	0,0	0,0

⇒ WE-Betrieb ...

1 Einzelbüros	-	-	0,0	0,0
2 Gruppenbüros	-	-	0,0	0,0
3 Besprechung	-	-	0,0	0,0
4 Speisesaal	-	-	0,0	0,0
5 Küche	-	-	0,0	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung, L	-	-	0,0	0,0
7 Sanitärräume	-	-	0,0	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	-	0,0	0,0
9 Flure und TRH	-	-	0,0	0,0
10 ELT-Räume	-	-	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	-	-	0,0	0,0
12 Technik	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
1 Einzelbüros	0,0	3,8	0,1	0,0	0,0
2 Gruppenbüros	0,0	2,9	0,1	0,0	0,0
3 Besprechung	0,0	9,6	0,4	0,0	0,0
4 Speisesaal	0,0	6,1	1,6	0,0	0,0
5 Küche	0,0	22,0	0,3	0,0	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung, La	0,0	10,3	0,3	0,0	0,0
7 Sanitärräume	0,0	3,7	0,2	0,0	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
9 Flure und TRH	0,0	3,5	0,8	0,0	0,0
10 ELT-Räume	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
11 Lager, Archiv	0,0	1,5	0,8	0,0	0,0
12 Technik	0,0	1,8	1,0	0,0	0,0

AB = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

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

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
1 Einzelbüros	44	10	33	29	8	0,288
2 Gruppenbüros	40	32	2	35	7	0,212
3 Besprechung	117	30	220	82	27	0,323
4 Speisesaal	230	83	589	149	71	0,476
5 Küche	48	11	1625	109	181	1,656
6 Spülküche, Vorbereitung, L	36	13	346	43	37	0,856
7 Sanitärräume	14	7	158	19	4	0,207
8 Umkleiden, Kopierraum	3	3	1	4	0	0,074

9 Flure und TRH	148	57	0	105	9	0,081
10 ELT-Räume	25	6	1	13	0	0,020
11 Lager, Archiv	141	50	7	82	3	0,031
12 Technik	150	66	9	93	4	0,043

Zone	C _{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
1 Einzelbüros	50	87	25,34	2,58	0,971	1,000
2 Gruppenbüros	50	74	25,28	2,58	0,986	1,000
3 Besprechung	50	367	18,61	2,16	0,940	1,000
4 Speisesaal	50	903	14,22	1,89	0,854	0,999
5 Küche	50	1684	2,53	1,16	0,403	1,000
6 Spülküche, Vorbereitung, L	50	395	13,76	1,86	0,699	1,000
7 Sanitärräume	50	179	16,01	2,00	0,966	1,000
8 Umkleiden, Kopierraum	50	6	213,32	14,33	1,000	1,000
9 Flure und TRH	50	206	65,32	5,08	1,000	1,000
10 ELT-Räume	50	32	44,85	3,80	1,000	1,000
11 Lager, Archiv	50	199	67,38	5,21	1,000	1,000
12 Technik	50	224	72,33	5,52	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

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

Außentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

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

⇒ WE-Betrieb ...

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

7.1 Zone 1 Einzelbüros

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,714	0,901	0,961	0,972	0,971	0,968	0,937	0,754
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,940	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,852
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	24	39	38	39	39	35	39	440
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.496
$Q_{h,b,RE}$	kWh	59	204	350	445	438	373	310	2.402
$Q_{h,b,WE}$	kWh	9	58	127	169	162	134	101	781
Q_T	kWh	193	343	488	600	597	515	486	4.025
Q_V	kWh	66	118	148	173	172	150	149	1.144
Q_S^*	kWh	93	72	28	17	32	37	93	902
Q_I^*	kWh	99	134	144	158	150	130	136	1.312

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

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

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

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

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

7.2 Zone 2 Gruppenbüros

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 2,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,799	0,929	0,981	0,988	0,986	0,984	0,955	0,807
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,832	0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,823
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	56	33	32	33	33	30	33	412
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.358
$Q_{h,b,RE}$	kWh	101	255	465	598	581	494	400	3.229

$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	40	111	150	140	116	75	632
Q_T	kWh	173	308	438	538	535	462	436	3.608
Q_V	kWh	113	200	284	348	347	299	283	2.336
Q_S^*	kWh	136	105	37	23	47	50	134	1.144
Q_I^*	kWh	89	111	118	128	122	106	111	1.125

7.3 Zone 3 Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 13,8\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,667	0,861	0,922	0,940	0,940	0,931	0,895	0,686
$\eta_{source,WE}$		0,939	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,813
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	73	121	117	121	121	109	121	1.182
t_h	h	497	744	720	744	744	672	744	6.348
$Q_{h,b,RE}$	kWh	195	653	1.004	1.252	1.244	1.051	914	6.968
$Q_{h,b,WE}$	kWh	3	140	318	435	422	341	250	1.946
Q_T	kWh	511	906	1.288	1.583	1.576	1.359	1.284	10.625
Q_V	kWh	269	484	551	614	612	542	561	4.028
Q_S^*	kWh	270	196	94	54	80	118	258	2.566
Q_I^*	kWh	311	426	457	498	480	418	435	3.994

7.4 Zone 4 Speisesaal

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,5\text{ °C}$ und $Q_I = 47,5\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,604	0,700	0,830	0,874	0,854	0,848	0,748	0,672
$\eta_{source,WE}$		0,675	0,942	0,999	1,000	0,999	0,999	0,978	0,743
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	307	227	220	227	227	205	227	2.709
t_h	h	358	744	720	744	744	672	744	6.153
$Q_{h,b,RE}$	kWh	515	851	1.464	2.027	1.903	1.613	1.160	11.577
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	61	580	873	787	656	329	3.286
Q_T	kWh	891	1.581	2.306	2.931	2.914	2.493	2.281	19.093
Q_V	kWh	896	944	981	1.212	1.206	1.039	976	11.799
Q_S^*	kWh	876	816	328	238	445	383	912	8.196
Q_I^*	kWh	661	803	948	1.055	1.015	900	859	9.142

7.5 Zone 5 Küche

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0\text{ °C}$ und $Q_I = 157,9\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,415	0,412	0,406	0,402	0,403	0,404	0,406	0,408
$\eta_{source,WE}$		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,908

$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	39	72	73	75	75	68	75	609
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.355
$Q_{h,b,RE}$	kWh	972	993	928	936	937	849	956	11.499
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	29	53	51	38	18	190
Q_T	kWh	215	382	543	667	664	573	541	4.479
Q_V	kWh	2.624	2.517	2.225	2.170	2.174	1.996	2.323	29.660
Q_S^*	kWh	44	27	14	7	11	17	33	535
Q_I^*	kWh	1.835	1.891	1.807	1.854	1.851	1.672	1.860	22.051

