

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Berlin
Körnerstr. 48c
12157 Berlin

Telefon +49(30)2888494 0
Telefax +49(89)999507 62

www.mbbm-bso.com

M.Sc. Thanh Van Dinh Thi
Telefon +49(30)2888494 16
thanhvan.dinhthi@mbbm-bso.com

16. Mai 2025
B167563/05 Version 6 DIN/SFM

BV Brainergy Hub Jülich

Nachweis nach Gebäudeenergiegesetz GEG & BEG-Effizienzgebäude 40

Bericht Nr. B167563/05

Auftraggeber:

HENN GmbH
Alexanderstraße 7
10178 Berlin

Bearbeitet von:

M.Sc. Thanh Van Dinh Thi

Berichtsumfang:

Insgesamt 194 Seiten, davon
17 Seiten Textteil,
46 Seiten Anhang A,
7 Seiten Anhang B,
63 Seiten Anhang C und
61 Seiten Anhang D.

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Berlin
HRB München 278753
USt-IdNr. DE355267779

Geschäftsführer:
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Vorbemerkung | 3 |
| 2 | Grundlagen | 4 |
| 3 | Angaben zum Objekt | 5 |
| 3.1 | Bauliche Situation | 5 |
| 3.2 | Definition der thermischen Gebäudehülle | 5 |
| 3.3 | Gebäudekenndaten | 6 |
| 4 | Anforderungen nach GEG und BEG an das zu errichtende Gebäude | 7 |
| 5 | Bauphysikalisches Konzept | 8 |
| 5.1 | Zonierung des Gebäudes | 8 |
| 5.2 | Bauphysikalische Berechnungsgrundlagen | 8 |
| 5.3 | Angaben zur wärmschutztechnischen Qualität der Außenbauteile | 9 |
| 6 | Haustechnisches Planungskonzept | 10 |
| 7 | Nachweise | 16 |
| 7.1 | Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 und DIN 4108-3 | 16 |
| 7.2 | Jahres-Primärenergiebedarf Q''_P | 16 |
| 7.3 | Nachweis der thermischen Hülle | 16 |
| 7.4 | Einhaltung des Anteils Erneuerbarer Energien | 17 |
| 7.5 | Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 | 17 |
| | | |
| Anhang A | Bauteilaufbauten | |
| Anhang B | Zonierung | |
| Anhang C | Gebäudeberechnung / Bilanzierung nach DIN V 18599 | |
| Anhang D | Referenzgebäudeberechnung / Bilanzierung nach DIN V 18599 | |

1 Vorbemerkung

Im Auftrag der Brainergy Park Jülich GmbH soll nach den Plänen von HENN Architekten in Jülich ein Neubau realisiert werden.



Abbildung 1. Visualisierung des Bauvorhabens, HENN GmbH.

Im folgenden Bericht wird für das Bauvorhaben der Nachweis zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) dokumentiert. Darüber hinaus wird der Nachweis nach für den BEG-40 Standard geführt. Es soll ein DGNB Gold Standard erzielt werden.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Tabelle 1. Zusammenfassung Ergebnisse und Standards.

| Kennwert | Brainergy |
|-----------------------------|----------------------------|
| Gebäudestandard | GEG 2020 / BEG 40 |
| Endenergiebedarf | 134,1 kWh/m ² a |
| CO ₂ -Emissionen | 137 t/a |

Der angestrebte Standard gemäß GEG sowie der erhöhte Standard gemäß BEG-Effizienzgebäude 40 werden eingehalten. Dabei müssen ergänzend nachfolgende Punkte berücksichtigt werden:

- Für das Gebäude ist eine Luftdichtheitsprüfung („Blower-Door-Test“) durchzuführen.
- Die Details sind gemäß dem Wärmebrückenkatalog aus Bbl. 2 zu entwickeln und durch Müller-BBM zu prüfen.

2 Grundlagen

Dem vorliegenden Bericht liegen zugrunde:

- [1] Planunterlagen: Grundrisse, Schnitte & Ansichten, Stand 19.08.2024, HENN GmbH
- [2] Grundlagen Abstimmung Haustechnikplanung, Büro Happold, Herr Zarb E-Mail vom 18.10.2022 und 28.10.2022, Herr Wiencke E-Mail vom 26.02.2025, Herr Gada E-Mail vom 27.08.2025
- [3] Angaben zur PV-Anlage, Büro Happold, Herr Gada E-Mail vom 27.08.2025
- [4] Bescheinigung über die energetische Bewertung nach AGFW FW 309 Teile 1, 5 & 7 der Fernwärme für das Versorgungssystem Am Brainergy Park 1, 42528 Jülich der Brainergy Park Energie GmbH, Stand 16. April 2024
- [5] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) in der Fassung vom 08. August 2020
- [6] Mitgeltende Normen zum GEG, insbesondere DIN V 18599: „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Teile 1 - 11, Ausgabe 2018-09
- [7] DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabe 2013-02
- [8] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Ausgabe 2018-10
- [9] Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Stand September 2021
- [10] Software Dämmwerk 2025, Fa. KERN Ingenieurkonzepte, Version 2024-11-07

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\B\PROJ\167\B167563\B167563_05_BER_6D.DOCX:16. 05. 2025

3 Angaben zum Objekt

3.1 Bauliche Situation

Nach den Plänen von HENN GmbH soll in Jülich ein Neubau für die Brainergy Park Jülich GmbH realisiert werden.

Geplant ist ein Gebäude mit einer Teilunterkellerung sowie einem Erdgeschoss und bis zu drei Obergeschossen. Ein zentral angeordnetes Atrium erstreckt sich über alle Geschosse.

Wesentliche Nutzungen sind im Erdgeschoss Gastronomie und Konferenzbereiche, die Obergeschosse werden vorrangig als Büros genutzt.

Das Gebäude soll eine energetische Qualität derart erreichen, dass die gesetzlich geschuldeten Anforderungswerte signifikant unterschritten werden. Hierbei ist auch eine Zertifizierung mit dem Ziel DGNB Gold geplant. Des Weiteren soll ein Effizienzgebäude EG 40 realisiert werden.

3.2 Definition der thermischen Gebäudehülle

Gemäß den aktuellen Festlegungen werden alle oberirdischen Gebäudebereiche in die thermische Gebäudehülle einbezogen und als auf normale Innentemperaturen beheizt ($\theta_i \geq 19 \text{ °C}$) angesetzt. Das Untergeschoss wird nur in einigen Teilbereichen in die thermische Gebäudehülle einbezogen.

Damit bilden

- die Außenwände und Fassaden gegen Außenluft,
- die Außenwände gegen Erdreich,
- die Wände gegen unbeheizte Räume,
- die Außentüren,
- das Flachdach und die Terrassen,
- die Decken nach unten gegen Außenluft sowie Kellerräume,
- die transparenten Bauteile und das ETFE-Folienkissendach sowie
- die Bodenplatten

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

3.3 Gebäudekenndaten

Für das vorliegende Bauvorhaben wurden folgende relevante Bezugsgrößen ermittelt:

Tabelle 2. Bezugsgrößen Gebäude.

| Kennwert | Brainergy |
|---|-----------------------|
| Wärmeübertragende Umfassungsfläche A | 11.587 m ² |
| Bruttovolumen V_e | 37.435 m ³ |
| Nettovolumen V | 26.317 m ³ |
| Nettogrundfläche A_{NGF} gemäß GEG | 7.607 m ² |
| A/V_e -Verhältnis | 0,31 m ⁻¹ |

4 Anforderungen nach GEG und BEG an das zu errichtende Gebäude

In der nachfolgenden Tabelle werden die verschiedenen Anforderungswerte bzw. Vorgabewerte, die sich durch das GEG, die DGNB-Zertifizierung sowie das derzeitige Förderprogramm BEG EG 40 NH ergeben, zusammengestellt. Um eine Förderung für den Standard BEG EG 40 beantragen zu können, ist die NH-Klasse erforderlich. Dafür muss eine Zertifizierung gemäß QNG (Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude) erfolgen.

Tabelle 3. Zusammenstellung der Anforderungswerte energetische Gebäudequalität.

| Anforderung U-Werte Gebäudezonen $\geq 19\text{ °C}$ | | | |
|--|-----------------------------|--|----------------------------|
| Bauteil | GEG 2020 | DGNB „GOLD“ | BEG EG 40 NH |
| Opake Außenbauteile | 0,28 W/(m ² K) | 0,20 W/(m ² K) | 0,18 W/(m ² K) |
| Transparente Außenbauteile | 1,5 W/(m ² K) | 1,05 W/(m ² K) | 1,0 W/(m ² K) |
| Vorhangfassaden | 1,5 W/(m ² K) | 1,05 W/(m ² K) | 1,0 W/(m ² K) |
| Glasdächer, Oberlichter | 2,5 W/(m ² K) | 1,75 W/(m ² K) | 1,6 W/(m ² K) |
| Anforderung U-Werte Gebäudezonen $12\text{ °C} - 18\text{ °C}$ | | | |
| Opake Außenbauteile | 0,50 W/(m ² K) | 0,35 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) |
| Transparente Außenbauteile | 2,8 W/(m ² K) | 2,0 W/(m ² K) | 1,3 W/(m ² K) |
| Vorhangfassaden | 3,0 W/(m ² K) | 2,1 W/(m ² K) | 1,3 W/(m ² K) |
| Glasdächer, Oberlichter | 3,1 W/(m ² K) | 2,2 W/(m ² K) | 2,0 W/(m ² K) |
| Anforderung Jahres-Primärenergiebedarf Q_p | | | |
| | $Q_p = 0,75 \times Q_{Ref}$ | $Q_p = 0,8 \times 0,75 \times Q_{Ref}$ $= 0,6 \times Q_{Ref}$ | $Q_p = 0,4 \times Q_{Ref}$ |

Ergänzend sind nachfolgende Nebenanforderungen einzuhalten:

- Einhaltung des Mindestwärme- und Feuchteschutzes [7], [8] an allen Bauteilen und Detailpunkten
- Einhaltung des sommerlichen Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 in Aufenthaltsräumen
- Es ist eine anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien vorzusehen. Der Anteil richtet sich nach der Art der erneuerbaren Energie. Wird im Energiekonzept der Einsatz von erneuerbaren Energien nicht berücksichtigt, sind Ersatzmaßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen möglich.
- Es ergeben sich weitergehende Anforderungen nach QNG.

5 Bauphysikalisches Konzept

5.1 Zonierung des Gebäudes

Gemäß Gebäudeenergiegesetz § 21 ist das Gebäude in sogenannte Nutzungszonen zu unterteilen.

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

Tabelle 4. Gegenüberstellung der Nutzungszonen des Gebäudes und der Nutzungsprofile gemäß DIN V 18599-10.

| Zone des geplanten Gebäudes | Nutzungsprofil nach DIN V 18599 | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1/ Gruppenbüro | Nr. 02 | Gruppenbüro |
| 2/ Projektraum | Nr. 04 | Besprechung |
| 3/ OpenSpace | Nr. 03 | Großraumbüro |
| 4/ Besprechung | Nr. 04 | Besprechung |
| 5/ Multifunktionsraum | Nr. 09 | Hörsaal, Auditorium |
| 6/ Gastronomie | Nr. 13 | Restaurant |
| 7/ Küche/Lager | Nr. 15 | Küche – Vorbereitung, Lager |
| 8/ Sanitärräume | Nr. 16 | WC und Sanitärräume |
| 9/ Foyer/Empfang | Nr. 17 | Sonstige Aufenthaltsräume |
| 10/ Atrium | Nr. 17 | Sonstige Aufenthaltsräume |
| 11/ Sonst. Aufenthalt | Nr. 17 | Sonstige Aufenthaltsräume |
| 12/ Nebenflächen | Nr. 18 | Nebenflächen |
| 13/ Technik UG | Nr. 20 | Lager, Technik, Archiv |

5.2 Bauphysikalische Berechnungsgrundlagen

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

- Wärmebrücken

Die konstruktiv bedingten Wärmebrücken werden in den Berechnungen mit $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ berücksichtigt. Im Bereich von Wärmebrücken sind demnach die Planungsbeispiele nach DIN 4108, Beiblatt 2, zu berücksichtigen.

Aufgrund des angestrebten BEG-Standards ist ein sogenannter Gleichwertigkeitsnachweis gemäß DIN 4108, Beiblatt 2 (Wärmebrückennachweis), vorzulegen.

- Ausnutzungsgrad für Wärmequellen

Allgemein 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 Berechnung der Lüftungswärmeverluste wird die Dichtheit der Gebäudehülle nach DIN V 18599-2, Tabelle 7, in die Kategorie I eingestuft. Entsprechend wird bei Gebäudezonen mit raumluftechnischen Anlagen eine hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit von $q_{50} = 2,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ und bei Gebäudezonen ohne raumluftechnische Anlagen von $q_{50} = 3,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ berücksichtigt.

Dadurch wird nach Fertigstellung des Gebäudes eine Dichtheitsprüfung der Gebäudehülle notwendig. Hierbei darf der nach DIN EN ISO 9972 gemessene Volumenstrom – bezogen auf die Hüllfläche – bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen einen Wert von $q_{E50} = 2,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$, bzw. bei Gebäuden ohne raumluftechnische Anlagen einen Wert von $q_{E50} = 4,5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ nicht überschreiten. Das Messprotokoll ist vor Ausstellung des abschließenden Energieausweises vorzulegen.

- **Sonnenschutz**

Dreifach-Sonnenschutzverglasung mit Energiedurchlassgrad der Verglasung $g \leq 0,40$ bzw. in Teilbereichen $g \leq 0,35$ und $g \leq 0,30$

Außenliegender Sonnenschutz vorhanden

5.3 Angaben zur wärmschutztechnischen Qualität der Außenbauteile

5.3.1 Allgemeine Hinweise

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

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

6 Haustechnisches Planungskonzept

Im Rahmen der vorliegenden Berechnungen zum Nachweis der energetischen Anforderungen wurde folgende Anlagentechnik/Gebäudeausrüstung angesetzt, die mit dem Planungsbüro Buro Happold [2] abgestimmt wurde. Da die Haustechnik teilweise sehr komplex ist, wurden an einigen Stellen Vereinfachungen vorgenommen. Nachfolgend werden die wichtigsten haustechnischen Angaben zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben sind dem Anhang C des vorliegenden Berichts zu entnehmen.

6.1.1 Heizungsanlage

Die geplante Heizwärmeversorgung des Neubaus erfolgt über einen Anschluss an ein Low-Ex Netz. Der Primärenergiefaktor des Netzes wird gemäß Bescheinigung über die energetische Bewertung nach AGFW FW 309 Teile 1, 5 & 7 mit

$$f_p = 0,21$$

angesetzt [4].

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

- | | |
|--------------------------|--|
| - Heizungsanlage | Zentralheizung, intermittierender Heizbetrieb |
| - Wärmeübergabe | siehe unten |
| - Verteilleitungen | Zweirohrnetz, Annahme: hydraulisch abgeglichen; mit innen liegenden und gedämmten Verteilleitungen |
| - Pumpen | Pumpenregelung Δp variabel, intermittierender Pumpenbetrieb (Absenkung) für die Zonen 1/ - 6/, 11/, Pumpenleistung unbekannt |
| - Heizungspufferspeicher | vorhanden |
| - Wärmeerzeugung | Nahwärmeversorgung über „Low-Ex“-Netz, Primärenergiefaktor gemäß Bescheinigung $f_p = 0,21$, Emissionsfaktor 9 g/kWh, Anteil erneuerbarer Energien 98,4 % |

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

Wärmeübergabe über Fußbodenheizung + Umluftheizung (Raumhöhe bis 4 m, Obergeschoss)

- | | |
|-----------------|---|
| - Zonen | 1/ Gruppenbüro |
| - Wärmeübergabe | Heizdecke: 65 % Systemtemperaturen 35/28 °C (Standardwerte) |
| | Umluftheizung dezentral: 35 % Systemtemperaturen 45/30 °C |

Wärmeübergabe über Umluftheizung (Raumhöhe bis 4 m, Obergeschosse)

- Zonen 2/ Projektraum
 3/ Open Space
 11/ Sonst. Aufenthalt
 12/ Nebenflächen
- Wärmeübergabe **Umluftheizung dezentral**
 Systemtemperaturen 55/45 °C (Standardwerte)

Wärmeübergabe über Zuluftheizung (Raumhöhe bis 4 m, Obergeschosse)

- Zonen 4/ Besprechung
 8/ Sanitärräume
 13/ Technik UG
- Wärmeübergabe **Zuluftheizung dezentral**
 Systemtemperaturen 55/45 °C (Standardwerte)

Wärmeübergabe über Fußbodenheizung (Raumhöhe bis 4 m, Obergeschosse)

- Zonen 10/ Atrium
- Wärmeübergabe **Fußbodenheizung**
 Systemtemperaturen 35/28 °C (Standardwerte)
 (Vereinfachung)

Wärmeübergabe über Fußbodenheizung (Raumhöhe ab 4 m, Erdgeschoss)

Gemäß den Angaben von Buro Happold sind für die Bereiche eine Warmluftheizung, Strahlungsheizung sowie eine Fußbodenheizung vorgesehen. Auf der sicheren Seite liegend wird der energetisch ungünstigste Fall betrachtet und nur eine Fußbodenheizung berücksichtigt.

Teilweise gibt es auch weitere Zonen im EG, die eine Raumhöhe von mehr als 4 m aufweisen. Diese wurden zur Vereinfachung zunächst vernachlässigt.