7.6 Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1\text{ °C}$ und $Q_I = 25,6\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,7\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,579	0,631	0,683	0,703	0,699	0,695	0,665	0,622
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,969
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	32	60	87	96	96	87	86	665
t_h	h	532	612	592	744	724	585	612	6.912
$Q_{h,b,RE}$	kWh	213	302	393	458	449	393	374	3.567
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	12	9	3	-	23
Q_T	kWh	161	286	406	499	497	428	405	3.350
Q_V	kWh	609	625	600	618	618	559	621	7.363
Q_S^*	kWh	56	39	12	8	17	17	50	528
Q_I^*	kWh	513	580	611	652	648	580	613	6.727

7.7 Zone 7 Sanitärräume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,8\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,945	0,958	0,963	0,966	0,966	0,965	0,962	0,952
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	26	46	49	51	51	46	51	433
t_h	h	493	688	720	744	744	672	744	7.379
$Q_{h,b,RE}$	kWh	219	272	296	323	322	286	300	3.069
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	4	24	39	38	31	20	157
Q_T	kWh	61	109	155	191	190	164	154	1.278
Q_V	kWh	236	246	239	248	248	224	247	2.892
Q_S^*	kWh	5	1	-	-	-	-	3	58
Q_I^*	kWh	73	77	77	81	81	72	79	910

7.8 Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,5\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,5\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

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

η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	7	13	19	23	23	20	19	155
t_h	h	493	510	493	510	510	460	510	5.732
$Q_{h,b,RE}$	kWh	21	41	60	74	73	63	58	465
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	13	23	33	41	40	35	33	272
Q_V	kWh	13	22	30	37	37	32	30	256
Q_S^*	kWh	1	0	-	-	-	-	0	21
Q_I^*	kWh	4	4	5	6	6	5	5	55

7.9 Zone 9 Flure und TRH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,939
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,908
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	244	238	230	238	238	215	238	2.434
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.726
$Q_{h,b,RE}$	kWh	554	1.112	1.733	2.135	2.072	1.795	1.577	12.606
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	128	393	544	516	435	311	2.385
Q_T	kWh	652	1.156	1.644	2.021	2.011	1.735	1.639	13.561
Q_V	kWh	253	448	637	783	779	672	635	5.254
Q_S^*	kWh	379	281	86	60	125	103	295	3.482
Q_I^*	kWh	78	87	93	102	100	88	92	979

7.10 Zone 10 ELT-Räume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,818
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,825
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	6	18	24	25	25	23	25	173
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.553
$Q_{h,b,RE}$	kWh	40	125	207	261	260	222	203	1.484
$Q_{h,b,WE}$	kWh	9	26	49	70	69	58	47	362
Q_T	kWh	44	126	209	270	268	228	206	1.531
Q_V	kWh	10	31	51	66	66	56	51	374
Q_S^*	kWh	2	0	-	-	-	-	1	16
Q_I^*	kWh	4	5	5	6	6	5	5	49

7.11 Zone 11 Lager, Archiv

Regelbetrieb (68,5%)
 Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$
 mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

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	0,765
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,766
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	158	230	237	237	214	237	1.631
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.320
$Q_{h,b,RE}$	kWh	211	794	1.361	1.710	1.688	1.444	1.301	9.452
$Q_{h,b,WE}$	kWh	19	110	238	367	358	291	201	1.659
Q_T	kWh	251	719	1.197	1.544	1.534	1.308	1.179	8.762
Q_V	kWh	85	251	420	542	539	459	413	3.055
Q_S^*	kWh	67	23	1	1	3	3	42	468
Q_I^*	kWh	38	44	50	57	57	50	50	431

7.12 Zone 12 Technik

Regelbetrieb (68,5%)
 Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$
 mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,765
$\eta_{source,WE}$		0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,758
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	65	190	278	288	288	260	288	1.970
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.093
$Q_{h,b,RE}$	kWh	196	868	1.528	1.924	1.896	1.620	1.448	10.454
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	98	240	386	374	300	192	1.643
Q_T	kWh	266	765	1.273	1.642	1.631	1.391	1.254	9.316
Q_V	kWh	112	328	549	710	705	601	541	4.001
Q_S^*	kWh	136	78	25	16	32	32	97	930
Q_I^*	kWh	45	53	61	69	68	60	60	521

7.13 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m² a)
1 Einzelbüros	4.025	1.144	902	1.312	3.184	71,9
2 Gruppenbüros	3.608	2.336	1.144	1.125	3.861	103,8
3 Besprechung	10.625	4.028	2.566	3.995	8.914	65,2
4 Speisesaal	19.093	11.799	8.196	9.142	14.863	57,9
5 Küche	4.479	29.660	535	22.051	11.689	137,4
6 Spülküche, Vorber	3.350	7.363	528	6.727	3.591	33,0
7 Sanitärräume	1.278	2.892	58	910	3.225	56,3
8 Umkleiden, Kopier	272	256	21	55	465	17,9
9 Flure und TRH	13.561	5.254	3.482	979	14.991	55,8
10 ELT-Räume	1.531	374	16	49	1.846	64,8
11 Lager, Archiv	8.762	3.055	469	432	11.111	41,5
12 Technik	9.316	4.001	930	521	12.097	37,3
	79.900	72.162	18.844	47.295	89.836	54,7

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No	Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
1 Einzelbüros	mT	203	RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
2 Gruppenbüros	mT	203	RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
3 Besprechung	mT	203	RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
4 Speisesaal	mT	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
5 Küche	mT	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
6 Spülküche, Vorbereitung,	mT	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
7 Sanitärräume	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
10 ELT-Räume	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
11 Lager, Archiv	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
12 Technik	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 177 / 177 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 9 / 9 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1196 / 1196 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4621 / 4621 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 7659 / 7659 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1631 / 1631 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 859 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, rec60

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, rec60

Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4 / 4 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 40 / 40 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 49 / 49 \text{ m}^3/\text{h}$, 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

	$V_{\text{mech, m}}$ m^3/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{V, \text{SUP}}$ kW	$P_{V, \text{ETA}}$ kW	W_V, Jan kWh
1 Einzelbüros	177	276	0,07	0,05	34
2 Gruppenbüros	9	276	0,00	0,00	2
3 Besprechung	1196	276	0,50	0,33	229
4 Speisesaal	4621	191	1,93	1,28	613
5 Küche	7659	382	3,19	2,13	2.033
6 Spülküche, Vorbereitung,	1631	382	0,68	0,45	433
7 Sanitärräume	859	276	0,36	0,00	99
8 Umkleiden, Kopierraum	4	276	0,00	0,00	1
10 ELT-Räume	4	276	0,00	0,00	1
11 Lager, Archiv	40	276	0,02	0,01	8
12 Technik	49	276	0,02	0,01	9

monatliche Werte $W_V [\text{kWh}]$

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Einzelbüros	33	34	33	34	34	31	34	400
2 Gruppenbüros	2	2	2	2	2	1	2	20
3 Besprechung	222	229	222	229	229	207	229	2.697