- Zonen 5/ Multifunktionsraum
 6/ Gastronomie
 7/ Küche/Lager
 9/ Foyer/Empfang
- Wärmeübergabe **Fußbodenheizung**
 Systemtemperaturen 35/28 °C

6.1.2 Warmwasserversorgung

Die wesentlichen technischen Eigenschaften des Warmwassernetzes lassen sich wie folgt beschreiben:

Dezentrales System

- Zonen 08/ Sanitärräume
- Bezugsfläche Bezugsflächen (Nettogrundfläche)
Zone 1/ Gruppenbüro:
1.074 m²
Zone 3/ Open Space:
1.282 m²
- Anlage dezentrale Warmwasserversorgung
- Verteilung dezentral mit geschätzt 28 Erzeugern
- Speicher nicht vorhanden
- Wärmeerzeugung elektrische Durchlauferhitzer

Zentrales System

- Zonen 07/ Küche
- Bezugsfläche Bezugsfläche Nettogrundfläche
Zone 6/ Gastronomie: 451 m²
- Anlage zentrale Warmwasserversorgung
- Verteilung mit Zirkulation, elektrische Leistungsaufnahme
unbekannt, Auslegung bedarfsorientiert,
gedämmte Leitungen, innen liegende Stränge
- Speicher nicht vorhanden
- Wärmeerzeugung Nahwärmeversorgung über „Low-Ex“-Netz,
Primärenergiefaktor gemäß Bescheinigung $f_p = 0,21$

6.1.3 Beleuchtung

Die wesentlichen Eigenschaften der Beleuchtung kann wie folgt beschrieben werden:

- Lampentyp LED-Leuchten
- Beleuchtungsart **Zonen 1/, 2/, 3/, 4/, 5/, 6/, 7/, 9/**
direkt/indirekte Beleuchtung
Zonen 8/, 10/, 11/, 12/, 13/
direkte Beleuchtung
- Regelung der Beleuchtung **alle Zonen**
autark dimmend (nicht abschaltend)
Zonen 1/, 2/, 3/, 4/, 8/, 9/, 11/, 12/
mit Präsenzmelder
Zonen 2/, 3/, 4/, 5/, 8/, 9/, 10/
mit Konstantlichtregelung
- Abluft der Beleuchtung Die durch die Leuchten erzeugte Wärme wird nicht durch Lüftungsanlagen abgeführt (Leuchten ohne Abluft).

6.1.4 RLT-Anlagen

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

Zu- und Abluftanlage

- Zonen alle Zonen
- Lüfterheizung **Zonen 5/, 7/, 9/, 10/**
Zulufttemperatur im Heizbetrieb 21 °C
(Vereinfachung)
Zonen 1/, 2/, 3/
Zulufttemperatur im Heizbetrieb 22 °C
(Vereinfachung)
übrige Zonen
keine Lüfterheizung
- Kühlung **Zonen 5/, 7/, 9/, 10/**
Zulufttemperatur im Kühlbetrieb 21 °C
(Vereinfachung)
übrige Zonen
keine Kühlung
- Wärmerückgewinnung WRG $\geq 75 \%$
- Luftbefeuchtung ohne

- Regelung
 - Zuluftvolumenstromregelung
Zonen 8/, 12/, 13/: konstant
 - zeit- und nutzungsabhängig
bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung
Zonen 1/, 2/, 3/, 4/, 6/, 7/, 11/:
manuelle, raumweise Steuerung
 - Zonen 1/, 2/, 3/, 4/, 5/, 6/, 7/, 9/, 10/, 11/:**
Anlagenautomation mit Präsenzmelder
- Ventilatorleistung
 - unbekannt, Annahmen:
Zuluftventilator SFP IV nach DIN EN 13779
 $P_{SFP} = 2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
 - Abluftventilator SFP IV nach DIN EN 13779
 $P_{SFP} = 1,25 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$

6.1.5 Klimakälte

Die Kälteversorgung des Gebäudes erfolgt über einen Anschluss an ein Low-Ex-Energiesystem.

Anlage 1: RLT-Klimasystem + Raumklimasystem

- Zonen
 - 5/ Multifunktionsraum
 - 7/ Küche/Lager
 - 9/ Foyer/Empfang
 - 10/ Atrium
- RLT-Klimasystem
 - RLT-Kühlregister mit Kaltwasser 13/19 °C
(bilanziert als 14/18 °C)
- Raumklimasystem
 - Kaltwasser 16/20 °C
(bilanziert als 14/18 °C)
- Sekundärventilatoren
 - nicht vorhanden
- Kälteverteilung
 - Primärkreis und Hauptverteilung energetisch optimiert und optimal adaptiert, bedarfsgesteuert
- Kälteerzeugung
 - Nahkälte Low-Ex Netz,
Primärenergiefaktor gemäß Bescheinigung $f_p = 0,21$

Anlage 2: Raumklimasystem

- Zonen
 - 1/ Gruppenbüro
 - 2/ Projektraum
 - 3/ Open Space
 - 4/ Besprechung
 - 6/ Gastronomie
 - 11/ Sonst. Aufenthalt
- Raumklimasystem
 - Kaltwasser 16/20 °C
(bilanziert als 14/18 °C)

- Sekundärventilatoren ohne
Ausnahme
Zone 12/: Brüstungs- und Deckengeräte 13 °C
(bilanziert als 14 °C)
- Kälteverteilung Primärkreis und Hauptverteilung energetisch optimiert und optimal adaptiert
Zone 1/, 2/, 3/, 4/, 11/: saisonal
Zone 6/, 12/: bedarfsgesteuert
- Kälteerzeugung Nahkälte Low-Ex Netz,
Primärenergiefaktor gemäß Bescheinigung $f_p = 0,21$

Anlage 3: RLT-Klimasystem

- Zonen 13/ Technik UG
- RLT-Klimasystem RLT-Kühlregister mit Kaltwasser 13/19 °C
(bilanziert als 14/18 °C)
- Sekundärventilatoren Brüstungs- und Deckengeräte 13 °C
(bilanziert als 14 °C)
- Kälteverteilung Primärkreis und Hauptverteilung energetisch optimiert und optimal adaptiert, bedarfsgesteuert
- Kälteerzeugung Nahkälte Low-Ex Netz,
Primärenergiefaktor gemäß Bescheinigung $f_p = 0,21$

6.1.6 Photovoltaikanlage

- Orientierung Nord-Ost, Süd-West
- Neigung der Module 10 °
- Modulfläche 1.168 m²
- Systemleistungsfaktor 0,80 stark belüftete Module
- Zelltyp Monokristallines Silizium
- Batteriespeicher ja (zunächst nicht bilanziert)

7 Nachweise

7.1 Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 und DIN 4108-3

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

7.2 Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p

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

Tabelle 5. Zusammenfassung energetische Kennwerte (Jahres-Primärenergiebedarf).

| Kennwert | Brainergy |
|----------------------------|--------------------------------|
| Primärenergie Referenzwert | 182,1 kWh/m ² a |
| GEG Anforderungswert | 100,1 kWh/m ² a |
| Anforderung BEG 40 | 72,8 kWh/m²a |
| Vorhandenes Gebäude | 55,1 kWh/m²a |
| Erzielbarer Standard | GEG / BEG 40 |

7.3 Nachweis der thermischen Hülle

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

Die mittleren \bar{U} -Werte des Gebäudes beschreiben dabei einen flächengewichteten Mittelwert des Wärmeverlustes über die Gebäudehülle.

Tabelle 6. Zusammenfassung wärmeschutztechnischer Kennwerte der Gebäudehülle (Nicht-Wohngebäude).

| Bauteile | Max. \bar{U} – Wert gem. GEG | Max. \bar{U} – Wert gem. BEG 40 | Vorh. \bar{U} – Wert |
|--|--|--|--|
| Opake Bauteile ($\vartheta \geq 19^\circ\text{C}$) | $\bar{U} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Transparente Bauteile ($\vartheta \geq 19^\circ\text{C}$) | $\bar{U} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Vorhangfassaden ($\vartheta \geq 19^\circ\text{C}$) | $\bar{U} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln ($\vartheta \geq 19^\circ\text{C}$) | $\bar{U} = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $\bar{U} = 1,51 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Bewertung | Erfüllt | Erfüllt | |

7.4 Einhaltung des Anteils Erneuerbarer Energien

Gemäß GEG § 10 muss der Wärme- und Kälteenergiebedarf neu zu errichtender Gebäude anteilig durch die Nutzung erneuerbarer Energien nach Maßgabe der §§ 34 und 45 gedeckt werden.

Alternativ führt auch eine Unterschreitung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz (mittlere U-Werte) von mehr als 15 % (Maßnahmen zur Einsparung von Energie) zur Erfüllung der Nutzungspflicht.

Der Anteil erneuerbarer Energien beträgt bei dem vorhandenen Wärmenetz gemäß Bescheinigung über 98 %.

Bei dem Bauvorhaben wird weiterhin eine Unterschreitung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz (mittlere U-Werte) von mehr als 15 % erzielt.

Die Nutzungspflicht für erneuerbare Energien kann somit erfüllt werden.

7.5 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist in Müller-BBM Bericht Nr. B167563/09 „Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes mittels thermischer Simulationen nach DIN 4108-2:2013 02“ vom 16.05.2025 dokumentiert



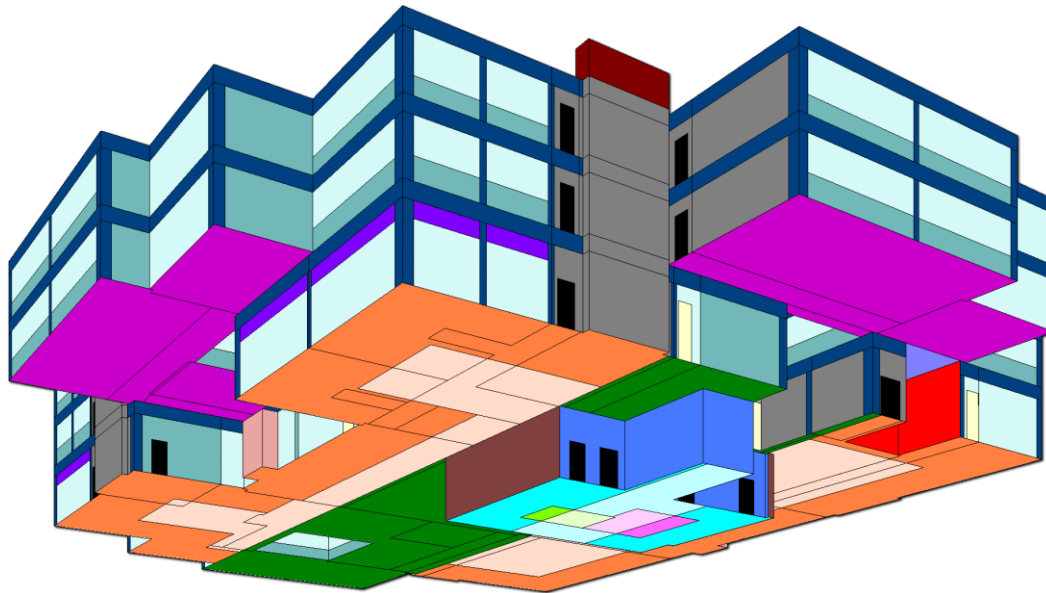
M.Sc. Thanh Van Dinh Thi



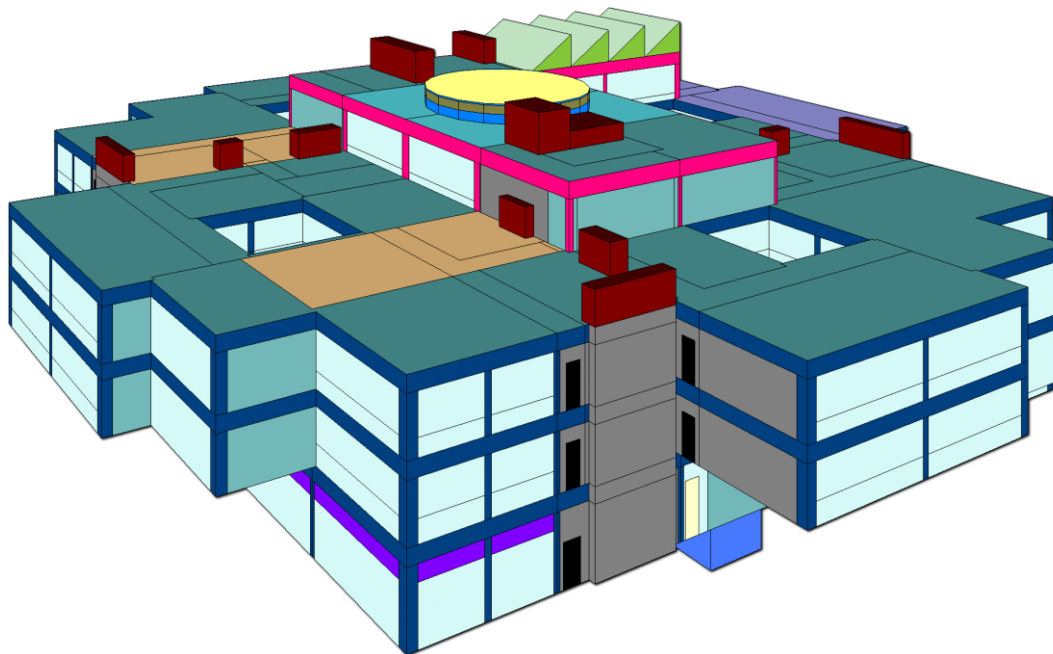
Dr. Wolfgang Drescher

Anhang A

Bauteile

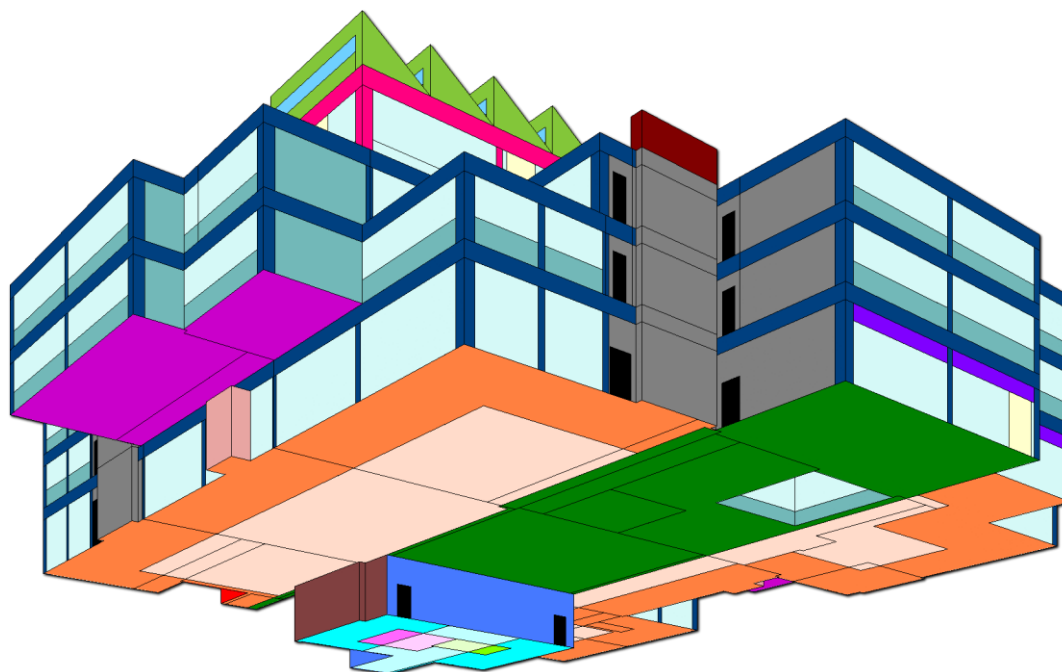


Ansicht Süd-Ost von unten

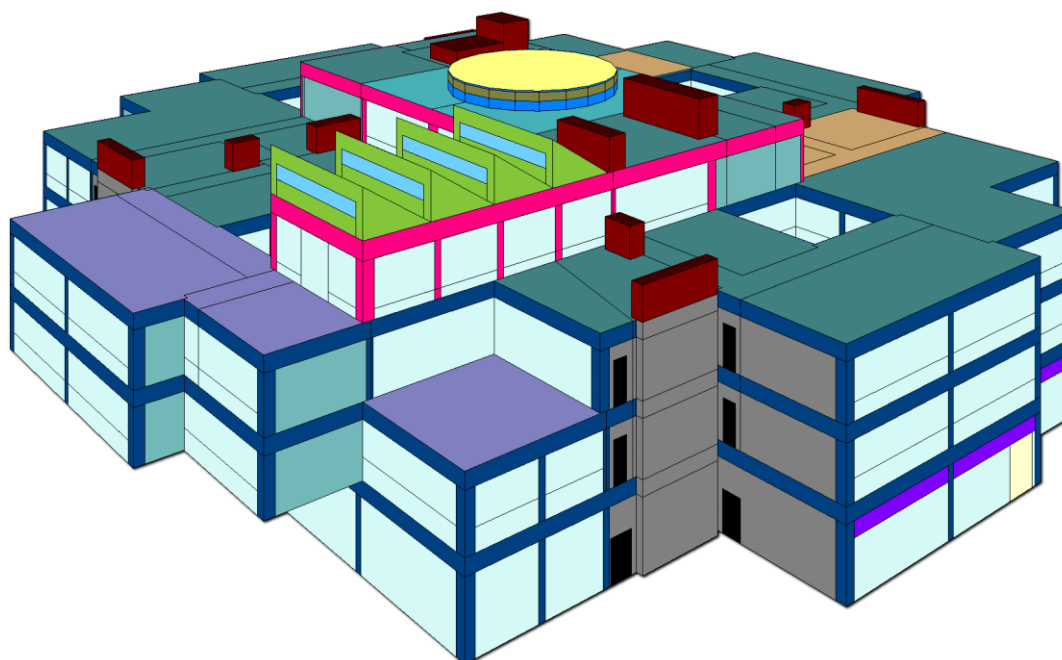


Ansicht Süd-Ost von oben

- AW01
- AW02
- AW03
- AW04
- BP01.1
- BP01.1k
- BP01.2
- BP01.2k
- BP01.3
- BP01.3k
- BP02
- BP02k
- DA01
- DA02
- DA03
- DA04
- DA05
- DA06
- DA07
- DA08
- DE01
- DE02
- DE03
- FA01
- FA02
- FA03
- FA03.2
- FA04
- FA05
- FE01
- FE02
- IW01
- IW02
- OL01
- T01
- T02
- T03

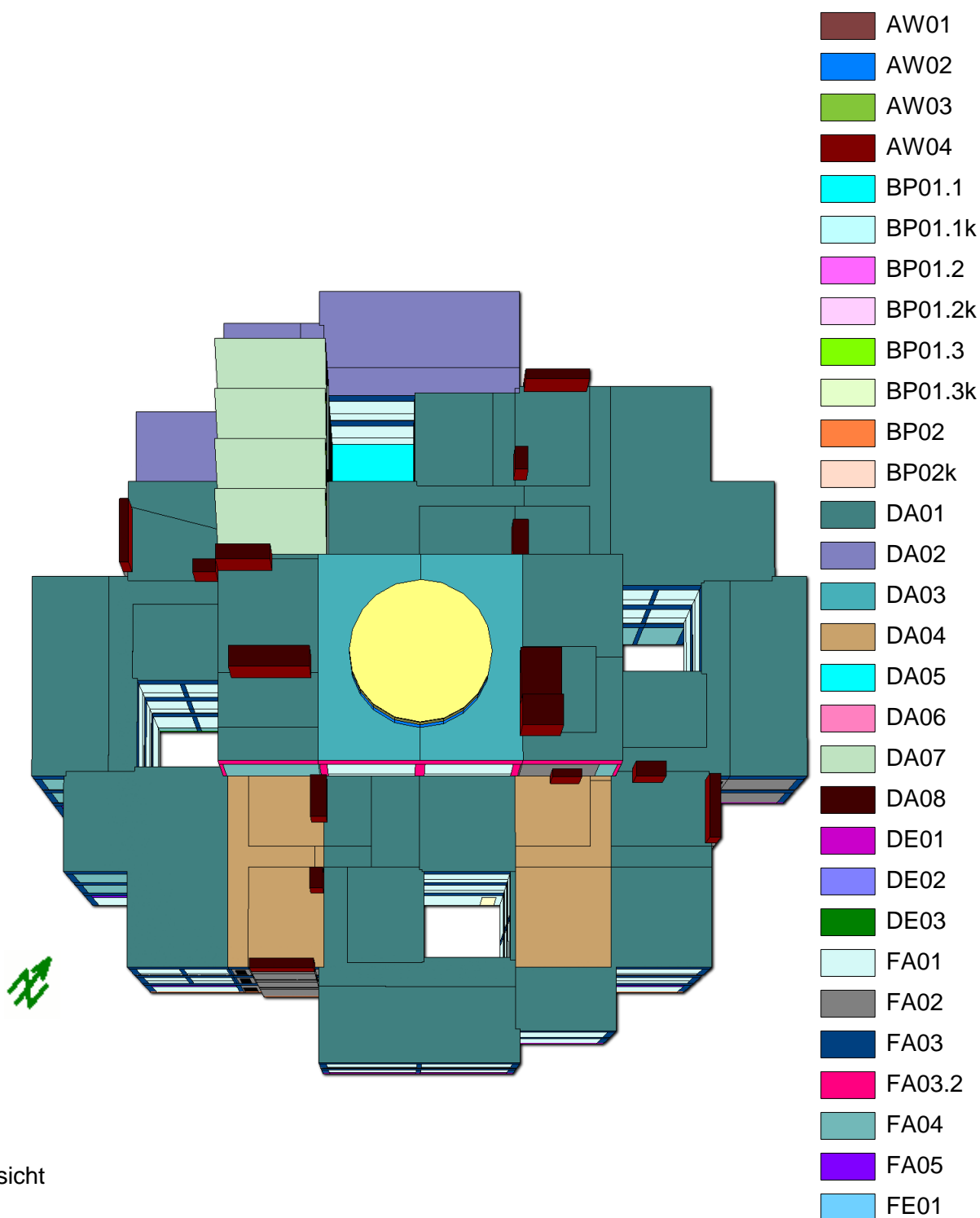


Ansicht Nord-West von unten



Ansicht Nord-West von oben

- AW01
- AW02
- AW03
- AW04
- BP01.1
- BP01.1k
- BP01.2
- BP01.2k
- BP01.3
- BP01.3k
- BP02
- BP02k
- DA01
- DA02
- DA03
- DA04
- DA05
- DA06
- DA07
- DA08
- DE01
- DE02
- DE03
- FA01
- FA02
- FA03
- FA03.2
- FA04
- FA05
- FE01
- FE02
- IW01
- IW02
- OL01
- T01
- T02
- T03

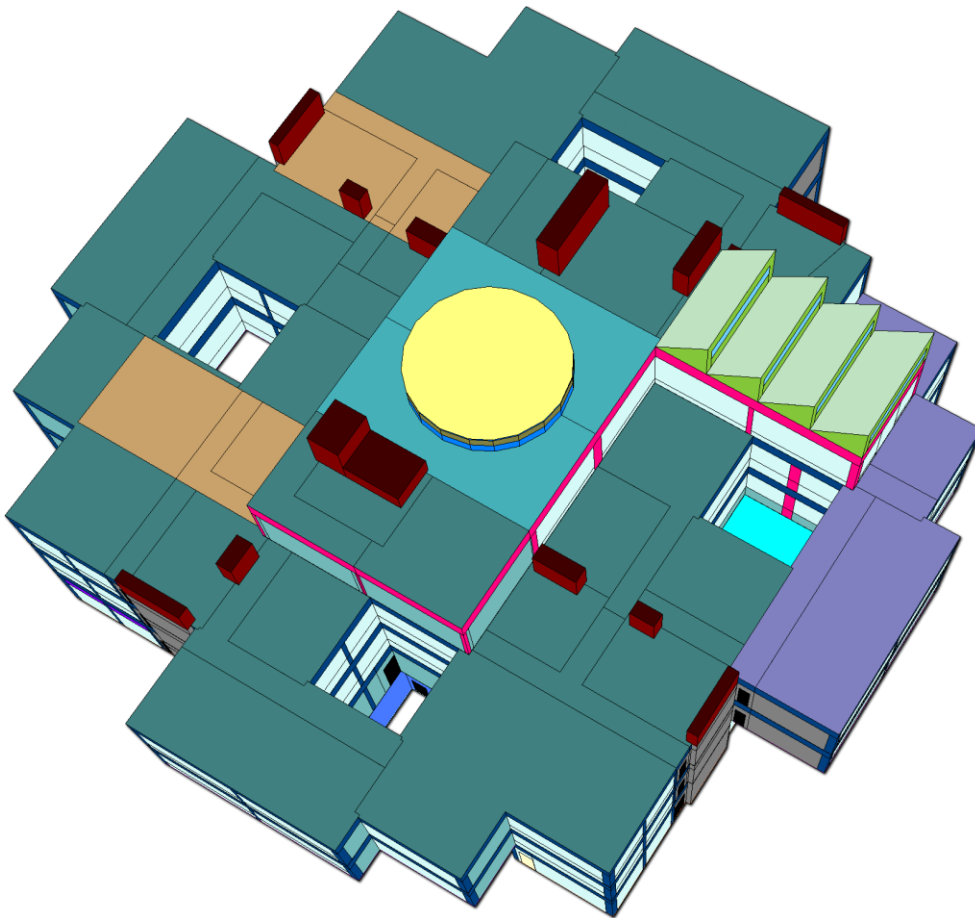


Draufsicht

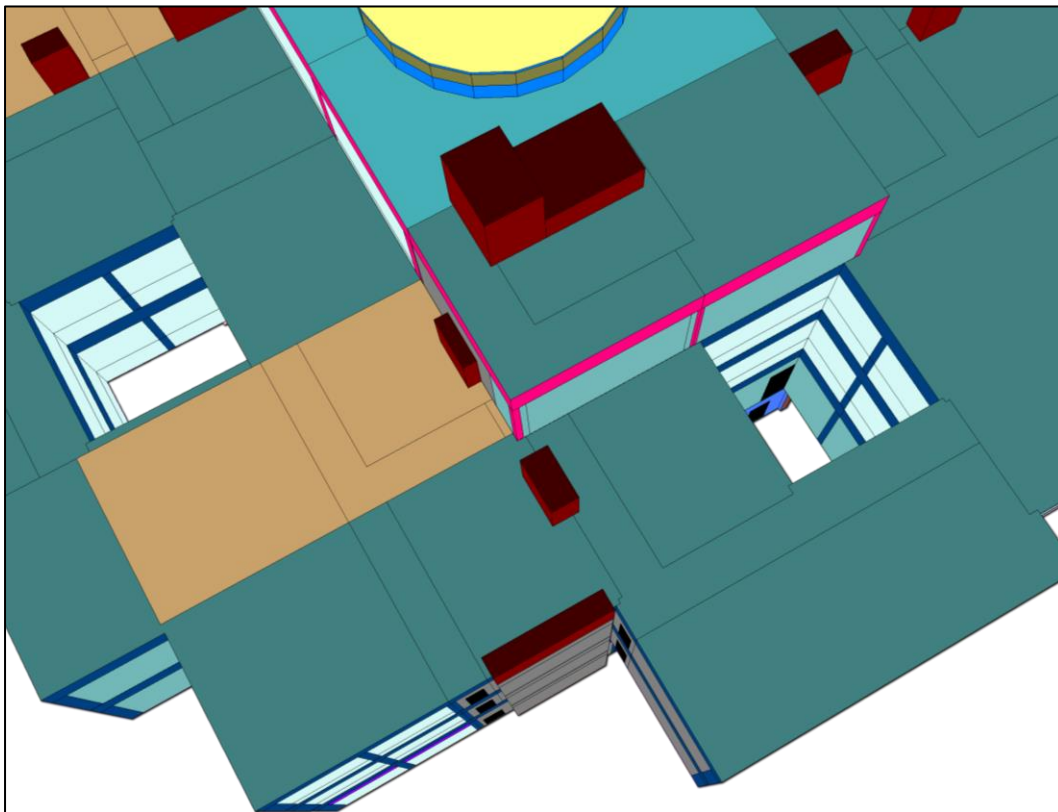
Bauteillegende

| | |
|---|--|
|  | AW01 (Außenwand-erdberührt) |
|  | AW02 (Außenwand-Oberlicht) |
|  | AW03 (Außenwand-Sheddach) |
|  | AW04 (Schachtköpfe) |
|  | BP01.1 (Bodenplatte-UG) |
|  | BP01.1k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) |
|  | BP01.2 (Bodenplatte-UG) |
|  | BP01.2k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) |
|  | BP01.3 (Bodenplatte-UG) |
|  | BP01.3k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) |
|  | BP02 (Bodenplatte-EG) |
|  | BP02k (Bodenplatte-EG-Kernbereich) |
|  | DA01 (Regeldach) |
|  | DA02 (Dachterrasse) |
|  | DA03 (Dach-über-Atrium) |
|  | DA04 (Dach-Technikzentrale) |
|  | DA05 (Dach-zum-Lichthof) |
|  | DA06 (Windfangdach) |
|  | DA07 (Sheddach) |
|  | DA08 (Schachtköpfe) |
|  | DE01 (Decke-über-Außenluft) |
|  | DE02 (Decke-über-unbeheizten-Müllraum) |
|  | DE03 (Decke-über-unbeheizten-Keller) |
|  | FA01 (PR-Fassade-verglast) |
|  | FA02 (VHF-Aluminium-vor-Stahlbeton) |
|  | FA03 (VHF-Holz-vor-Tragwerk-(HBV)) |
|  | FA03.2 (VHF-vor-Tragwerk-(Stahl-Stahlbeton)) |
|  | FA04 (VHF Leichtbauwand) |
|  | FA05 (PR-Fassade Lamelle) |
|  | FE01 (Fenster-Sheddach) |
|  | FE02 (Fenster-Oberlicht) |
|  | IW01 (Wand-zu-unbeheizten-Müllraum) |
|  | IW02 (Wand-zu-unbeheizten-Keller) |
|  | OL01 (Oberlicht) |
|  | T01 (Außentür-transparent) |
|  | T02 (Außentür-opak) |
|  | T03 (Windfangtür) |

Weitere Screenshots aus dem 3D-Modell:

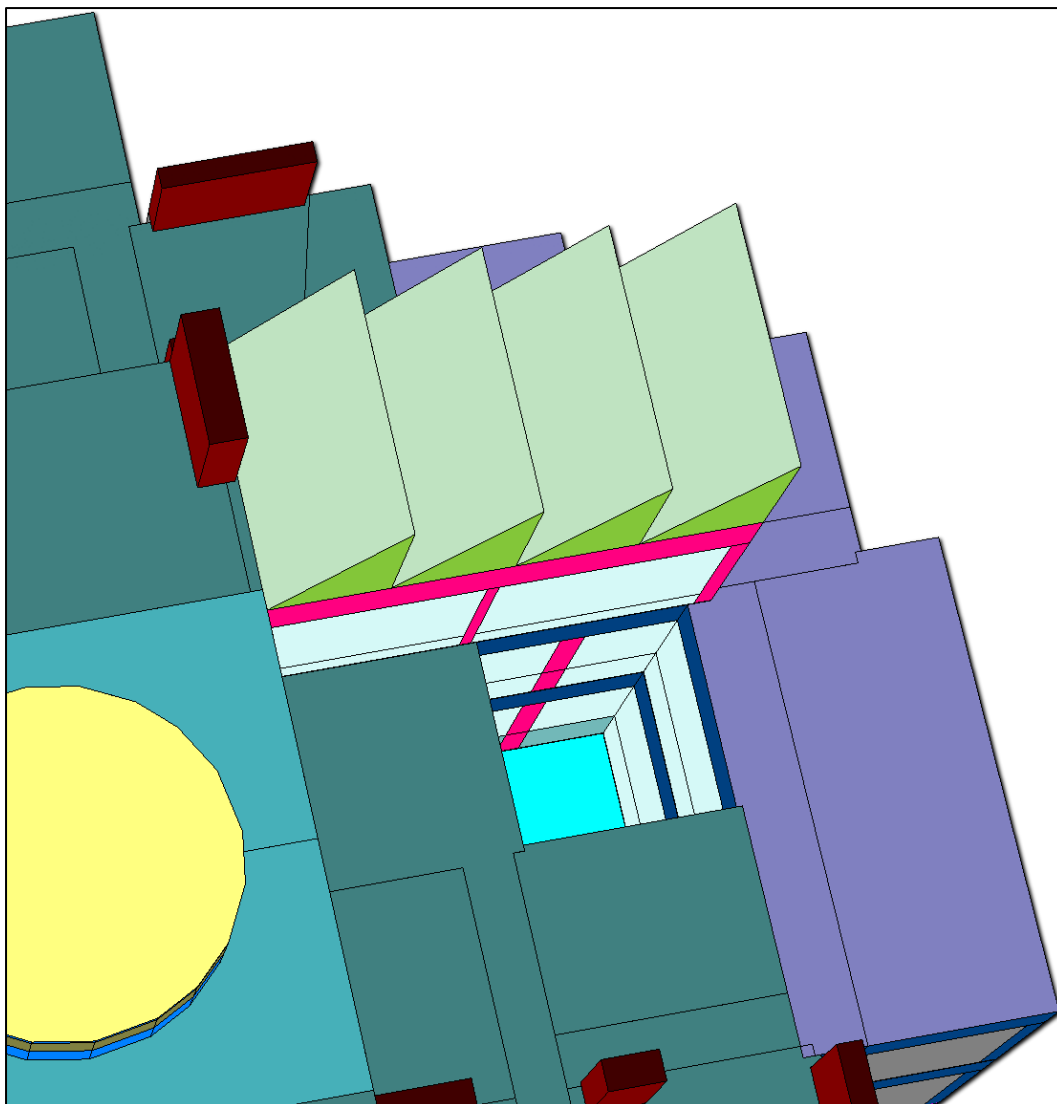


Einblick in Innenhöfe

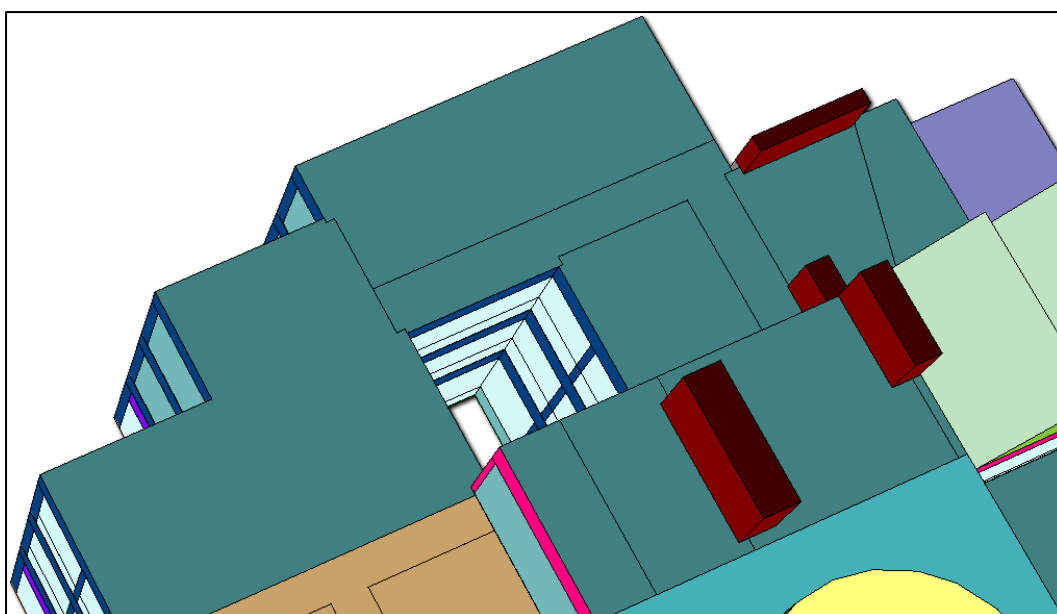


Östlicher Innenhof

S:\B\Pro\167\B167563\11_Waermeschutz\Abgabe\05_BER_6D\AnhangA_Bauteile.docx:16. 05. 2025