4 Speisesaal	594	613	594	613	613	554	613	7.222
5 Küche	1.968	2.033	1.968	2.033	2.033	1.836	2.033	23.941
6 Spülküche, Vo	419	433	419	433	433	391	433	5.094
7 Sanitärräume	96	99	96	99	99	89	99	1.163
8 Umkleiden, Ko	1	1	1	1	1	0	1	6
10 ELT-Räume	1	1	1	1	1	1	1	10
11 Lager, Archi	7	8	7	8	8	7	8	91
12 Technik	9	9	9	9	9	8	9	110
	3.350	3.461	3.350	3.461	3.461	3.126	3.461	40.755

$V_{\text{mech,m}}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen

$t_v \cdot d_v$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im Regelbetrieb

$P_{V,\text{SUP}} / P_{V,\text{ETA}}$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
1 Einzelbüros	19,4	466	1,01	349	62	0,0
2 Gruppenbüros	19,4	466	1,01	349	3	0,0
3 Besprechung	19,4	466	1,01	349	418	0,0
4 Speisesaal	19,4	466	0,98	235	1.084	0,0
5 Küche	19,4	466	1,02	488	3.740	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung	19,4	466	1,02	488	796	0,0
7 Sanitärräume	19,4	466	1,01	349	300	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	19,4	466	1,01	349	1	0,0
10 ELT-Räume	19,4	466	1,01	349	1	0,0
11 Lager, Archiv	19,4	466	1,01	349	14	0,0
12 Technik	19,4	466	1,01	349	17	0,0

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

	Alt	$q_{C,12h}$ Wh/m ³	f_C	q_C Wh/m ³	$Q_{V,C}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
4 Speisesaal	-	551	1,04	294	1.360	0,0
5 Küche	-	551	0,95	538	4.119	0,0
6 Spülküche, Vorbereitung	-	551	0,95	538	877	0,0
7 Sanitärräume	-	551	0,98	401	344	0,0
8 Umkleiden, Kopierraum	-	551	0,98	401	2	0,0
10 ELT-Räume	-	551	0,98	401	2	0,0
11 Lager, Archiv	-	551	0,98	401	16	0,0
12 Technik	-	551	0,98	401	20	0,0

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

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

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

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

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone 1 Einzelbüros

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$ kWh	1	18	40	63	62	50	36	318

t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Q _{h*,b}	kWh	1	20	44	69	68	55	39	348
		1	20	44	69	68	55	39	348

Zone 2 Gruppenbüros

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Q _{h*,b}	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
		2	20	46	72	71	58	41	364

Zone 3 Besprechung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	10	120	268	424	418	338	242	2.148
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Q _{h*,b}	kWh	10	132	295	466	459	372	266	2.361
		11	153	340	539	531	429	307	2.725

Zone 4 Speisesaal

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	293	696	1.100	1.084	877	628	5.106
t _{h*,op}	h	-	19	18	19	19	17	19	168
Q _{h*,b}	kWh	-	322	765	1.210	1.192	965	691	5.617
		11	475	1.106	1.749	1.723	1.394	998	8.342

Zone 5 Küche

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	48	1.011	2.400	3.796	3.740	3.026	2.167	17.762
t _{h*,op}	h	37	38	37	38	38	35	38	450
Q _{h*,b}	kWh	53	1.112	2.640	4.176	4.114	3.328	2.384	19.538
		64	1.587	3.745	5.925	5.837	4.722	3.382	27.881

Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	10	215	511	808	796	644	461	3.782
t _{h*,op}	h	37	38	37	38	38	35	38	450
Q _{h*,b}	kWh	11	237	562	889	876	709	508	4.161
		76	1.824	4.308	6.814	6.713	5.431	3.890	32.041

Zone 7 Sanitärräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	81	192	304	300	243	174	1.413
t _{h*,op}	h	-	28	27	28	28	25	28	243
Q _{h*,b}	kWh	-	89	212	335	330	267	191	1.554
		76	1.914	4.519	7.149	7.043	5.698	4.081	33.596

Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	0	1	1	1	1	1	7

$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	0	1	1	1	1	1	7
		76	1.914	4.520	7.151	7.045	5.699	4.082	33.602

Zone 10 ELT-Räume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	0	1	1	1	1	1	7
$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	0	1	1	1	1	1	7
		76	1.914	4.521	7.152	7.046	5.700	4.083	33.609

Zone 11 Lager, Archiv

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	4	9	14	14	11	8	66
$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	4	9	16	15	12	8	70
		76	1.918	4.530	7.168	7.062	5.713	4.091	33.678

Zone 12 Technik

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	5	11	17	17	14	10	81
$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	5	12	19	19	15	10	87
		76	1.923	4.542	7.187	7.080	5.728	4.101	33.765

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

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 statische Zen		76	1.600	3.777	5.976	5.888	4.763	3.410	28.148
2 Warmluftheizu		-	322	765	1.210	1.193	965	691	5.617
		76	1.923	4.542	7.187	7.080	5.728	4.101	33.765

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

$t_{h^*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a} \cdot \max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m}$ (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 $f_{Vh,d} = 16 \text{ W/m}^2$

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone 4 Speisesaal

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	81	472	896	5.239
$t_{c^*,op}$	h	-	-	-	-	13	152	185	922
$Q_{c^*,b}$	kWh	-	-	-	-	81	472	896	5.239
		-	-	-	-	81	472	896	5.239

Zone 5 Küche

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	247	1.428	2.714	15.863
$t_{c^*,op}$	h	-	-	-	-	24	276	370	1.783

$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	247	1.428	2.714	15.863
		-	-	-	-	328	1.899	3.610	21.101

Zone 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	53	304	578	3.378
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	24	276	370	1.783
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	53	304	578	3.378
		-	-	-	-	381	2.203	4.188	24.480

Zone 7 Sanitärräume

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	21	119	227	1.325
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	21	119	227	1.325
		-	-	-	-	401	2.323	4.414	25.805

Zone 8 Umkleiden, Kopierraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	0	1	1	6
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	210	267	1.176
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	0	1	1	6
		-	-	-	-	401	2.323	4.415	25.811

Zone 10 ELT-Räume

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	0	1	1	6
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	0	1	1	6
		-	-	-	-	401	2.324	4.416	25.817

Zone 11 Lager, Archiv

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	1	6	11	62
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	1	6	11	62
		-	-	-	-	402	2.329	4.427	25.879

Zone 12 Technik

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	1	7	13	76
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	1	7	13	76
		-	-	-	-	404	2.336	4.440	25.955

Kälteerzeugung siehe Abs.11 Klimakältesysteme
mit $Q_{V,C}$ = Nutzkältebedarf der Zuluftkühlung und $Q_{C^*,b}$ = Nutzkältebedarf der Kühlregister
Bedarfszeiten der zentralen Kühlregister $t_{C^*,op}$ nach DIN V 18599-7, Gl.10

Korrekturfaktoren für die Kühlregister-Bedarfszeiten:

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<4>}} = 1,040$$

$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<5>}} = 0,945$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<6>}} = 0,945$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<7>}} = 0,984$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<8>}} = 0,984$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<10>}} = 0,984$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<11>}} = 0,984$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<12>}} = 0,984$