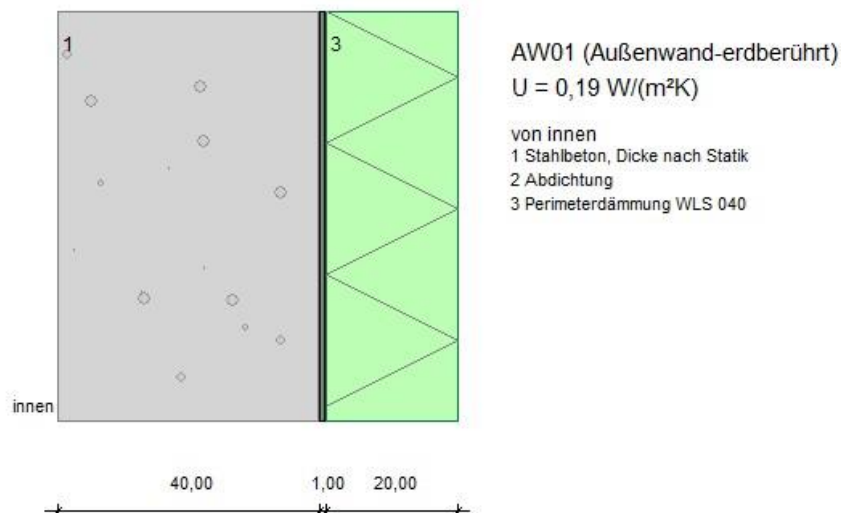
Nördlicher Innenhof (nur im EG sind teilweise Brüstungen als Außenwand geplant)



Westlicher Innenhof (nur im EG sind teilweise Brüstungen als Außenwand geplant)

1. Bauteilquerschnitt

1.1 Bauteil: AW01 (Außenwand-erdberührt)



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

1.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 40,00 | 2300 | 920,0 | 2,300 | 0,17 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 20,00 | 25 | 5,0 | 0,040 | 5,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 61,00 | G = 936,0 | | $R_T = 5,30$ | |

1.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

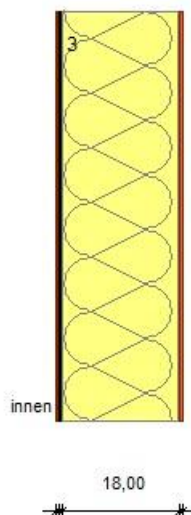
1.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 5,17 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

2. Bauteilquerschnitt

2.1 Bauteil: AW02 (Außenwand-Oberlicht)



AW02 (Außenwand-Oberlicht)
 $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Bekleidung
 2 Dampfsperre
 3 Wärmedämmung WLS 040
 4 Bekleidung

Bauteiltyp "Außenwand" (3)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

2.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Bekleidung | 0,50 | – | – | – | – |
| 02 Dampfsperre | 0,10 | – | – | – | – |
| 03 Wärmedämmung WLS 040 | 18,00 | 30 | 5,4 | 0,040 | 4,50 |
| 04 Bekleidung | 0,50 | – | – | – | – |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 19,10 | G = | 5,4 | $R_T =$ | 4,67 |

2.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

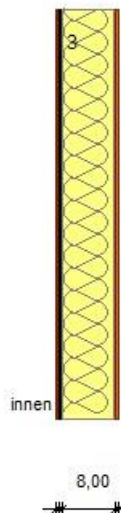
2.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

$R \quad 4,50 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

3. Bauteilquerschnitt

3.1 Bauteil: AW03 (Außenwand-Sheddach)



AW03 (Außenwand-Sheddach)

 $U = 0,46 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Bekleidung

2 Dampfsperre

3 Wärmedämmung WLS 040

4 Bekleidung

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

3.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Bekleidung | 0,50 | – | – | – | – |
| 02 Dampfsperre | 0,10 | – | – | – | – |
| 03 Wärmedämmung WLS 040 | 8,00 | 30 | 2,4 | 0,040 | 2,00 |
| 04 Bekleidung | 0,50 | – | – | – | – |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 9,10 | G = | 2,4 | $R_T =$ | 2,17 |

3.3 Wärmedurchgangskoeffizient

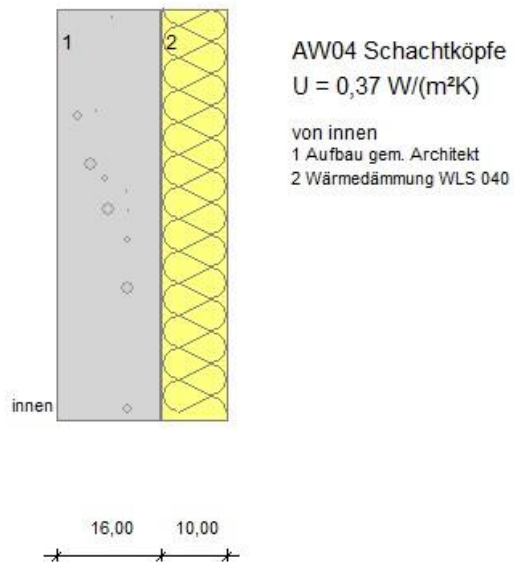
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,46 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

3.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$ $R \quad 2,00 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

4. Bauteilquerschnitt

4.1 Bauteil: AW04 Schachtköpfe



Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

4.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|--------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Aufbau gem. Architekt | 16,00 | – | – | – | – |
| 02 Wärmedämmung WLS 040 | 10,00 | 30 | 3,0 | 0,040 | 2,50 |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| d = | 26,00 | G = | 3,0 | $R_T =$ | 2,67 |

4.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

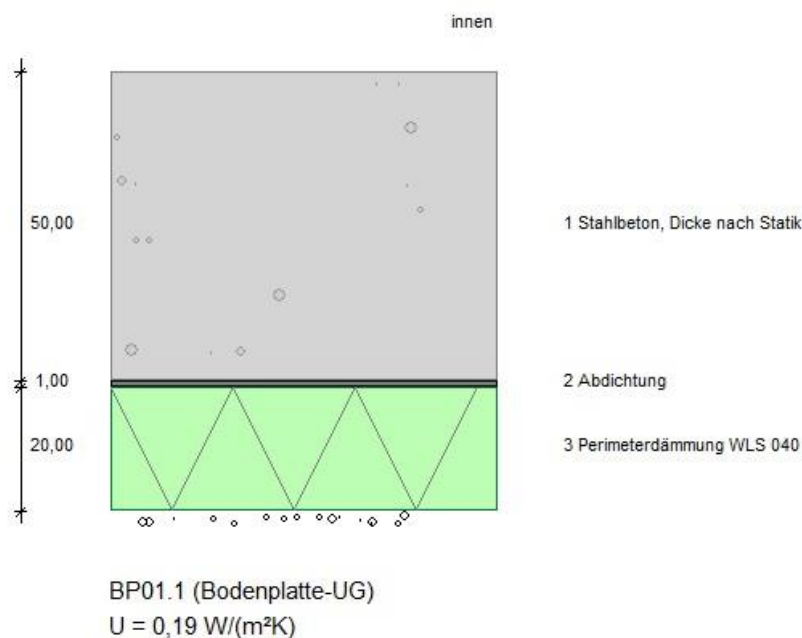
4.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärmegeädmmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

$R \quad 2,50 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

5. Bauteilquerschnitt

5.1 Bauteil: BP01.1 (Bodenplatte-UG) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

5.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------|--------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 20,00 | 25 | 5,0 | 0,040 | 5,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 71,00 | G = 1166,0 | | $R_T = 5,39$ | |

5.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,19 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

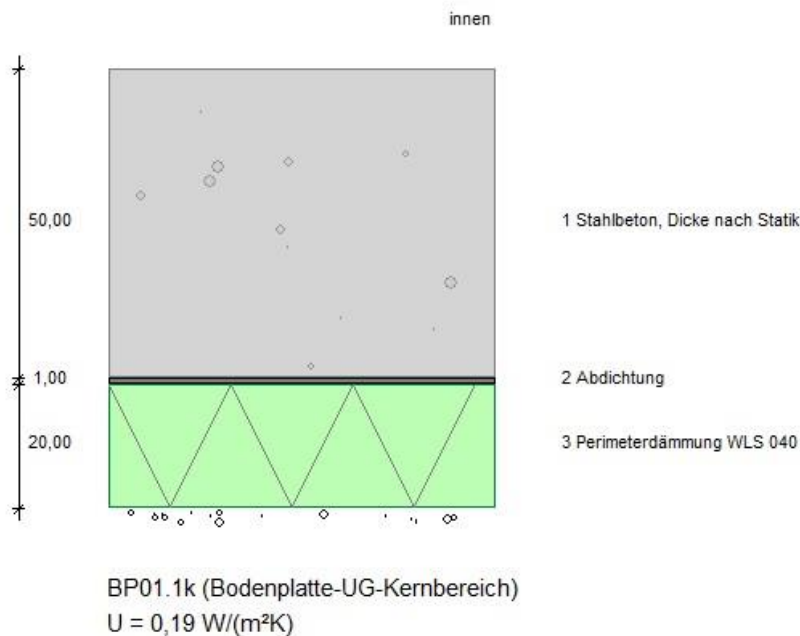
5.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,22 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

6. Bauteilquerschnitt

6.1 Bauteil: BP01.1k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

6.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | - | - |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 20,00 | 25 | 5,0 | 0,040 | 5,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 71,00 | G = 1166,0 | | $R_T = 5,39$ | |

6.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

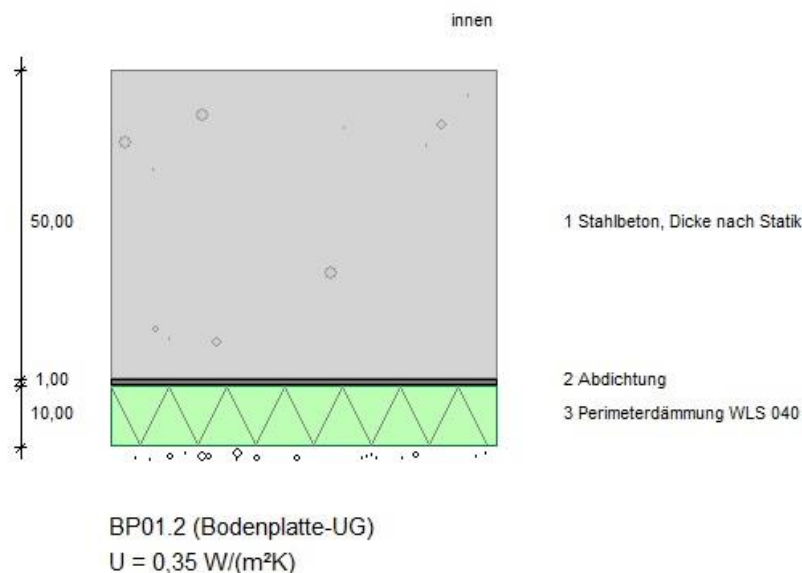
6.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 5,22 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

7. Bauteilquerschnitt

7.1 Bauteil: BP01.2 (Bodenplatte-UG) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

7.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 10,00 | 25 | 2,5 | 0,040 | 2,50 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 61,00 | G = | 1163,5 | $R_T =$ | 2,89 |

7.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

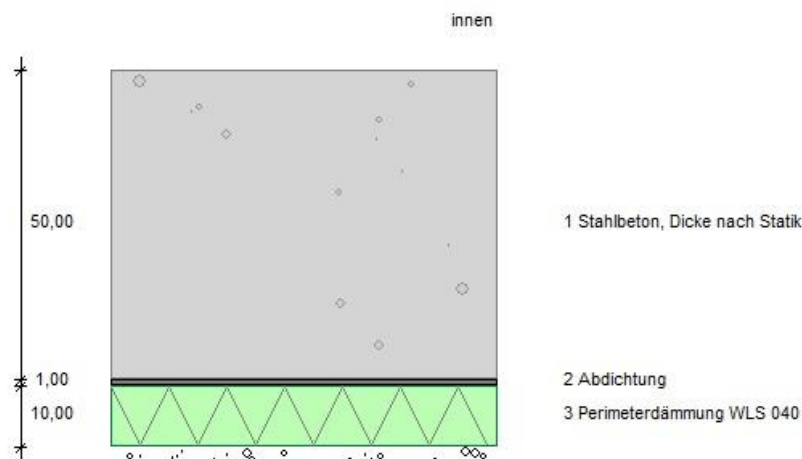
7.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 2,72 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

8. Bauteilquerschnitt

8.1 Bauteil: BP01.2k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



BP01.2k (Bodenplatte-UG-Kernbereich)
 $U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

8.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | - | - |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 10,00 | 25 | 2,5 | 0,040 | 2,50 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 61,00 | G = 1163,5 | | $R_T = 2,89$ | |

8.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

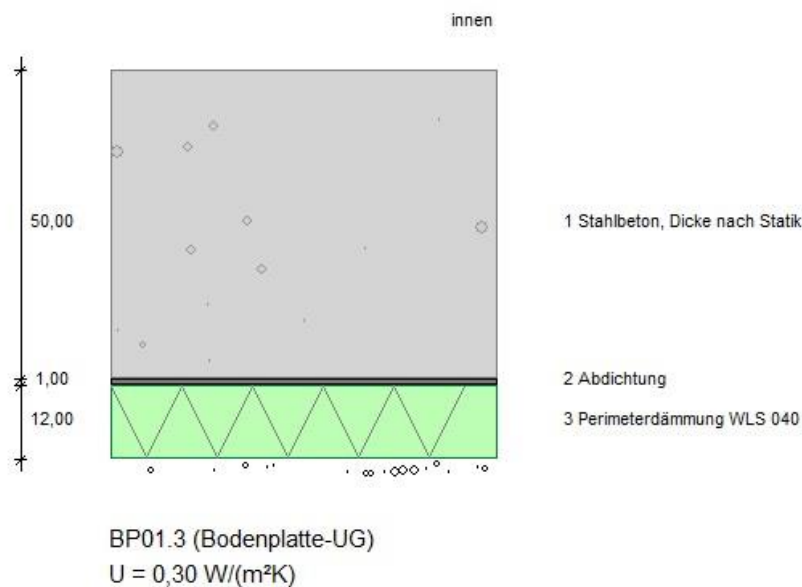
8.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 2,72 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

9. Bauteilquerschnitt

9.1 Bauteil: BP01.3 (Bodenplatte-UG)



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

9.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 12,00 | 25 | 3,0 | 0,040 | 3,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 63,00 | G = 1164,0 | | $R_T =$ | 3,39 |

9.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

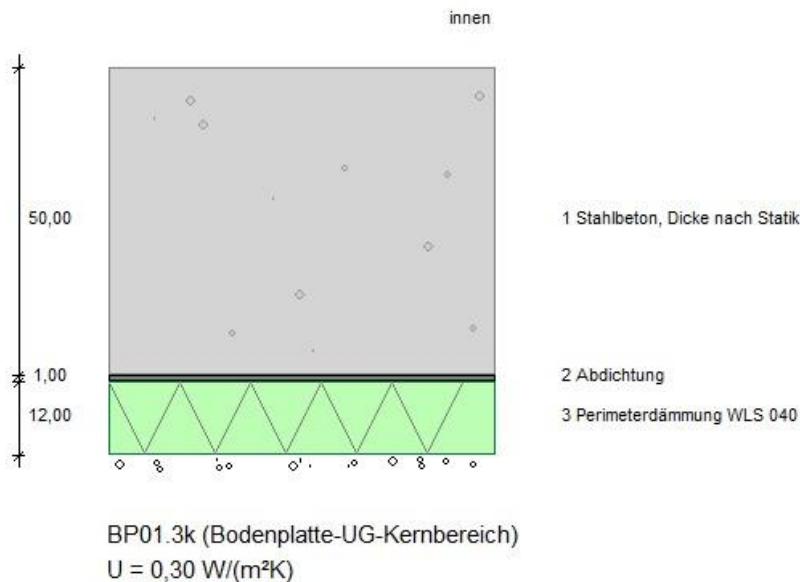
9.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 3,22 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

10. Bauteilquerschnitt

10.1 Bauteil: BP01.3k (Bodenplatte-UG-Kernbereich) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



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

10.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------|--------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 50,00 | 2300 | 1150,0 | 2,300 | 0,22 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 12,00 | 25 | 3,0 | 0,040 | 3,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 63,00 | G = 1164,0 | | $R_T = 3,39$ | |

10.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,30 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