$Q_{C^*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vc,d} = 9 \text{ W/m}^2$

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (21), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m^2	A_{RB} m^2	Tageslicht	C_{TL} %
1 0102-0 FF FE03 Ost	Ost 1	500	10,2	2,9	mittel	67
2 0104-0 FF FE03 Nord	Nord 1	500	12,7	4,7	gut	71
3 0105-0 FF FE02 Ost	Ost 1	500	12,4	5,1	gut	64
4 0202-0 FF FE02 Ost	Ost 2	500	26,7	14,4	gut	69
5 0303-0 FAW T02 West	West 3	500	4,8	3,4	gut	88
6 0304-0 FF FE01 West	West 3	500	12,5	9,1	gut	86
7 0305-0 FF FE03 Nord	Nord 3	500	62,9	31,8	gut	79
8 0308-0 FF DOB01 Nord	Nord 3	500	8,2	2,1	mittel	67
9 0401-0 FAW T02 West	West 4	200	25,7	8,9	gut	88
10 0403-0 FF FE03 West	West 4	200	47,2	18,9	gut	86
11 0405-0 FF FE01 Süd	Süd 4	200	72,9	38,6	gut	69
12 0406-0 FAW T02 Süd	Süd 4	200	2,5	3,9	gut	89
13 0407-0 FF FE01 West	West 4	200	37,9	24,6	gut	91
14 0502-0 FF FE03 Nord	Nord 5	500	44,0	15,8	gut	72
15 0604-0 FF FE02 Ost	Ost 6	300	15,5	6,5	gut	75
16 0910-0 FF FE01 West	West 9	100	16,7	11,5	gut	91
17 0911-0 FF FE01 Süd	Süd 9	100	20,5	10,7	gut	88
18 0914-0 FF FE03 Nord	Nord 9	100	8,1	2,3	mittel	76
19 1104-0 FF FE04 Nord	Nord 11	100	5,1	0,8	gering	55
20 1206-0 FF FE04 Nord	Nord 12	100	5,3	0,8	gering	60
21 1212-0 FF DOB01 Süd	Süd 12	100	4,5	2,6	gut	88

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m^2]	A_{TL} [m^2]	A_{KTL} [m^2]
1 Einzelbüros	44	35	9
2 Gruppenbüros	37	27	11
3 Besprechung	137	88	48
4 Speisesaal	257	186	71
5 Küche	85	44	41
6 Spülküche, Vorbereitun	109	16	93
7 Sanitärräume	57	-	57
8 Umkleiden, Kopierraum	26	-	26

9 Flure und TRH	269	45	223
10 ELT-Räume	29	-	29
11 Lager, Archiv	268	5	263
12 Technik	325	10	315

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

mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich			CTL	CTL, kon	FTL	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
						%	%	%	%	%	%
1	0102-0	FF FE03 Ost	1	67	73	58	52	48	45	43	43
2	0104-0	FF FE03 Nor	1	71	75	55	48	44	41	38	38
3	0105-0	FF FE02 Ost	1	64	75	59	53	49	46	44	44
4	0202-0	FF FE02 Ost	2	69	75	56	49	45	42	40	39
5	0303-0	FAW T02 Wes	3	88	75	44	36	30	26	24	23
6	0304-0	FF FE01 Wes	3	86	75	45	38	32	28	25	25
7	0305-0	FF FE03 Nor	3	79	75	50	43	37	34	31	31
8	0308-0	FF DOB01 No	3	67	73	59	53	48	46	44	43
9	0401-0	FAW T02 Wes	4	88	73	45	37	32	28	25	24
10	0403-0	FF FE03 Wes	4	86	73	47	39	34	30	27	27
11	0405-0	FF FE01 Süd	4	69	73	57	51	46	43	41	41
12	0406-0	FAW T02 Süd	4	89	73	45	37	31	27	24	24
13	0407-0	FF FE01 Wes	4	91	73	44	36	30	26	23	22
14	0502-0	FF FE03 Nor	5	72	57	65	60	57	54	53	52
15	0604-0	FF FE02 Ost	6	75	60	62	56	52	49	48	47
16	0910-0	FF FE01 Wes	9	91	60	53	47	42	39	36	36
17	0911-0	FF FE01 Süd	9	88	60	55	49	44	41	39	38
18	0914-0	FF FE03 Nor	9	76	55	65	60	56	53	52	51
19	1104-0	FF FE04 Nor	11	55	50	76	73	71	69	68	68
20	1206-0	FF FE04 Nor	12	60	50	75	71	68	66	65	65
21	1212-0	FF DOB01 Sü	12	88	60	55	49	44	41	39	38

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

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

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (12)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$ m ²	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 1 Einzelbüros	1	500	1-1-2	20,6	0,85	94	2162	176	116
2 2 Gruppenbüros	2	500	1-1-2	17,9	0,85	93	2162	176	89
3 3 Besprechung	3	500	1-1-2	18,1	0,53	51	1335	109	204
4 4 Speisesaal	4	200	1-1-2	5,6	1,00	67	1750	0	129
5 5 Küche	5	500	1-1-2	23,0	1,00	120	2411	1489	562
6 6 Spülküche, Vorb	6	300	1-1-2	14,4	0,53	67	1266	782	262
7 7 Sanitärräume	7	200	1-1-2	10,6	0,55	0	1399	114	78

8	8	Umkleiden, Kopi	8	100	1-1-2	3,6	0,14	0	369	30	3
9	9	Flure und TRH	9	100	1-1-2	5,3	0,24	29	610	50	74
10	10	ELT-Räume	10	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	3
11	11	Lager, Archiv	11	100	1-1-2	7,2	0,07	11	175	14	31
12	12	Technik	12	100	1-1-2	7,2	0,07	10	175	14	37

1588

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 1.642 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 3/6/7/8/9/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/4/5/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
1 Einzelbüros	71	78	80	90	81	69	73	883
2 Gruppenbüros	55	59	61	68	62	53	56	679
3 Besprechung	179	194	201	222	204	173	183	2.220
4 Speisesaal	110	122	128	144	129	108	112	1.371
5 Küche	531	556	547	577	562	499	547	6.485
6 Spülküche, V	252	261	254	264	262	236	260	3.068
7 Sanitärräume	76	78	76	78	78	71	78	919
8 Umkleiden, K	3	3	3	3	3	3	3	38
9 Flure und TR	71	74	72	76	74	67	73	864
10 ELT-Räume	3	3	3	3	3	3	3	39
11 Lager, Arch	30	31	30	31	31	28	31	364
12 Technik	36	37	36	37	37	34	37	439
	1.416	1.497	1.491	1.593	1.528	1.341	1.456	17.368