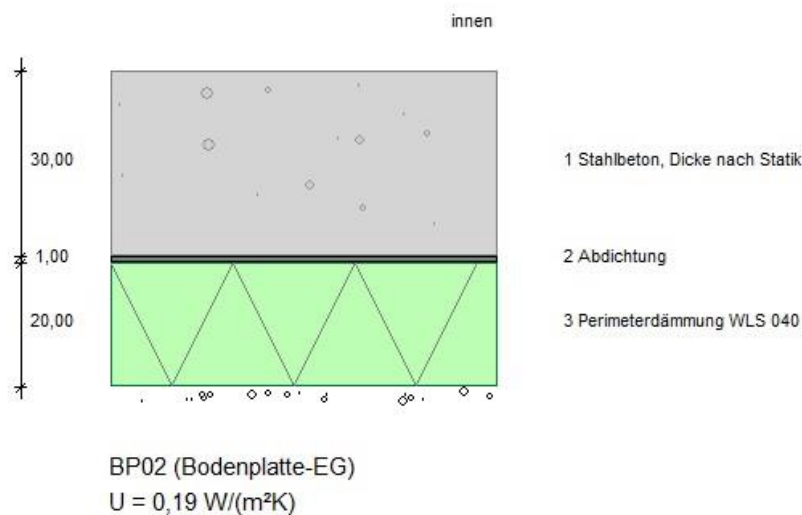
10.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 3,22 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

11. Bauteilquerschnitt

11.1 Bauteil: BP02 (Bodenplatte-EG) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Gründungsbalken vernachlässigt

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

11.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | – | – |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 20,00 | 25 | 5,0 | 0,040 | 5,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 51,00 | G = | 706,0 | $R_T =$ | 5,30 |

11.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

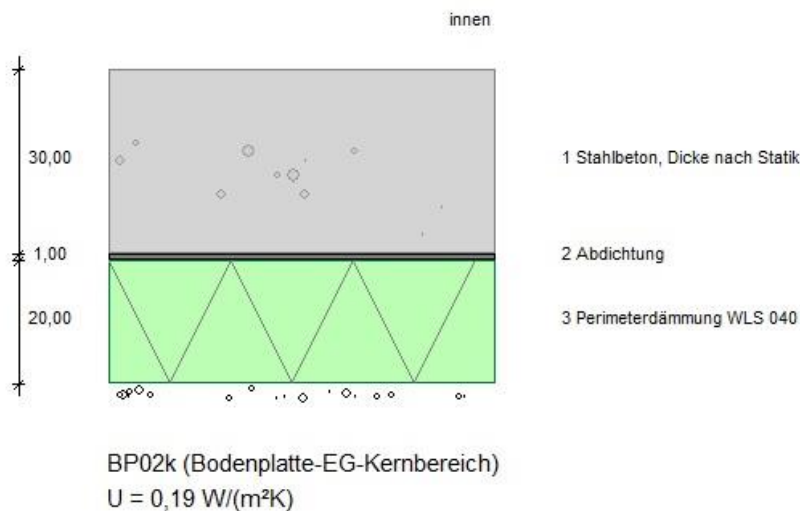
11.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 5,13 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

12. Bauteilquerschnitt

12.1 Bauteil: BP02k (Bodenplatte-EG-Kernbereich) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Gründungsbalken vernachlässigt

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

12.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Abdichtung | 1,00 | 1100 | 11,0 | - | - |
| 03 Perimeterdämmung WLS 040 | 20,00 | 25 | 5,0 | 0,040 | 5,00 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 51,00 | G = 706,0 | | $R_T = 5,30$ | |

12.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

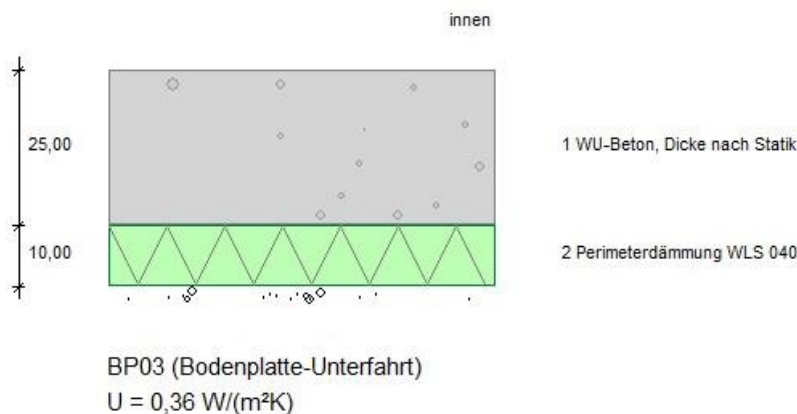
12.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 5,13 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

13. Bauteilquerschnitt

13.1 Bauteil: BP03 (Bodenplatte-Unterfahrt) (Wärmeleitfähigkeit abhängig von Wasserbelastung (Siehe Zulassung))



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

13.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 WU-Beton, Dicke nach Statik | 25,00 | 2300 | 575,0 | 2,300 | 0,11 |
| 02 Perimeterdämmung WLS 040 | 10,00 | 25 | 2,5 | 0,040 | 2,50 |
| R_{se} | | | | | 0,00 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 35,00 | G = | 577,5 | $R_T =$ | 2,78 |

13.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

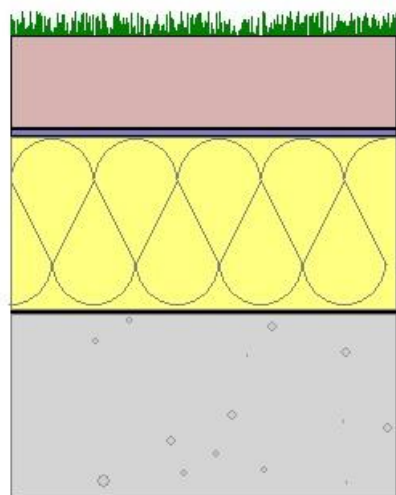
13.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 2,61 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

14. Bauteilquerschnitt

14.1 Bauteil: DA01 (Regeldach)



innen

DA01 (Regeldach)
 $U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

14.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Dampfsperre, Notabdichtung | 0,50 | 1000 | 5,0 | - | - |
| 03 Wärmedämmung im Flächenmittel | 28,00 | 100 | 28,0 | 0,031 | 9,03 |
| 04 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| 05 Wurzelchutzfolie | 0,02 | - | 0,4 | - | - |
| 06 Dachbegrünung | 15,00 | 1300 | 195,0 | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| d = | 75,02 | G = | 936,4 | $R_T =$ | 9,30 |

14.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

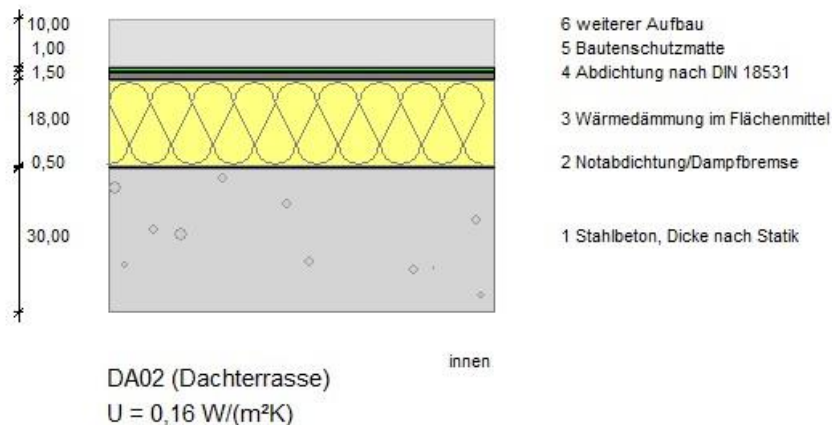
14.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 9,16 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

15. Bauteilquerschnitt

15.1 Bauteil: DA02 (Dachterrasse)



Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

15.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 03 Wärmedämmung im Flächenmittel | 18,00 | 100 | 18,0 | 0,031 | 5,81 |
| 04 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| 05 Bautenschutzmatte | 1,00 | - | - | - | - |
| 06 weiterer Aufbau | 10,00 | - | - | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 61,00 | G = 732,0 | | $R_T = 6,11$ | |

15.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

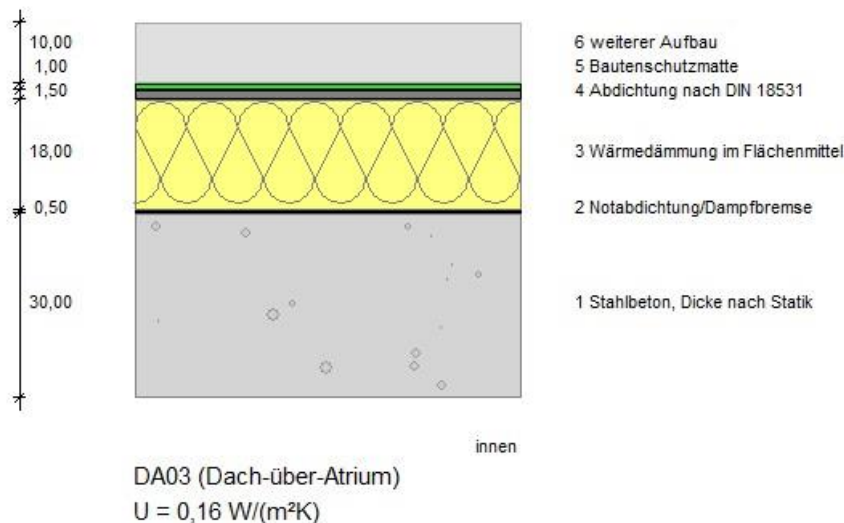
15.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 5,97 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

16. Bauteilquerschnitt

16.1 Bauteil: DA03 (Dach-über-Atrium)



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

16.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 03 Wärmedämmung im Flächenmittel | 18,00 | 100 | 18,0 | 0,031 | 5,81 |
| 04 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| 05 Bautenschutzmatte | 1,00 | - | - | - | - |
| 06 weiterer Aufbau | 10,00 | - | - | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| d = | 61,00 | G = | 732,0 | $R_T =$ | 6,11 |

16.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

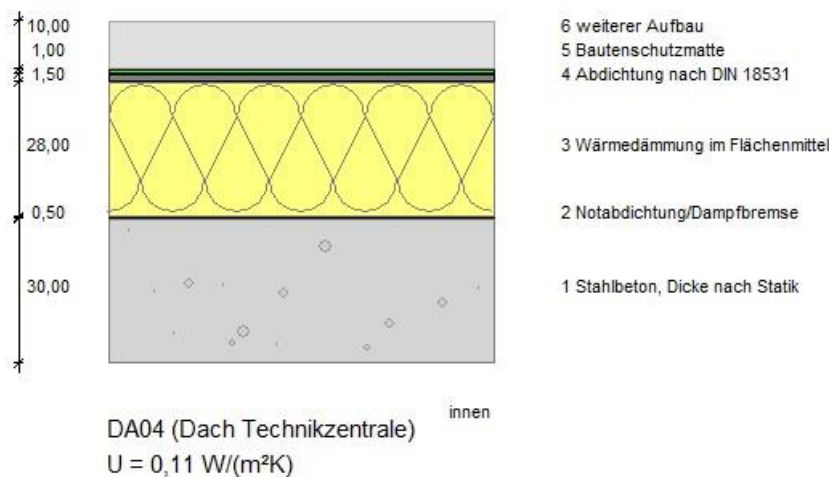
16.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $5,97 \geq 1,20$ m²K/W erfüllt die Anforderungen

17. Bauteilquerschnitt

17.1 Bauteil: DA04 (Dach Technikzentrale)



Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

17.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 03 Wärmedämmung im Flächenmittel | 28,00 | 100 | 28,0 | 0,031 | 9,03 |
| 04 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| 05 Bautenschutzmatte | 1,00 | - | - | - | - |
| 06 weiterer Aufbau | 10,00 | - | - | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 71,00 | G = 742,0 | | $R_T = 9,33$ | |

17.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,11 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

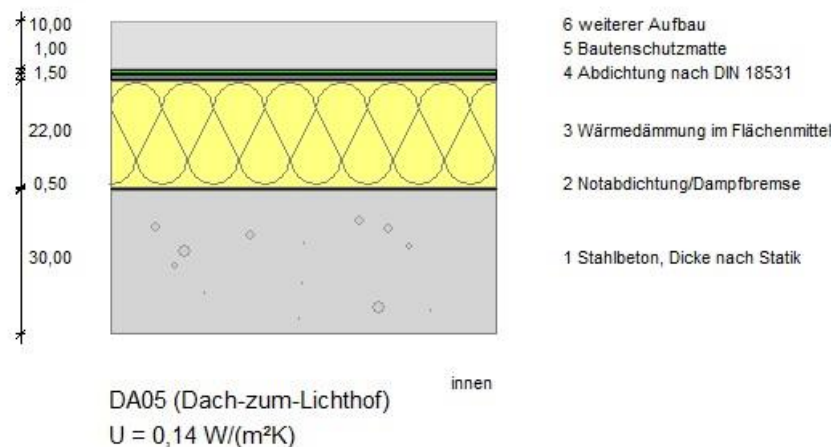
17.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 9,19 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

18. Bauteilquerschnitt

18.1 Bauteil: DA05 (Dach-zum-Lichthof)



Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

18.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 03 Wärmedämmung im Flächenmittel | 22,00 | 100 | 22,0 | 0,031 | 7,10 |
| 04 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| 05 Bautenschutzmatte | 1,00 | - | - | - | - |
| 06 weiterer Aufbau | 10,00 | - | - | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 65,00 | G = 736,0 | | $R_T = 7,40$ | |

18.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,14 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

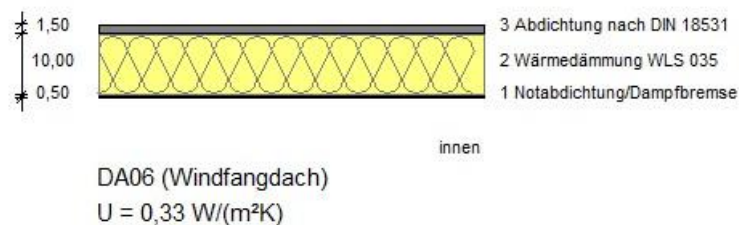
18.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $7,26 \geq 1,20$ m²K/W erfüllt die Anforderungen

19. Bauteilquerschnitt

19.1 Bauteil: DA06 (Windfangdach)



Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

18.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 10,00 | 30 | 3,0 | 0,035 | 2,86 |
| 03 Abdichtung nach DIN 18531 | 1,50 | 1200 | 18,0 | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 12,00 | G = 27,0 | | $R_T =$ | 3,03 |

19.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

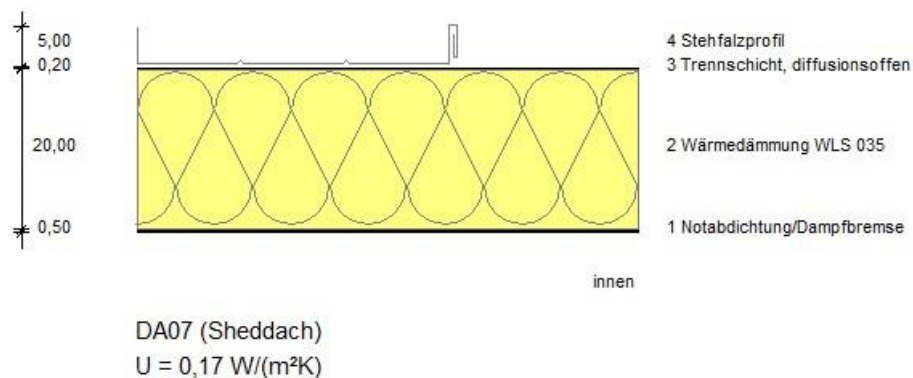
19.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R \quad 2,89 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

20. Bauteilquerschnitt

20.1 Bauteil: DA07 (Sheddach)



Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

20.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m³ | kg/m² | λ W/(mK) | R m²K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Notabdichtung/Dampfbremse | 0,50 | 1200 | 6,0 | 0,170 | 0,03 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 20,00 | 30 | 6,0 | 0,035 | 5,71 |
| 03 Trennschicht, diffusionsoffen | 0,20 | 1200 | 2,4 | 0,170 | 0,01 |
| 04 Stehfalzprofil | 5,00 | – | 2,0 | – | – |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 25,70 | G = | 16,4 | $R_T =$ | 5,90 |

20.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,17 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

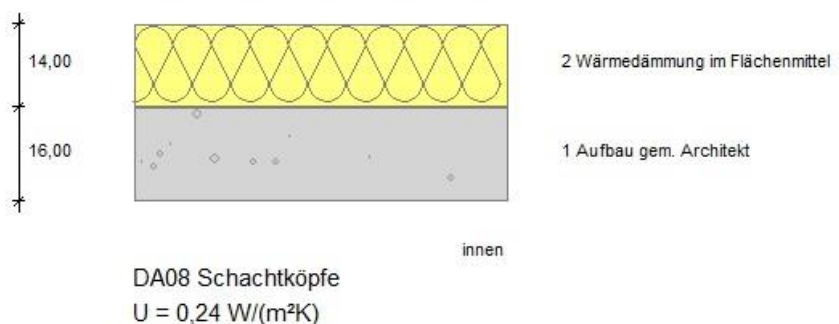
20.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

R 5,76 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

21. Bauteilquerschnitt

21.1 Bauteil: DA08 Schachtköpfe



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

21.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,10 |
| 01 Aufbau gem. Architekt | 16,00 | – | – | – | – |
| 02 Wärmedämmung im Flächenmittel | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 30,00 | G = | 4,2 | $R_T =$ | 4,14 |

21.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

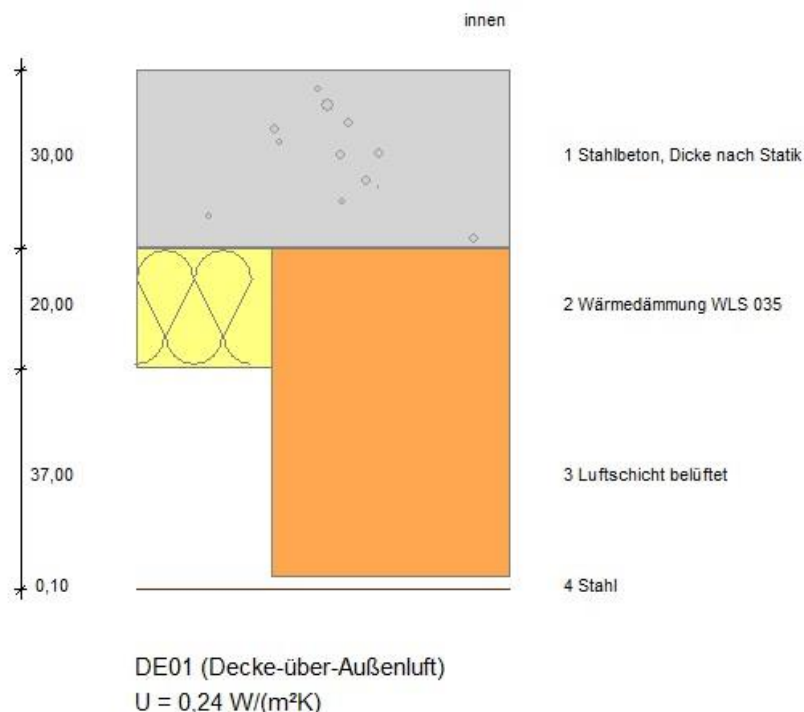
21.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,00 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

22. Bauteilquerschnitt

22.1 Bauteil: DE01 (Decke-über-Außenluft)



Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft, hinterlüftet" (16)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$

22.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 20,00 | 30 | 6,0 | 0,035 | 5,71 |
| 03 Luftschicht belüftet | 37,00 | 1 | 0,4 | - | - |
| 04 Stahl | 0,10 | 7800 | 7,8 | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,17 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 87,10 | G = 704,2 | | $R_T = 6,18$ | |

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

Rahmenbereich

| Rahmenbreite | Achsabstand | zusammengesetztes Bauteil | | | |
|----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| 40,0 cm | 200,0 cm | 20,0 % | 768,9 kg/m ² | | |
| Rahmenanteil von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
| R _{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Sparren 200 mm | 55,00 | 600 | 330,0 | 0,130 | 4,23 |
| 03 Luftschicht belüftet | 2,00 | 1 | 0,0 | - | - |
| 04 Stahl | 0,10 | 7800 | 7,8 | - | - |
| R _{se} | | | | | 0,17 |
| | 87,10 | | 1027,8 | R _T = | 4,70 |

$$U_{(R)} = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_{T} = 1 / (80,00\% \cdot 1/6,185 + 20,00\% \cdot 1/4,701) = 5,82 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_{T} = 0,17 + 1/(0,800/0,130 + 0,200/0,130) + 1/(0,800/5,714 + 0,200/1,538) + 0,17 = 4,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_{T} + R''_{T})/2 = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_{T} - R''_{T} / 2 \cdot R_T = 16 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

22.3 Wärmedurchgangskoeffizient

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,200 + 0,040 = \mathbf{0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

0,040 W/(m²K), Korrektur für Befestigungselemente

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

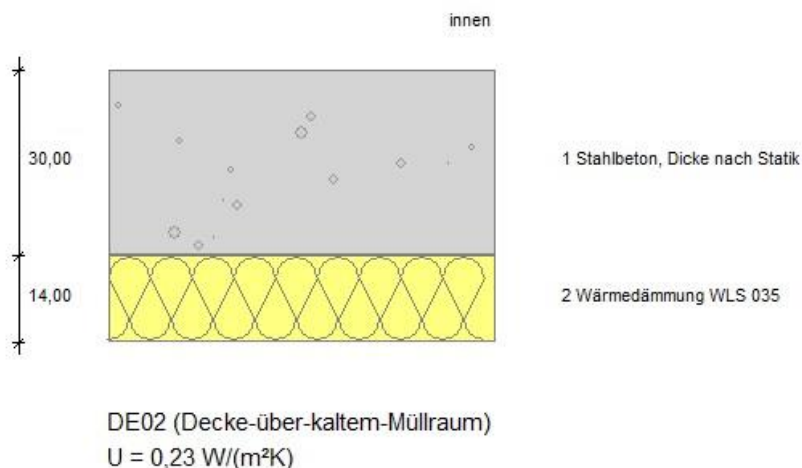
22.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

| | | | |
|------------------|-------------|--------------------|---------------------------|
| R _(G) | 5,84 ≥ 1,75 | m ² K/W | erfüllt die Anforderungen |
| R | 3,82 ≥ 1,00 | m ² K/W | erfüllt die Anforderungen |

23. Bauteilquerschnitt

23.1 Bauteil: DE02 (Decke-über-kaltem-Müllraum)



Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft" (10)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

23.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 44,00 | G = | 694,2 | $R_T =$ | 4,34 |

23.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

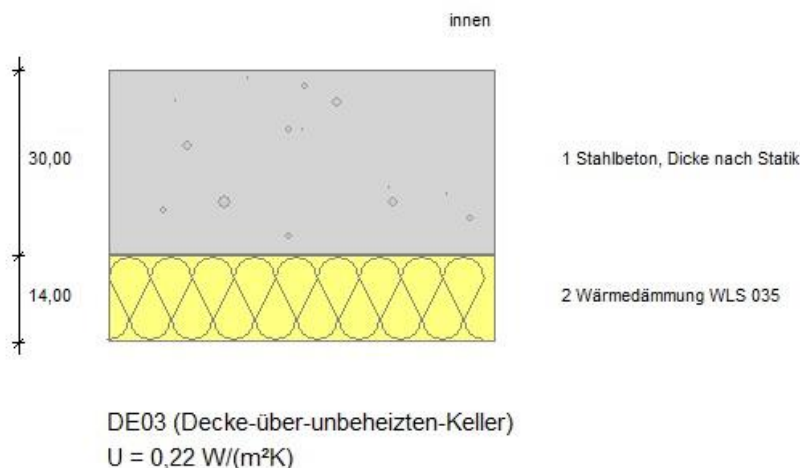
23.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,13 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

24. Bauteilquerschnitt

24.1 Bauteil: DE03 (Decke-über-unbeheizten-Keller)



Bauteiltyp "Kellerdecke" (8)

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

24.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,17 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| R_{se} | | | | | 0,17 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 44,00 | G = | 694,2 | $R_T =$ | 4,47 |

24.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

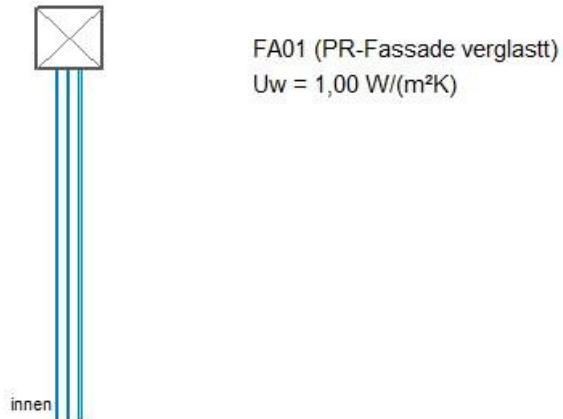
24.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,13 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

25. Bauteilquerschnitt

25.1 Bauteil: FA01 (PR-Fassade verglast)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

25.2 Fenster

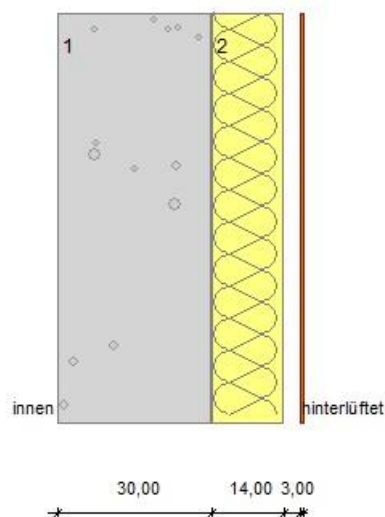
Dreifach-Sonnenschutzverglasung, $U_g=0.7$, $g=35\%$,

Rahmen aus Profilen $U_f 1.1 - 1.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 1.2$

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

26. Bauteilquerschnitt

26.1 Bauteil: FA02 (VHF Aluminium vor Stahlbeton)



FA02 (VHF Aluminium vor Stahlbeton)
 $U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Stahlbeton, Dicke nach Statik
 2 Wärmedämmung WLS 035
 3 Luftschicht belüftet
 4 Verkleidung

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

26.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Stahlbeton, Dicke nach Statik | 30,00 | 2300 | 690,0 | 2,300 | 0,13 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| 03 Luftschicht belüftet | 3,00 | 1 | 0,0 | - | - |
| 04 Verkleidung | 0,10 | 7800 | 7,8 | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,13 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 47,10 | G = 702,0 | | $R_T = 4,39$ | |

26.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,228 + 0,046 = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,046 W/(m²K), manuelle Korrektur für Befestigungselemente

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

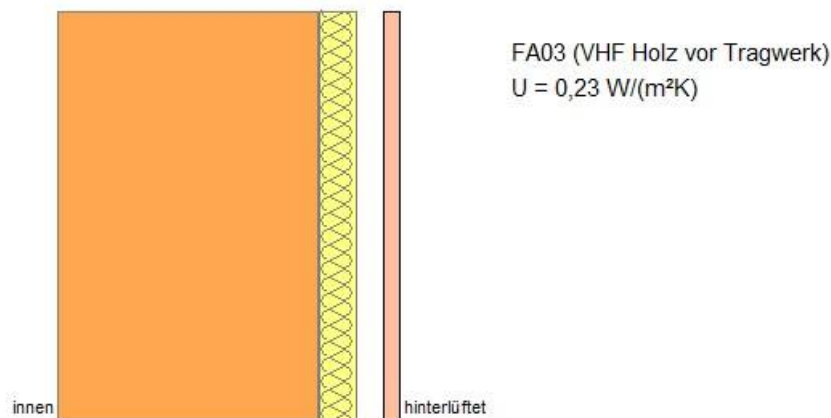
26.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,13 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

27. Bauteilquerschnitt

27.1 Bauteil: FA03 (VHF Holz vor Tragwerk)



Die Dämmstärke entspricht einem mittleren Maß.
Die tatsächliche Dämmstärke beträgt 4 cm bis 12 cm.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

27.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Massivholz | 40,00 | 500 | 200,0 | 0,130 | 3,08 |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 6,00 | 30 | 1,8 | 0,035 | 1,71 |
| 03 Luftschicht belüftet | 4,00 | 1 | 0,0 | – | – |
| 04 Bekleidung | 2,40 | 600 | 14,4 | – | – |
| R_{se} | | | | | 0,13 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 52,40 | G = | 216,2 | $R_T =$ | 5,05 |

27.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,198 + 0,028 = \mathbf{0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

0,028 W/(m²K), manuelle Korrektur für Befestigungselemente

U-Wert Gesamtkorrektur = 14%

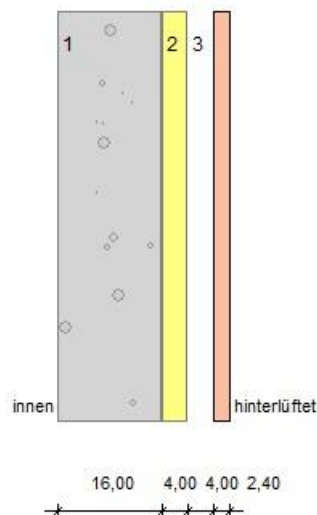
27.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,79 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

28. Bauteilquerschnitt

28.1 Bauteil: FA03.2 (VHF vor Tragwerk (Stahl-Stahlbeton))



FA03.2 (VHF vor Tragwerk (Stahl-Stahlbeton))
 $U = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

von innen
 1 Stahlbeton oder Stahlträger
 2 Wärmedämmung WLS 023
 3 Luftschicht belüftet
 4 Bekleidung

Der Aufbau dieses Bauteils stellt eine vereinfachte Annahme dar. Tatsächlich umfasst dieses Bauteil Stahl- sowie Stahlbetonbauteile. Die Wärmeleitfähigkeiten, Materialien sowie Dämmstärken unterscheiden sich (WLS 035 sowie WLS 023 vorhanden). Es wird vereinfacht, auf der sicheren Seite liegend, ein ungünstiges Bauteil angesetzt.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

28.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Stahlbeton oder Stahlträger | 16,00 | 2300 | 368,0 | - | - |
| 02 Wärmedämmung WLS 023 | 4,00 | 30 | 1,2 | 0,023 | 1,74 |
| 03 Luftschicht belüftet | 4,00 | 1 | 0,0 | - | - |
| 04 Bekleidung | 2,40 | 600 | 14,4 | - | - |
| R_{se} | | | | | 0,13 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 26,40 | G = 383,6 | | $R_T = 2,00$ | |

28.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,500 + 0,100 = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

0,100 W/(m²K), manuelle Korrektur für Befestigungselemente

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

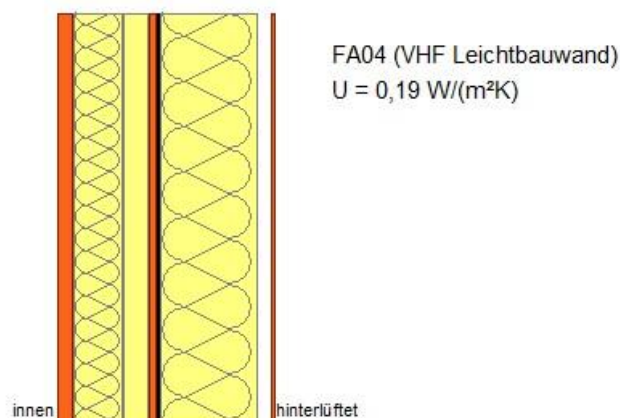
28.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 1,74 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ erfüllt die Anforderungen

29. Bauteilquerschnitt

29.1 Bauteil: FA04 (VHF Leichtbauwand)



U-Wert gemäß Hersteller

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

29.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Bekleidung | 2,50 | – | – | – | – |
| 02 Wärmedämmung WLS 035 | 7,50 | 30 | 2,3 | 0,035 | 2,14 |
| 03 Wärmedämmung WLS 035 | 4,00 | 30 | 1,2 | 0,035 | 1,14 |
| 04 Bekleidung | 1,25 | – | – | – | – |
| 05 Dampfsperre | 0,10 | – | – | – | – |
| 06 Wärmedämmung WLS 035 | 15,00 | 30 | 4,5 | 0,035 | 4,29 |
| 07 Luftschicht belüftet | 2,00 | 1 | 0,0 | – | – |
| 08 Bekleidung | 0,50 | – | – | – | – |
| R_{se} | | | | | 0,13 |
| <hr/> | | | | | |
| | d = 32,85 | G = | 8,0 | $R_T =$ | 7,83 |

29.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,128 + 0,061 = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
(U-Wert gemäß Produktblatt)

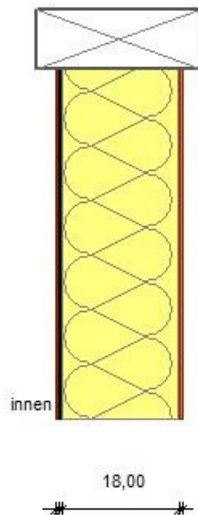
29.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R \quad 7,57 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

30. Bauteilquerschnitt

30.1 Bauteil: FA05 (PR-Fassade Lamellen)



FA05 (PR-Fassade Lamellen)
 $U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

30.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

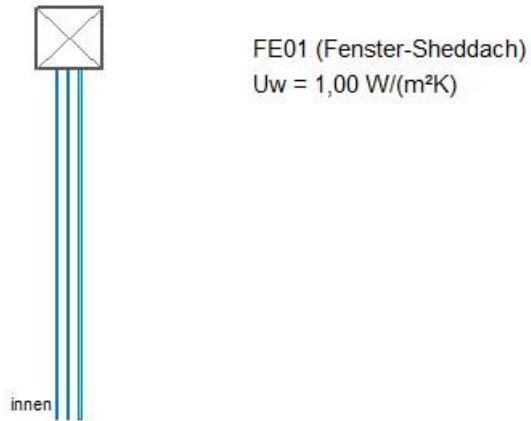
30.3 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R \quad 7,66 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

31. Bauteilquerschnitt

31.1 Bauteil: FE01 (Fenster-Sheddach)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

31.2 Fenster

Dreifach-Sonnenschutzverglasung, $U_g=0.7$, $g=35\%$,

Rahmen aus Profilen $U_f 1.3 - 1.6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 1.3$

$U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

32. Bauteilquerschnitt

32.1 Bauteil: FE02 (Fenster-zum-Oberlicht)

Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

32.2 Fenster

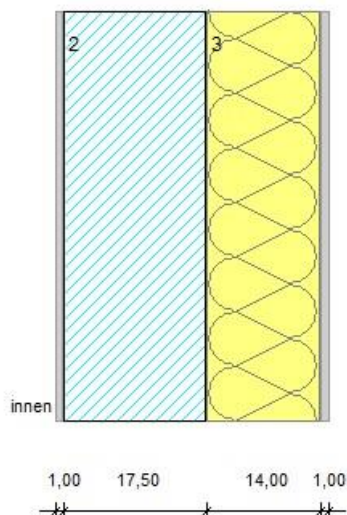
Opakes Fenster

Rahmen aus Profilen $U_f 1.3 - 1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 1.3$