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

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

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

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
1 Einzelbüros	4	13	3,198	50,000	25,34	0,302
2 Gruppenbüros	5	11	2,093	50,000	25,28	0,438
3 Besprechung	11	45	4,294	50,000	18,61	0,225
4 Speisesaal	59	101	1,695	50,000	14,22	0,476
5 Küche	106	185	1,750	50,000	2,53	0,389
6 Spülküche, Vorbereitung, L	25	39	1,549	50,000	13,76	0,504
7 Sanitärräume	11	4	0,352	50,000	16,01	0,916
8 Umkleiden, Kopierraum	0	0	0,674	50,000	213,32	0,999
9 Flure und TRH	15	19	1,291	50,000	65,32	0,714
10 ELT-Räume	2	0	0,127	50,000	44,85	1,000
11 Lager, Archiv	14	6	0,455	50,000	67,38	0,991
12 Technik	16	9	0,581	50,000	72,33	0,978

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
1 Einzelbüros	4	5	5	12	46	86	148	765
2 Gruppenbüros	1	2	2	8	44	47	85	485
3 Besprechung	29	29	31	63	175	426	689	3.460
4 Speisesaal	109	143	131	318	704	855	1.021	6.762
5 Küche	2.533	2.527	2.298	2.595	2.609	2.800	2.759	31.660
6 Spülküche, V	255	260	241	310	384	425	450	4.320
7 Sanitärräume	2	2	2	3	4	5	6	49
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Flure und TR	-	-	-	-	1	9	41	255
10 ELT-Räume	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Lager, Arch	-	-	-	-	-	-	0	2
12 Technik	-	-	-	-	-	-	1	7
⇒ Q _{C*,b} (RLT)								
4 Speisesaal	-	-	-	-	81	472	896	5.239
5 Küche	-	-	-	-	247	1.428	2.714	15.863
6 Spülküche, V	-	-	-	-	53	304	578	3.378
7 Sanitärräume	-	-	-	-	21	119	227	1.325
8 Umkleiden, K	-	-	-	-	0	1	1	6
10 ELT-Räume	-	-	-	-	0	1	1	6
11 Lager, Arch	-	-	-	-	1	6	11	62
12 Technik	-	-	-	-	1	7	13	76

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

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

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

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{C,max}

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

Zone	t _{c,op,d} h/d	Q _{C,max, Juli} kW	Q _{C,max, Sept} kW	techn. gekühlt
1 Einzelbüros	13	2,0	1,4	ja
2 Gruppenbüros	13	2,6	1,9	ja
3 Besprechung	13	6,2	4,0	ja
4 Speisesaal	9	21,5	17,4	ja
5 Küche	15	13,8	8,4	ja
6 Spülküche, Vorbereitung,	15	3,6	2,1	ja
7 Sanitärräume	13	0,4	-0,3	ja
8 Umkleiden, Kopierraum	13	0,0	-0,1	ja
9 Flure und TRH	13	4,0	3,3	nein
10 ELT-Räume	13	0,0	-0,2	ja
11 Lager, Archiv	13	1,4	0,4	ja
12 Technik	13	1,8	0,5	ja
		57,3	38,8	

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

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

11.3 1 Einzelbüros

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (82 m²)

1 Einzelbüros

2 Gruppenbüros

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	6	6	6	20	90	133	233	1.250
$Q_{C,outg}$	kWh	7	8	8	24	111	163	287	1.537
$t_{C,op}$	h	149	157	144	276	267	276	267	2.835

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 4,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	2	3	5	29
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	1	3	5	9	46
	kWh	0	0	0	1	5	8	14	75

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 4,6 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

1 Einzelbüros, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

2 Gruppenbüros, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	7	8	8	24	111	163	287	1.537
$Q_{C,f,el}$	kWh	2	2	2	6	29	43	76	407

11.4 2 Gruppenbüros

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "1 Einzelbüros"

11.5 3 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (137 m²)

3 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C,outg} = Q_{C,b} \cdot \eta$ mit $\eta =$ Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
 $\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230$ (T7, Tab.14)
 Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	29	29	31	63	175	426	689	3.460
$Q_{C,outg}$	kWh	35	36	38	78	215	524	847	4.256
$t_{C,op}$	h	276	276	249	276	267	276	267	3.251

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 6,2$ 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	4	10	16	81
$W_{Z,d}$	kWh	1	1	1	2	6	16	25	128
	kWh	2	2	2	4	10	26	41	209

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 6,2 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

3 Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	35	36	38	78	215	524	847	4.256
$Q_{C,f,el}$	kWh	9	9	10	21	57	139	224	1.126

11.6 4 Speisesaal

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (257 m²)

4 Speisesaal

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (257 m²)

4 Speisesaal

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	81	472	896	5.239
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	99	571	1.084	6.339
$Q_{C,b}$	kWh	109	143	131	318	704	855	1.021	6.762
$Q_{C,outg}$	kWh	134	176	161	391	866	1.052	1.256	8.318
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	13	152	185	922
$t_{C,op}$	h	191	191	173	191	185	191	185	2.250

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, Pel = 50 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 21,5$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	2	2	2	5	11	14	16	110
$W_{Z,d}$	kWh	7	9	8	20	48	81	117	733
	kWh	9	11	10	25	59	95	133	842

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 21,5 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

4 Speisesaal, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,26$

4 Speisesaal, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,32$

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	-	-	-	-	99	571	1.084	6.339
$Q_{C,outg}$	kWh	134	176	161	391	866	1.052	1.256	8.318
$Q_{C,f,el}$	kWh	38	49	45	110	272	463	671	4.197

11.7 5 Küche

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (85 m²)

5 Küche

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	247	1.428	2.714	15.863

$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	298	1.728	3.283	19.194
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	24	276	370	1.783

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT Pel = 20 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, unregelmäßige Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb (REF'09)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 13,8$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	6	35	66	384
	kWh	-	-	-	-	6	35	66	384

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 13,8 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
5 Küche, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,30$

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	-	-	-	-	298	1.728	3.283	19.194
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	-	-	-	85	492	935	5.468

11.8 6 Spülküche, Vorbereitung, Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (109 m²)

6 Spülküche Vorbereitung Lager

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,94 - 0,95 = 1,210$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (109 m²)

6 Spülküche Vorbereitung Lager

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

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

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,30$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	53	304	578	3.378
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	64	368	699	4.087
$Q_{C,b}$	kWh	255	260	241	310	384	425	450	4.320
$Q_{C,outg}$	kWh	313	320	296	382	472	523	554	5.314
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	24	276	370	1.783
$t_{C,op}$	h	382	382	345	382	370	382	370	4.500

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, $P_{el} = 50 \text{ W/kW}$, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 3,6 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	8	9	7	10	12	14	14	140
$W_{Z,d}$	kWh	16	16	15	19	27	45	63	470
	kWh	24	25	22	29	39	59	77	610

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 3,6 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
6 Spülküche, Vorbereitung, Lager, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,30$
6 Spülküche, Vorbereitung, Lager, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,34$

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	-	-	-	-	64	368	699	4.087
$Q_{C,outg}$	kWh	313	320	296	382	472	523	554	5.314
$Q_{C,f,el}$	kWh	87	88	82	106	149	249	352	2.633

11.9 7 Sanitärräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (704 m²)