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

33. Bauteilquerschnitt

33.1 Bauteil: IW01 (Wand-zu-unbeheizten-Müllraum)



IW01 (Wand-zu-unbeheizten-Müllraum)
 $U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Innenputz
 2 Kalksandstein-MW
 3 Wärmedämmung WLS 035
 4 Außenputz

bei mech. Befestigungselementen mit $\lambda < 1 \text{ W/(mK)}$ kann die U-Wertkorrektur entfallen

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

33.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Innenputz | 1,00 | 1800 | 18,0 | 1,000 | 0,01 |
| 02 Kalksandstein-MW | 17,50 | 2200 | 385,0 | 1,300 | 0,13 |
| 03 Wärmedämmung WLS 035 | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| 04 Außenputz | 1,00 | 1800 | 18,0 | 1,000 | 0,01 |
| R_{se} | | | | | 0,04 |
| <hr/> | | | | | |
| d = | 33,50 | G = | 425,2 | $R_T =$ | 4,32 |

33.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

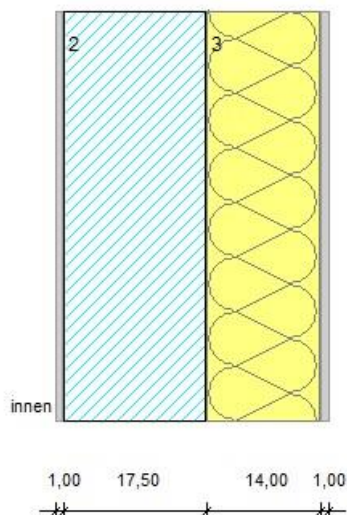
33.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,15 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

34. Bauteilquerschnitt

34.1 Bauteil: IW02 (Wand-zu-unbeheizten-Keller)



IW02 (Wand-zu-unbeheizten-Keller)
 $U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Innenputz
 2 Kalksandstein-MW
 3 Wärmedämmung WLS 035
 4 Außenputz

bei mech. Befestigungselementen mit $\lambda < 1 \text{ W/(mK)}$ kann die U-Wertkorrektur entfallen

Bauteiltyp "Treppenraumwand" (6)

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

34.2 Querschnitt

| von innen | s cm | ρ kg/m ³ | kg/m ² | λ W/(mK) | R m ² K/W |
|-------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| R_{si} | | | | | 0,13 |
| 01 Innenputz | 1,00 | 1800 | 18,0 | 1,000 | 0,01 |
| 02 Kalksandstein-MW | 17,50 | 2200 | 385,0 | 1,300 | 0,13 |
| 03 Wärmedämmung WLS 035 | 14,00 | 30 | 4,2 | 0,035 | 4,00 |
| 04 Außenputz | 1,00 | 1800 | 18,0 | 1,000 | 0,01 |
| R_{se} | | | | | 0,13 |
| <hr/> | | | | | |
| d = | 33,50 | G = | 425,2 | $R_T =$ | 4,41 |

34.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

34.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 4,15 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

35. Bauteilquerschnitt

35.1 Bauteil: OL01 (ETFE-Folienkissen-Dach)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

35.2 Fenster

ETFE-Folienkissen, mind. 4 Schichten, $t_{D65} = 0,80$

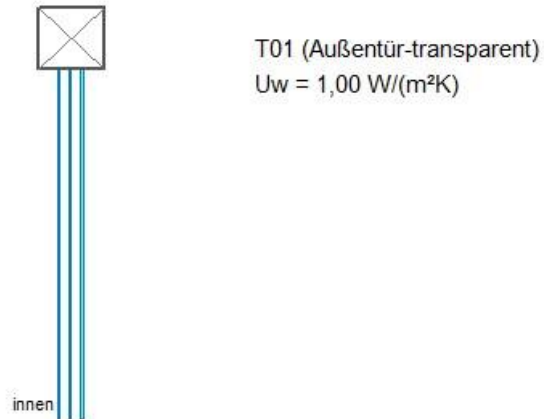
Rahmen aus Profilen $U_f 1.6 - 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 1.8$

35.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 40\%$)

36. Bauteilquerschnitt

36.1 Bauteil: T01 (Außentür-transparent)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

36.2 Fenster

Dreifach-Sonnenschutzverglasung, $U_g=0.7$, $g=35\%$,

Rahmen aus Profilen $U_f 1.1 - 1.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 1.2$

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

37. Bauteilquerschnitt

37.1 Bauteil: T02 (Außentür-opak)



Bauteiltyp "Außentür" (3)

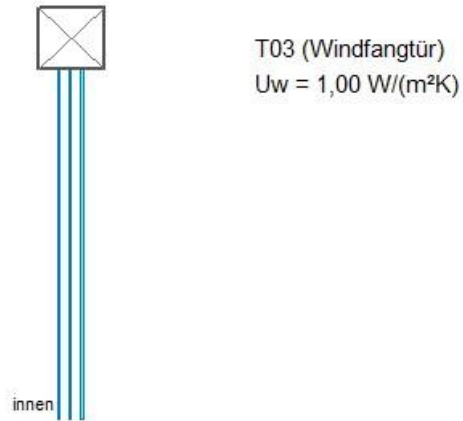
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

37.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,80 W/(m²K)** (manuell festgelegt)

38. Bauteilquerschnitt

38.1 Bauteil: T03 (Windfangtür)



Bauteiltyp "Außentür verglast" (20)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

38.2 Wärmedurchgangskoeffizient

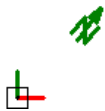
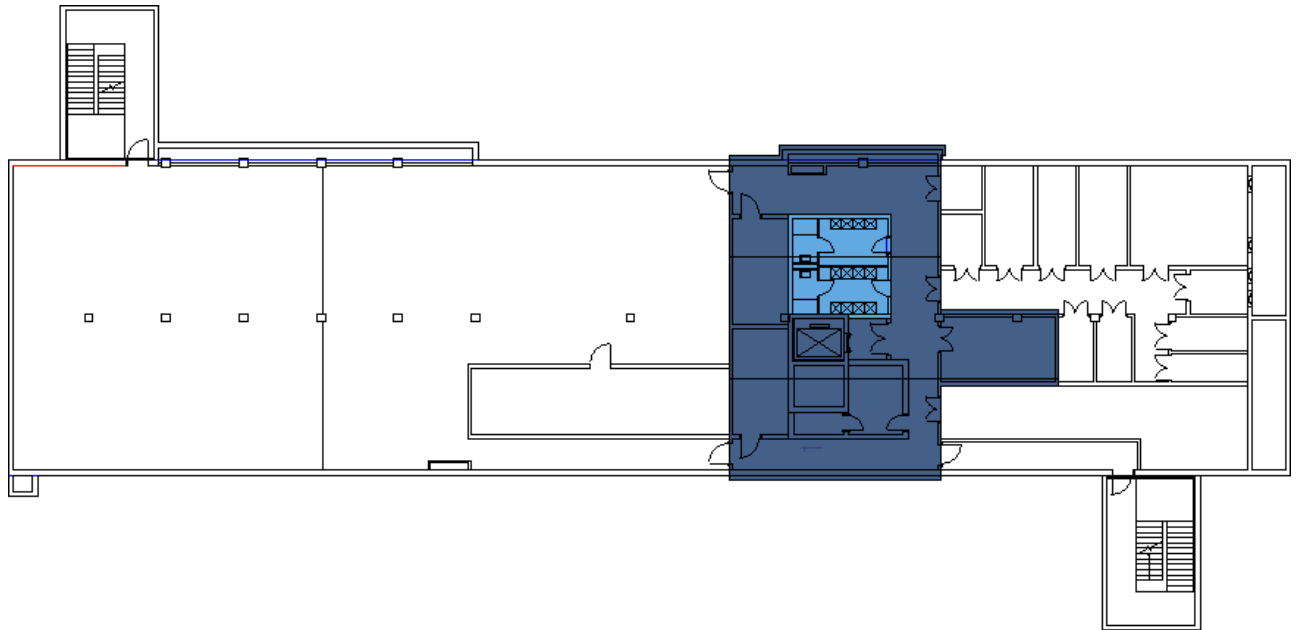
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 80\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 60\%$)

Anhang B

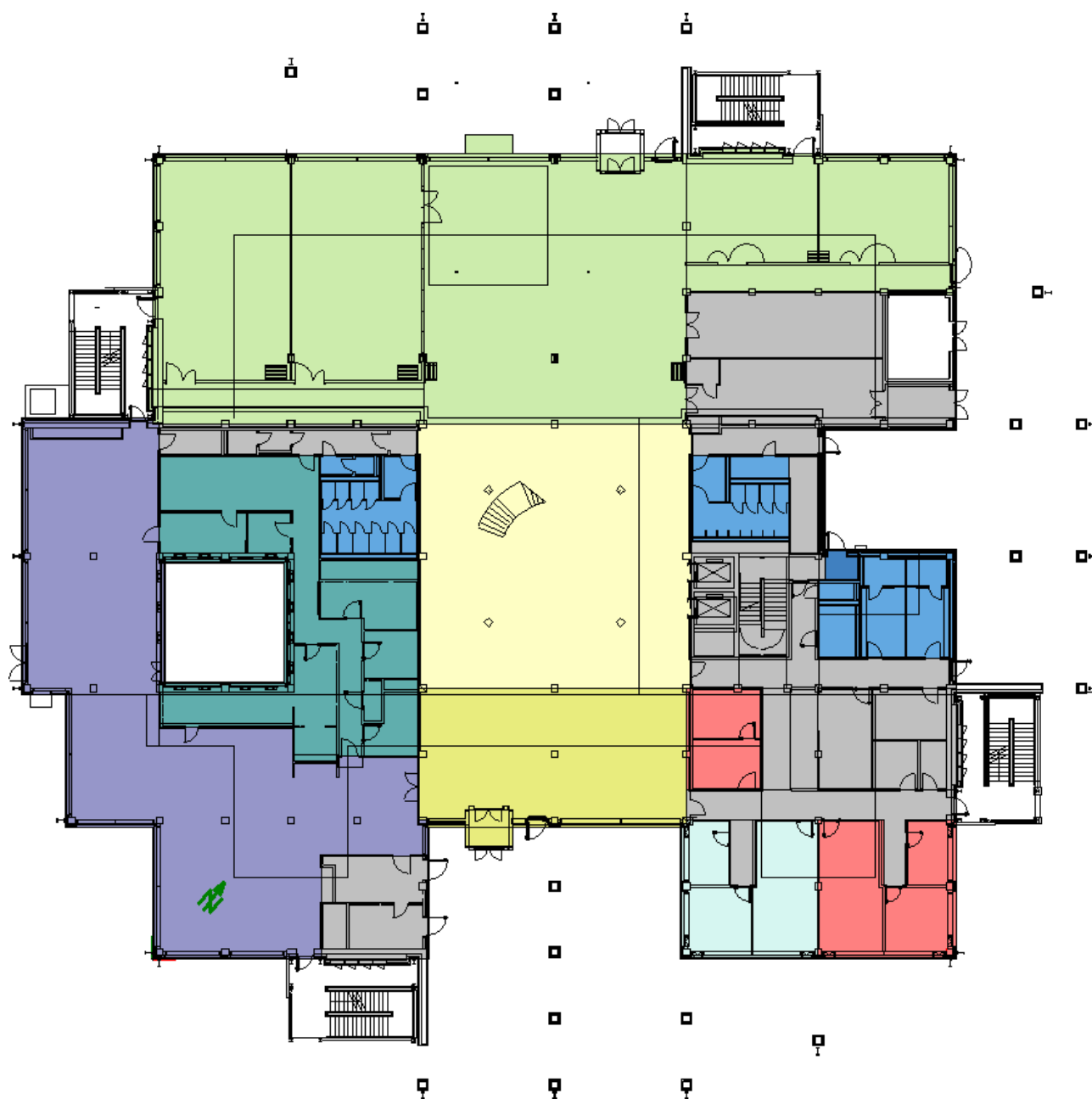
Zonierung

Aufstellung der Nutzungszonen in dem Gebäude und der zugehörigen Nutzungsprofile gemäß DIN V 18599-10: 2018

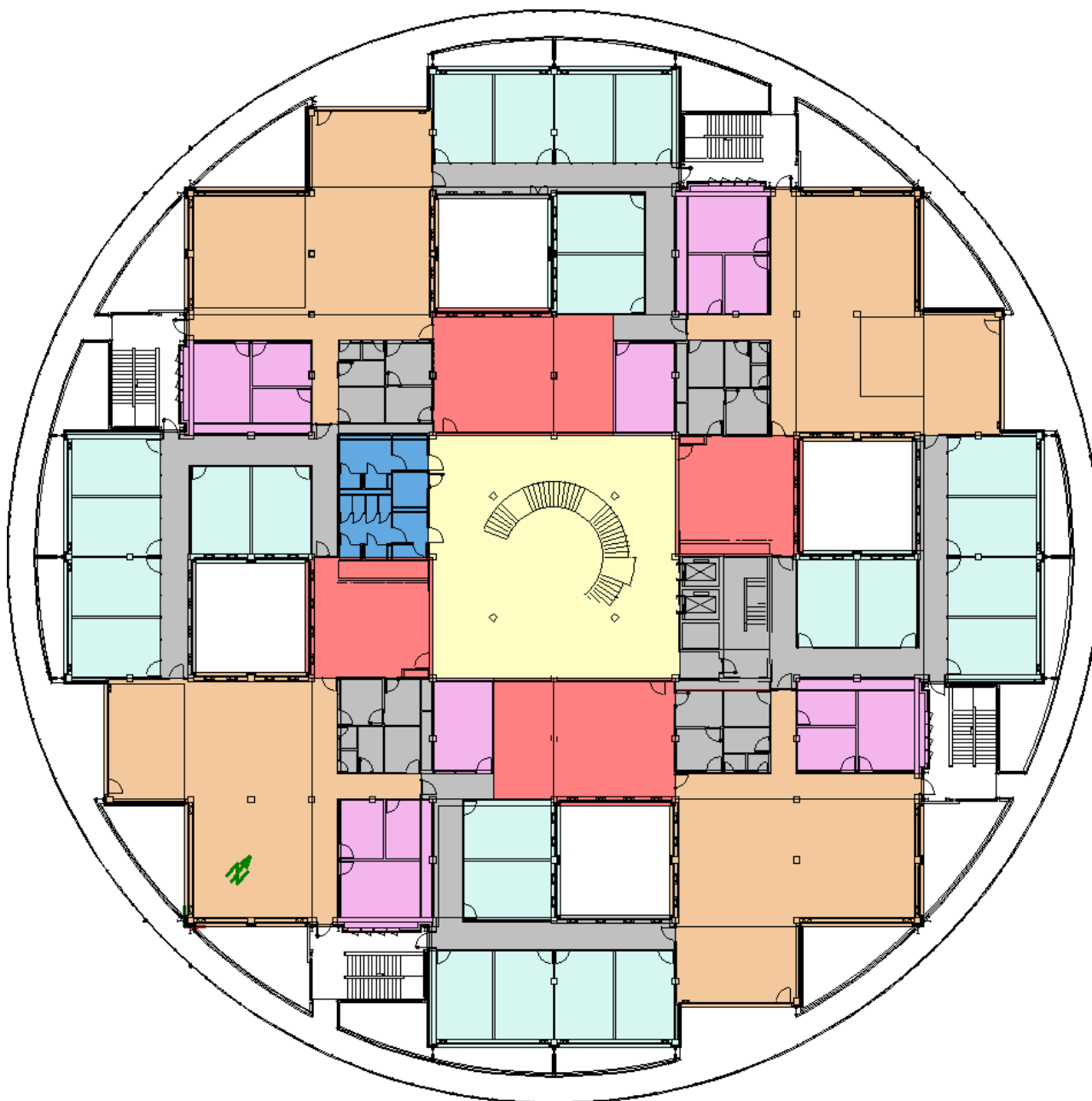
| | Zone des geplanten Gebäudes | | Nutzungsprofile nach DIN V 18599 |
|---|------------------------------------|---------------------------|---|
|  | 1 | Gruppenbüro | Nr. 2: Gruppenbüro |
|  | 2 | Projektraum | Nr. 4: Besprechung, Sitzung, Seminar |
|  | 3 | Open Space | Nr. 3: Großraumbüro |
|  | 4 | Besprechungsraum | Nr. 4: Besprechung, Sitzung, Seminar |
|  | 5 | Multifunktionsraum | Nr. 9: Hörsaal, Auditorium |
|  | 6 | Gastronomie | Nr. 13: Restaurant |
|  | 7 | Küche/Lager | Nr. 15: Küche - Vorbereitung, Lager |
|  | 8 | Sanitärräume | Nr. 16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude |
|  | 9 | Foyer/Empfang | Nr. 17: Sonstige Aufenthaltsräume |
|  | 10 | Atrium | Nr. 17: Sonstige Aufenthaltsräume |
|  | 11 | Sonstige Aufenthaltsräume | Nr. 17: Sonstige Aufenthaltsräume |
|  | 12 | Nebenflächen | Nr. 18: Nebenflächen |
|  | 13 | Technik UG | Nr. 20: Lager, Technik, Archiv |