7 Sanitärräume

8 Umkleiden Kopierraum

10 ELT-Räume

11 Lager Archiv

12 Technik

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	-	-	-	-	23	133	252	1.475
$Q_{C^*,outg}$	kWh	-	-	-	-	29	170	323	1.888
$t_{C^*,op}$	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT $P_{el} = 20 \text{ W/kW}$, Verteilung hydraulisch

abgeglichen, unregelmäßige Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb (REF'09)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 3,6 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	1	3	6	38
	kWh	-	-	-	-	1	3	6	38

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 3,6 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6°C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl $EER = 2,70$

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

7 Sanitärräume, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

8 Umkleiden, Kopierraum, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

10 ELT-Räume, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

11 Lager, Archiv, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

12 Technik, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C*,outg}$	kWh	-	-	-	-	29	170	323	1.888
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	-	-	-	8	49	93	546

11.10 8 Umkleiden, Kopierraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.12 10 ELT-Räume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.13 11 Lager, Archiv

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.14 12 Technik

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "7 Sanitärräume"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.15 Endenergie Klimasysteme

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	136	149	139	242	600	1.435	2.352	14.378
$Q_{C,aux}$	kWh	35	38	34	59	121	226	338	2.158
Strom-Mix	kWh	136	149	139	242	600	1.435	2.352	14.378

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (201 Einzelbüro), 2 (202 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)), 7 (216 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden), 8 (218 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)), 10 (220 Lager, Technik, Archiv), 11 (220 Lager, Technik, Archiv), 12 (220 Lager, Technik, Archiv) nur 50% des Nutzenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	135	148	138	239	582	1.389	2.267	13.901

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
1 Einzelbüros	nicht relevant			-
2 Gruppenbüros	nicht relevant			-
3 Besprechung	nicht relevant			-
4 Speisesaal	nicht relevant			-
5 Küche	nicht relevant			-
6 Spülküche, Vorbere	nicht relevant			-
7 Sanitärräume	vernachlässigt			- b
8 Umkleiden, Kopiererr	nicht relevant			-
9 Flure und TRH	nicht relevant			-
10 ELT-Räume	nicht relevant			-
11 Lager, Archiv	nicht relevant			-
12 Technik	nicht relevant			-

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

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

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
------	-------------------	-------------------	-------------------------------------	--------------------	----------------------

1 Einzelbüros	1,4	0,2	177	0,8	2,4
2 Gruppenbüros	1,3	0,5	9	0,0	1,8
3 Besprechung	3,7	0,5	1194	5,2	9,4
4 Speisesaal	7,4	1,3	4612	20,1	28,8
5 Küche	1,5	0,2	7649	33,3	35,0
6 Spülküche, Vorbereitung,	1,1	0,2	1631	7,1	8,4
7 Sanitärräume	0,4	0,1	861	3,7	4,3
8 Umkleiden, Kopierraum	0,1	0,0	4	0,0	0,1
9 Flure und TRH	4,7	0,9	0	0,0	5,7
10 ELT-Räume	0,8	0,1	4	0,0	0,9
11 Lager, Archiv	4,5	0,8	36	0,2	5,5
12 Technik	4,8	1,0	49	0,2	6,1

$Q_{T,max}$ = 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

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

$Q_{V,mech} = 0,34 \cdot V_{mech} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_V)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 statische Zentralheizung (REF	100% *		103.121	79,6	90,0
2 Warmluftheizung, Luftauslässe	100% 4/		20.480	28,8	31,6
3					

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

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Deckenauslass ohne Umwälzung,
 $\theta_{str} = 0,60$ K/m

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	2.820	6.223	9.853	12.340	12.097	10.337	9.057	74.973
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	76	1.600	3.777	5.976	5.888	4.763	3.410	28.148
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	516	912	2.044	2.900	2.690	2.269	1.489	14.863
$Q_{h^*,b}, <2>$	kWh	-	322	765	1.210	1.193	965	691	5.617

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 5 Küche

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <5>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.355
$t_{h,rL,d} <5>$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB} <5>$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	301
$t_{h,rL} <5>$	h/m	372	405	467	531	529	466	474	4.950

(2) Bereich "Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Leitzone 4 Speisesaal

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

$t_h <4>$	h/m	358	744	720	744	744	672	744	6.153
$t_{h,rL,d} <4>$	h/d	9	9	9	9	9	9	9	
$d_{h,rB} <4>$	d/m	10	23	24	26	26	23	25	201
$t_{h,rL} <4>$	h/m	93	209	219	237	237	211	225	1.812

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

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (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)

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (15,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Deckenauslass ohne Umwälzung, $\theta_{str} = 0,60 \text{ K/m}$

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+0,9356 = 1,14^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (10,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: direkter Warmluftheizzeuger, Radialventilator,

$f_{h,ce,aux} = 0,018$

$W_{h,ce} = f_{h,ce,aux} \cdot Q_{h,b}$ (Gl.49 / 51), unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,ce} = W_{h,ce}$

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	2.820	6.223	9.853	12.340	12.097	10.337	9.057	74.973
$Q_{h,ce}$	kWh	796	1.023	1.103	1.161	1.144	1.024	1.051	11.954
(2) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	516	912	2.044	2.900	2.690	2.269	1.489	14.863
$Q_{h,ce}$	kWh	104	107	162	188	175	156	123	1.526
$W_{h,ce}$	kWh	9	16	37	52	48	41	27	268
$Q_{l,h,ce}$	kWh	9	16	37	52	48	41	27	268
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	4.236	8.265	13.162	16.589	16.107	13.786	11.720	103.317

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

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

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

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 ($h_R > 4\text{m}$, 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) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 1
Etagenringtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1384,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M.
= 4,60 m, 3 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<5>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 20 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) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	484,8 m	27,6 m	69,2 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, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)								
$\beta_{h,d}$	0,06	0,12	0,19	0,23	0,22	0,21	0,17	
$\theta_{VL,av}$ °C	25,0	27,8	30,5	31,9	31,7	31,3	29,7	
$\theta_{RL,av}$ °C	23,9	25,8	27,7	28,7	28,6	28,3	27,2	
$Q_{h,d}$ kWh	454	608	835	1.027	1.014	872	809	6.575
$W_{h,d}$ kWh	19	23	25	28	28	25	25	262
$Q_{I,h,d}$ kWh	41	68	105	135	133	113	99	885

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 6,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,9 \%$

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

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

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

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

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

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

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$ kWh	4.146	9.455	15.568	20.504	20.143	16.996	14.327	121.651

(2) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	619	1.341	2.971	4.298	4.058	3.390	2.303	22.006

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ 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)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2/3/5/6/7/8/9/10/11/12 ($A_{NGF} = 1.385 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 90,0 \text{ kW}$ (Erdgas)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,960$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,050$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0066 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 6,41 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 1,54 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,26 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,390 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,130 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "Warmflurheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Zonen 4 ($A_{NGF} = 257 \text{ m}^2$)

Heizung dezentrale Warmflurherzeuger, nicht kondensierend mit konstanter Verbrennungsluftmenge

Dezentrale Hallenheizung 32,0 kW, Energieträger Erdgas

Verluste der Wärmeerzeugung $Q_{h,gen} = (f_{Hs/Hi} / \eta_{h,gen} - 1) * Q_{h,outg}$ mit $\eta_{h,gen}$ nach Tab.52

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

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

$Q_{l,h,gen}$ = ungerichtete Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	4.146	9.455	15.568	20.504	20.143	16.996	14.327	121.651
$\beta_{h,1}$		0,12	0,26	0,37	0,43	0,42	0,41	0,34	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	89	407	812	1.210	1.177	959	704	5.773
$Q_{h,f}$	kWh	4.359	9.921	16.462	21.807	21.412	18.035	15.105	128.562
$W_{h,gen}$	kWh	28	51	77	98	96	82	72	647

(2) Warmflurheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	619	1.341	2.971	4.298	4.058	3.390	2.303	22.006

$Q_{h,gen}$	kWh	136	295	653	945	892	745	506	4.837
$Q_{h,f}$	kWh	755	1.636	3.624	5.243	4.949	4.135	2.809	26.843
$W_{h,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	5.114	11.557	20.085	27.050	26.361	22.170	17.914	155.404
W_h	kWh	57	91	139	178	173	147	124	1.176
Erdgas	kWh	5.097	11.557	20.085	27.050	26.340	22.152	17.929	155.378
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,3	0,5	1,2	1,7	1,6	1,5	0,9	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,3	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<11>}$	kWh/d	0,3	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<12>}$	kWh/d	0,3	0,5	0,8	1,0	1,0	0,9	0,7	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
Erdgas	Heizwärme	*	155.378	1,10	1,11	153.978
Strom-Mix	Klimakälte	**	13.901	1,80	1,00	25.022
Strom-Mix	Beleuchtung	***	17.368	1,80	1,00	31.262
Strom-Mix	Hilfsenergie		44.090	1,80	1,00	79.361
Σ [kWh/Jahr]			230.736			289.623

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 289.623 / 1.642 = 176,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ($\Sigma A_{NGF} = 1.642 \text{ m}^2$)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 26,9 kWh/(m²a), Erdgas 94,7 kWh/(m²a), Strom-Mix 19,0 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m² a)
Erdgas	139.980	240	33.595	
Strom-Mix	13.901	560	7.785	
Strom-Mix	17.368	560	9.726	
Strom-Mix	44.090	560	24.690	
	215.339		75.796	46,2

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
1 Einzelbüros	44	-	883	125	-	5.464	6.472
2 Gruppenbüros	37	-	679	281	-	6.621	7.581
3 Besprechung	137	-	2.220	1.126	-	15.286	18.632
4 Speisesaal	257	-	1.371	4.197	-	26.843	32.410
5 Küche	85	-	6.485	5.468	-	20.043	31.997
6 Spülküche, Vorb	109	-	3.068	2.633	-	6.158	11.860
7 Sanitärräume	57	-	919	490	-	5.528	6.937
8 Umkleiden, Kopi	26	-	38	2	-	797	837
9 Flure und TRH	269	-	864	-	-	25.699	26.563
10 ELT-Räume	29	-	39	2	-	3.163	3.204
11 Lager, Archiv	268	-	364	23	-	19.053	19.439
12 Technik	325	-	439	29	-	20.737	21.205
Gebäude	1.642	-	17.368	14.378	-	155.391	187.137

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/m² a	Beleucht. kWh/m² a	Klima kWh/m² a	Warmwasser kWh/m² a	Heizung kWh/m² a	Summe kWh/m² a
Nutzenergiebedarf	24,8	10,6	44,8	0,0	75,3	155,5
Endenergiebedarf	24,8	10,6	9,8	0,0	95,4	140,6
Primärenergiebedarf	44,7	19,0	17,6	0,0	95,1	176,4

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_P = 176,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$



Anhang E

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

S:\B\Proj\164\B164704\B164704_17_Ber_1D.DOCX:05. 06. 2023



Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

Objekt Schulcampus Deisenhofen, Mensa/Mehrzweckhalle

Nachweis erstellt am 05.06.2023

Raum / Raumbereich: M.0.02/M.1.01 Speisesaal

Sommerklima-region B

Grundlage: Planstand Design Freeze LP3 vom 24.02.2023

Raumgrundfläche: $181,47\text{m}^2$ (EG) + $75,25\text{m}^2$ (OG) = $256,72\text{m}^2$

Fenster Süd / horizontale Markise $F_c \leq 0,55$

Fenstertür Süd / horizontale Markise $F_c \leq 0,55$

Fenster West / kein Sonnenschutz

Fenstertür West / kein Sonnenschutz

Fenster West OG / kein Sonnenschutz

Fenstertür West OG / kein Sonnenschutz

mittlere Bauart

keine Nachtlüftung

keine passive Kühlung

Verglasung mit $g \leq 0,4$

Bauliche Verschattung über Balkon und Dachüberstand

Nettogrundfläche A_G	Nutzung	Bauart
$256,72\text{ m}^2$	Nichtwohngebäude	mittel

Zugehörige Fenster

Bezeichnung	Orientierung	Neigung	Fläche A_w	g-Faktor	F_c	$F_{c, \text{permanent}}$	F_s	$A_w \cdot g \cdot F_c \cdot F_s$
Fenster Süd	Süd	90,0	$29,58\text{ m}^2$	0,40	0,55	1,00	1,00	$6,51\text{ m}^2$
Fenster Süd - Sonnenschutz / Verschattung: Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen / keine Verschattung								
Fenstertür Süd	Süd	90,0	$5,08\text{ m}^2$	0,40	0,55	1,00	1,00	$1,12\text{ m}^2$
Fenstertür Süd - Sonnenschutz / Verschattung: Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen / keine Verschattung								
Fenster West	West	90,0	$16,90\text{ m}^2$	0,40	1,00	1,00	0,85	$5,75\text{ m}^2$
Fenster West - Sonnenschutz / Verschattung: ohne Sonnenschutzvorrichtung / Überhangwinkel 45°								
Fenstertür West	West	90,0	$4,21\text{ m}^2$	0,40	1,00	1,00	0,85	$1,43\text{ m}^2$
Fenstertür West - Sonnenschutz / Verschattung: Ohne Sonnenschutzvorrichtungen / Überhangwinkel 45°								
Fenster West OG	West	90,0	$23,94\text{ m}^2$	0,40	1,00	1,00	0,92	$8,81\text{ m}^2$
Fenster West OG - Sonnenschutz / Verschattung: ohne Sonnenschutzvorrichtung / Überhangwinkel 30°								
Fenstertür West OG	West	90,0	$3,25\text{ m}^2$	0,40	1,00	1,00	0,92	$1,20\text{ m}^2$
Fenstertür West OG - Sonnenschutz / Verschattung: ohne Sonnenschutzvorrichtung / Überhangwinkel 30°								
Summe			$82,96\text{ m}^2$					$24,81\text{ m}^2$

Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

Objekt Schulcampus Deisenhofen, Mensa/Mehrzweckhalle

Nachweis erstellt am 05.06.2023

Raum / Raumbereich: M.0.02/M.1.01 Speisesaal

Sommerklima-region B

Sonneneintragskennwert $S = \text{Summe } (A_w \cdot g \cdot F_c \cdot F_s) / A_G$ 0,097

Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes $S_{\text{zulässig}}$

Anteile	Anteiliger Sonneneintragskennwert
S ₁ : mittlere Bauart, ohne Nachtlüftung	0,013
S ₂ : Grundflächenbezogener Flächenanteil ($f_{\text{WG}} = 0,323$)	-0,007
S ₃ : Fenster mit Sonnenschutzglas ($A_{\text{W,glot} \leq 0,4} = 82,96 \text{ m}^2$)	0,030
S ₄ : Fensterneigung $< 60^\circ$ ($f_{\text{neig}} = 0,000$)	0,000
S ₅ : Orientierung ($f_{\text{nord}} = 0,000$)	0,000
S ₆ : Ohne Einsatz passiver Kühlung	0,000
Summe = $S_{\text{zulässig}}$	0,036

Der Sonneneintragskennwert $S = 0,097$ ist größer als der zulässige Sonneneintrags-Höchstwert $S_{\text{zulässig}} = 0,036$

Die Anforderungen für den Raum "M.0.02/M.1.01 Speisesaal" nach DIN 4108-2:2013-02 sind nicht erfüllt

Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

Objekt Schulcampus Deisenhofen, Mensa/Mehrzweckhalle

Nachweis erstellt am 05.06.2023

Raum / Raumbereich: M.1.09 Büro

Sommerklimaregion B

Grundlage: Planstand Design Freeze LP3 vom 24.02.2023

Raumgrundfläche: 17,29m²

Fenster Ost / vertikale Markise $F_c \leq 0,3$

mittlere Bauart

keine Nachtlüftung

keine passive Kühlung

Verglasung mit $g \leq 0,4$

Nettogrundfläche A_G	Nutzung	Bauart
17,29 m²	Nichtwohngebäude	mittel

Zugehörige Fenster

Bezeichnung	Orientierung	Neigung	Fläche A_w	g-Faktor	F_c	$F_{c,permanent}$	F_s	$A_w * g * F_c * F_s$
Fenster Ost	Ost	90,0	4,86 m²	0,40	0,30	1,00	1,00	0,58 m²
Fenster Ost - Sonnenschutz / Verschattung: Markise, parallel zur Verglasung / keine Verschattung								
Summe			4,86 m²					0,58 m²

Sonneneintragskennwert $S = \text{Summe } (A_w * g * F_c * F_s) / A_G$ **0,034**

Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes $S_{zulässig}$

Anteile	Anteiliger Sonneneintragskennwert
S_1 : mittlere Bauart, ohne Nachtlüftung	0,013
S_2 : Grundflächenbezogener Flächenanteil ($f_{WG} = 0,281$)	-0,002
S_3 : Fenster mit Sonnenschutzglas ($A_{w,glot \leq 0,4} = 4,86 \text{ m}^2$)	0,030
S_4 : Fensterneigung $< 60^\circ$ ($f_{neig} = 0,000$)	0,000
S_5 : Orientierung ($f_{nord} = 0,000$)	0,000
S_6 : Ohne Einsatz passiver Kühlung	0,000
Summe = $S_{zulässig}$	0,041

Der Sonneneintragskennwert $S = 0,034$ ist kleiner gleich als der zulässige Sonneneintrags-Höchstwert $S_{zulässig} = 0,041$

Die Anforderungen für den Raum "M.1.09 Büro" nach DIN 4108-2:2013-02 sind erfüllt

Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

Objekt Schulcampus Deisenhofen, Mensa/Mehrzweckhalle

Nachweis erstellt am 05.06.2023

Raum / Raumbereich: M.1.02 Sonst. Ext.

Sommerklimaregion B

Grundlage: Planstand Design Freeze LP3 vom 24.02.2023

Raumgrundfläche: 104,05m²

Fenster Nord / kein Sonnenschutz

Fenster West/ vertikale Markise $F_c \leq 0,3$

Fenstertür West / kein Sonnenschutz

mittlere Bauart

keine Nachtlüftung

keine passive Kühlung

Verglasung mit $g \leq 0,4$

Nettogrundfläche A_G	Nutzung	Bauart
104,05 m ²	Nichtwohngebäude	mittel

Zugehörige Fenster

Bezeichnung	Orientierung	Neigung	Fläche A_w	g-Faktor	F_c	$F_{c \text{ permanent}}$	F_s	$A_w \cdot g \cdot F_c \cdot F_s$
Fenster Nord	Nord	90,0	18,34 m ²	0,40	1,00	1,00	1,00	7,34 m ²
Fenster Nord - Sonnenschutz / Verschattung: Ohne Sonnenschutzvorrichtungen / keine Verschattung								
Fenster West	West	90,0	8,56 m ²	0,40	0,30	1,00	0,92	0,95 m ²
Fenster West - Sonnenschutz / Verschattung: Markise, parallel zur Verglasung / Überhangwinkel 30°								
Fenstertür West	West	90,0	3,25 m ²	0,40	1,00	1,00	0,92	1,20 m ²
Fenstertür West - Sonnenschutz / Verschattung: Ohne Sonnenschutzvorrichtungen / Überhangwinkel 30°								
Summe			30,15 m ²					9,48 m ²

Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02

Objekt Schulcampus Deisenhofen, Mensa/Mehrzweckhalle

Nachweis erstellt am 05.06.2023

Raum / Raumbereich: M.1.02 Sonst. Ext.

Sommerklima-region B

Sonneneintragskennwert $S = \text{Summe } (A_w \cdot g \cdot F_c \cdot F_s) / A_G$ 0,091

Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes $S_{\text{zulässig}}$

Anteile	Anteiliger Sonneneintragskennwert
S ₁ : mittlere Bauart, ohne Nachtlüftung	0,013
S ₂ : Grundflächenbezogener Flächenanteil ($f_{\text{WG}} = 0,290$)	-0,003
S ₃ : Fenster mit Sonnenschutzglas ($A_{\text{W,glot} \leq 0,4} = 30,15 \text{ m}^2$)	0,030
S ₄ : Fensterneigung $< 60^\circ$ ($f_{\text{neig}} = 0,000$)	0,000
S ₅ : Orientierung ($f_{\text{nord}} = 0,608$)	0,061
S ₆ : Ohne Einsatz passiver Kühlung	0,000
Summe = $S_{\text{zulässig}}$	0,101

Der Sonneneintragskennwert $S = 0,091$ ist kleiner gleich als der zulässige Sonneneintrags-Höchstwert $S_{\text{zulässig}} = 0,101$

Die Anforderungen für den Raum "M.1.02 Sonst. Ext." nach DIN 4108-2:2013-02 sind erfüllt