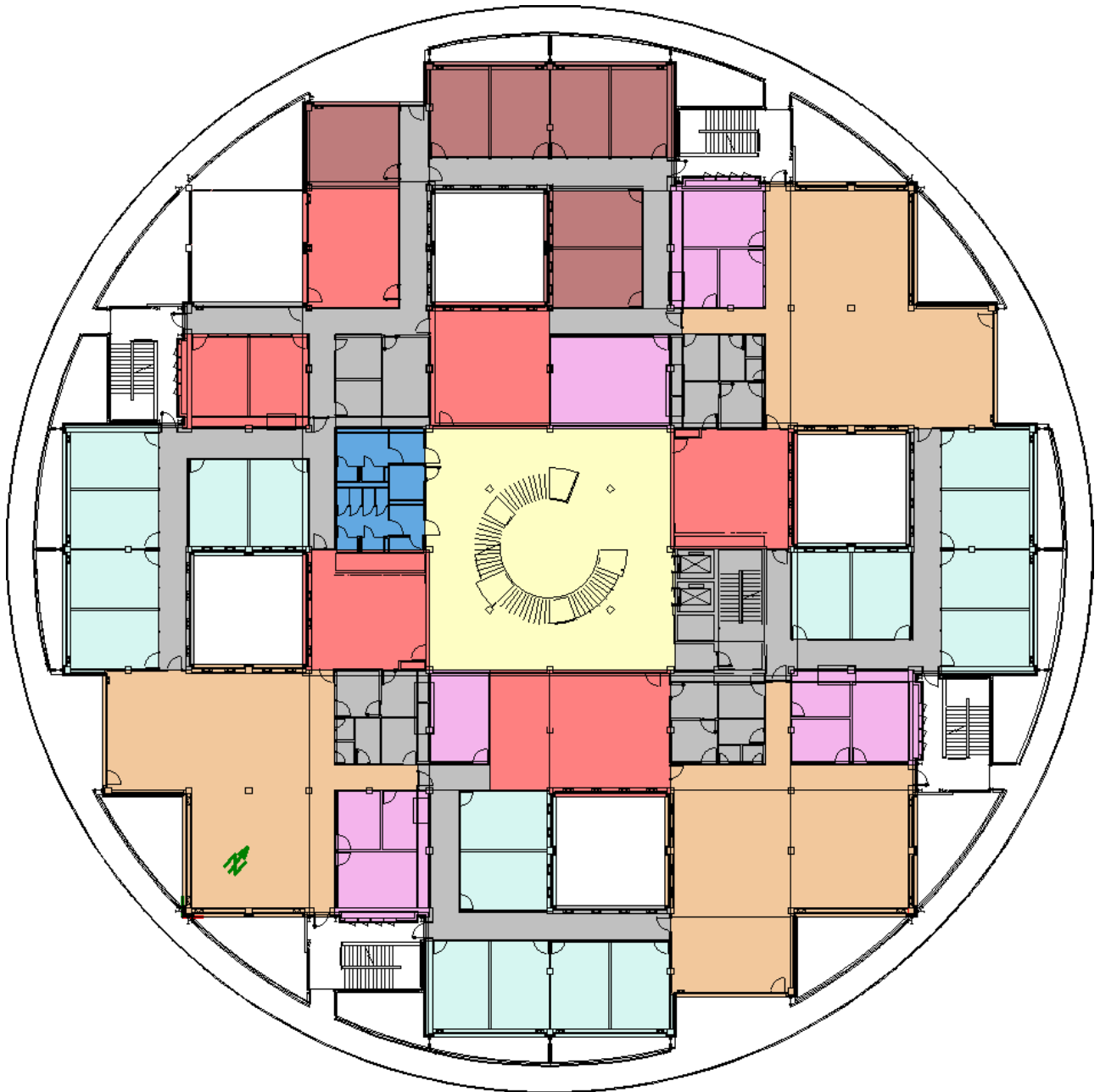
Untergeschoss



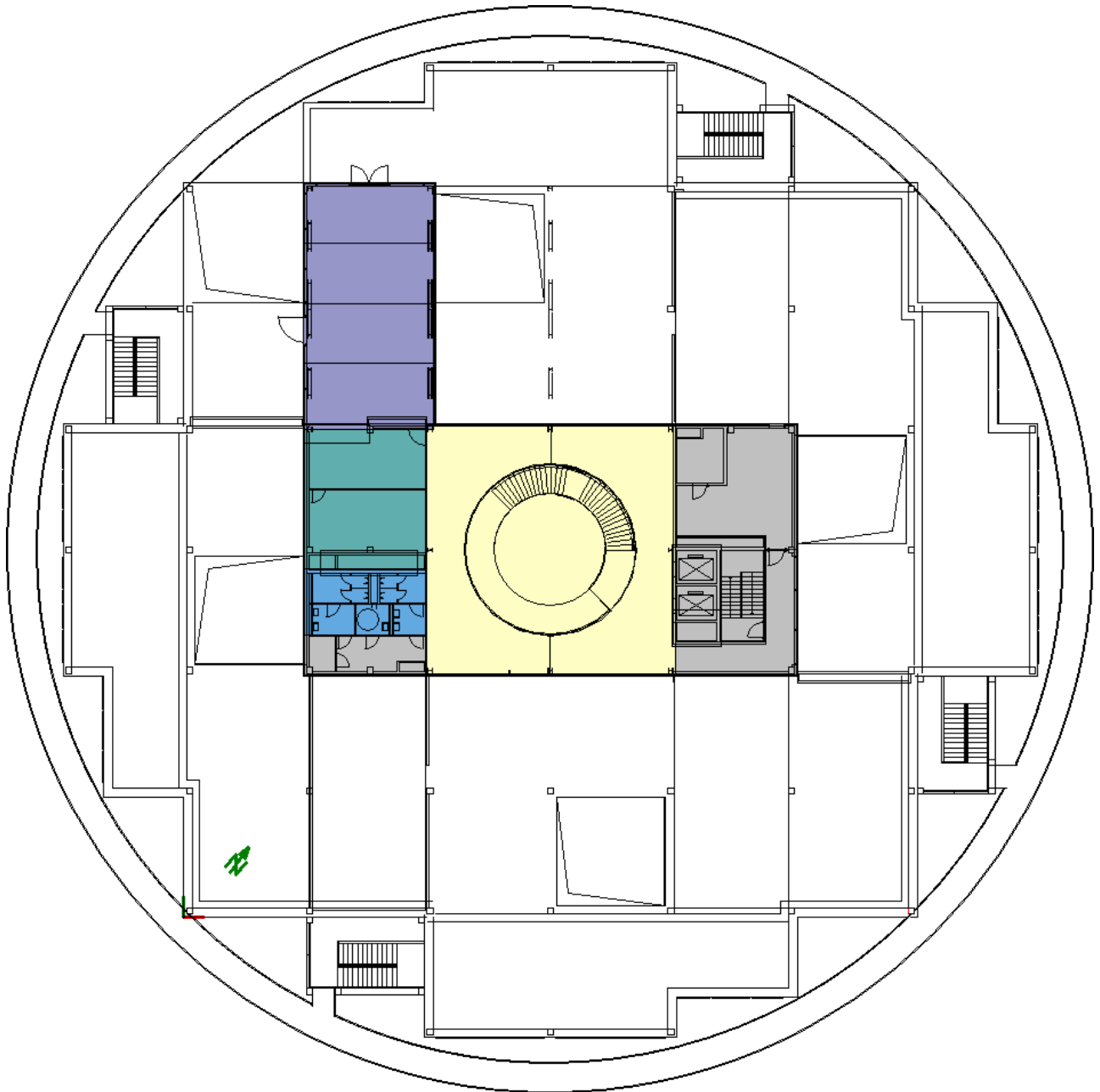
Erdgeschoss



1. Obergeschoss



2. Obergeschoss



3. Obergeschoss

Anhang C

Gebäudeberechnung / Bilanzierung nach DIN V 18599

S:\BI\Proj\167\B167563\11_Waermeschutz\Abgabe\05_BER_6D\AnhangC_GEG.docx 16. 05. 2025

1. Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Brainergy Hub Jülich

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich

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

1.1 Gebäudeberechnung "Gebäude-Anpassung"

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

Referenzberechnung: Gebäude-Anpassung-Referenz2020.dwe

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

1.2 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

| Zone | Typ | t_{nutz} d/a | ϑ_i °C | $\vartheta_{i,WE}$ °C | A_{NGF} m ² | V_i m ³ |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 202 Gruppenbüro | 250 | 19,9 | 17,3 | 1074 | 3282 |
| Zone 2 Projektraum | 204 Besprechung, | 250 | 19,9 | 17,2 | 165 | 496 |
| Zone 3 Open Space | 203 Großraumbüro | 250 | 19,9 | 17,4 | 1282 | 3847 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 204 Besprechung, | 250 | 19,9 | 17,7 | 430 | 1289 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 209 Hörsaal, Aud | 150 | 19,8 | 17,4 | 644 | 2575 |
| Zone 6 Gastronomie | 213 Restaurant | 300 | 20,2 | 17,2 | 451 | 1828 |
| Zone 7 Küche/Lager | 215 Küche - Vorb | 300 | 20,1 | 17,3 | 212 | 785 |
| Zone 8 Sanitäräume | 216 WC und Sanit | 250 | 19,9 | 17,9 | 224 | 772 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,3 | 133 | 531 |
| Zone 10 Atrium | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,5 | 795 | 3652 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,6 | 762 | 2372 |
| Zone 12 Nebenflächen | 218 Nebenflächen | 250 | 20,1 | 17,5 | 1279 | 4355 |
| Zone 13 Technik UG | 220 Lager, Techn | 250 | 20,0 | 17,3 | 157 | 533 |

7.607 26.317

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 7606,9 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

1.3 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

| Hüllfläche | Zone | A m ² | U W/ (m ² K) | F _x | Anmerkungen | H _T W/K |
|--------------------|------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | | | | | | |
| Stockwerk: EG | | | | | | |
| 0101-0 BP02 | 1:0 | 53,6 | 0,19 | 0,60 Ffb | 51 19 25 14 | 6,1 |
| 0102-0 BP02k | 1:0 | 12,3 | 0,19 | 0,60 Ffb | 74 51 19 25 | 1,4 |
| 0103-0 FA01 S-W | 1:0 | 27,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 27,0 |
| 0104-0 FA03 S-W | 1:0 | 10,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,6 |
| 0105-0 FA03 S-O | 1:0 | 10,2 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,5 |
| 0106-0 FA01 S-O | 1:0 | 22,9 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 22,9 |
| 0107-0 FA05 S-O | 1:0 | 6,3 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 6,3 |
| Stockwerk: OG1 | | | | | | |
| 0108-0 DE01 | 1:0 | 376,8 | 0,24 | 1,00 Fe | 51 82 | 90,4 |
| 0109-0 FA02 N-O | 1:0 | 17,5 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0110-0 FA03 N-O | 1:0 | 37,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,2 |
| 0111-0 FA01 N-W | 1:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 66,0 |
| 0112-0 FA03 S-W | 1:0 | 36,4 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 8,9 |
| 0113-0 FA04 S-W | 1:0 | 13,4 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,5 |
| 0114-0 FA03.2 S-W | 1:0 | 2,5 | 0,60 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 0115-0 FA03 N-W | 1:0 | 37,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,2 |
| 0116-0 FA02 N-W | 1:0 | 17,4 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0117-0 FA01 S-W | 1:0 | 57,5 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 57,5 |
| 0118-0 FA03 S-O | 1:0 | 37,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,2 |
| 0119-0 FA04 S-O | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0120-0 FA01 S-O | 1:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 66,0 |
| 0121-0 FA02 S-W | 1:0 | 17,4 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0122-0 FA04 N-O | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0123-0 FA01 N-O | 1:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 66,0 |
| 0124-0 FA04 N-W | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0125-0 FA02 S-O | 1:0 | 17,5 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| Stockwerk: OG2 | | | | | | |
| 0126-0 FA02 S-O | 1:0 | 17,5 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0127-0 FA03 N-O | 1:0 | 30,4 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 7,4 |
| 0128-0 FA01 N-O | 1:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 66,0 |
| 0129-0 FA04 N-W | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0130-0 FA01 N-W | 1:0 | 20,4 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 20,4 |
| 0131-0 DA04 | 1:0 | 0,6 | 0,10 | 1,00 FD | 02 51 | 0,1 |
| 0132-0 FA02 S-W | 1:0 | 17,4 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0133-0 FA04 N-O | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0134-0 FA02 N-W | 1:0 | 17,4 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,8 |
| 0135-0 FA03 N-W | 1:0 | 18,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,6 |
| 0136-0 FA03 S-W | 1:0 | 26,2 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 6,4 |
| 0137-0 FA01 S-W | 1:0 | 45,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 45,6 |
| 0138-0 FA03 S-O | 1:0 | 37,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,2 |
| 0139-0 FA04 S-O | 1:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0140-0 DA01 | 1:0 | 478,4 | 0,11 | 1,00 FD | 02 51 | 53,6 |
| 0141-0 FA01 S-O | 1:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 66,0 |
| Zone 2 Projektraum | | | | | | |
| Stockwerk: OG2 | | | | | | |
| 0201-0 FA01 N-W | 2:0 | 84,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 84,6 |
| 0202-0 FA03 N-W | 2:0 | 32,4 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 7,9 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|------|
| 0203-0 | FA03 | S-W | 2:0 | 18,1 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 4,4 |
| 0204-0 | FA04 | S-W | 2:0 | 21,0 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 4,0 |
| 0205-0 | FA02 | N-O | 2:0 | 17,5 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 4,8 |
| 0206-0 | FA03 | N-O | 2:0 | 7,2 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 1,8 |
| 0207-0 | DA02 | | 2:0 | 144,1 | 0,16 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 22,9 |
| 0208-0 | DA01 | | 2:0 | 52,2 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 5,8 |
| 0209-0 | FA01 | S-W | 2:0 | 19,1 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 19,1 |
| 0210-0 | FA03.2 | S-W | 2:0 | 2,5 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 1,5 |

Zone 3 OpenSpace

Stockwerk: OG1

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|------|
| 0301-0 | DE01 | | 3:0 | 137,5 | 0,24 | 1,00 | Fe | 51 | 82 | 33,0 |
| 0302-0 | FA01 | N-W | 3:0 | 86,4 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 86,4 |
| 0303-0 | FA03 | N-W | 3:0 | 43,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 10,7 |
| 0304-0 | FA03 | S-W | 3:0 | 43,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 10,7 |
| 0305-0 | FA01 | S-W | 3:0 | 86,4 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 86,4 |
| 0306-0 | FA02 | S-W | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0307-0 | T02 | S-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0308-0 | FA04 | S-W | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |
| 0309-0 | DA02 | | 3:0 | 65,6 | 0,16 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 10,4 |
| 0310-0 | FA03.2 | N-O | 3:0 | 2,5 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 1,5 |
| 0311-0 | FA03 | S-O | 3:0 | 43,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 10,7 |
| 0312-0 | FA01 | S-O | 3:0 | 86,4 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 86,4 |
| 0313-0 | FA02 | S-O | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0314-0 | T02 | S-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0315-0 | FA04 | S-O | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |
| 0316-0 | FA02 | N-O | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0317-0 | T02 | N-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0318-0 | FA04 | N-O | 3:0 | 21,4 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 4,0 |
| 0319-0 | FA01 | N-O | 3:0 | 77,9 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 77,9 |
| 0320-0 | FA03 | N-O | 3:0 | 42,4 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 10,4 |
| 0321-0 | FA02 | N-W | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0322-0 | T02 | N-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0323-0 | DE02 | | 3:0 | 22,2 | 0,23 | 1,00 | Fe | 51 | 82 | 5,1 |
| 0324-0 | FA04 | N-W | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|------|
| 0325-0 | FA01 | N-O | 3:0 | 66,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 66,0 |
| 0326-0 | FA03 | N-O | 3:0 | 36,2 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 8,9 |
| 0327-0 | FA03 | N-W | 3:0 | 26,4 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,5 |
| 0328-0 | FA01 | N-W | 3:0 | 42,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 42,0 |
| 0329-0 | FA02 | N-W | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0330-0 | T02 | N-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0331-0 | FA04 | N-W | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |
| 0332-0 | DA01 | | 3:0 | 553,5 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 62,0 |
| 0333-0 | FA01 | S-W | 3:0 | 64,8 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 64,8 |
| 0334-0 | FA03 | S-W | 3:0 | 24,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,0 |
| 0335-0 | FA03 | S-O | 3:0 | 43,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 10,7 |
| 0336-0 | FA01 | S-O | 3:0 | 86,4 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 02 | 86,4 |
| 0337-0 | FA02 | S-O | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0338-0 | T02 | S-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0339-0 | FA04 | S-O | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |
| 0340-0 | DA04 | | 3:0 | 130,6 | 0,10 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 13,6 |
| 0341-0 | FA02 | N-O | 3:0 | 2,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,7 |
| 0342-0 | T02 | N-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 51 | 3,4 |
| 0343-0 | FA04 | N-O | 3:0 | 14,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 2,7 |

Zone 4 Besprechung

Stockwerk: OG1

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|-----|------|------|------|-----|----|----|-----|
| 0401-0 | FA02 | N-W | 4:0 | 25,1 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,9 |
| 0402-0 | FA02 | S-W | 4:0 | 25,1 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,9 |
| 0403-0 | FA02 | S-O | 4:0 | 25,2 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,9 |
| 0404-0 | FA02 | N-O | 4:0 | 25,1 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,9 |
| 0405-0 | FA03 | S-W | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |
| 0406-0 | FA03 | N-W | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |
| 0407-0 | FA03 | S-O | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |
| 0408-0 | FA03 | N-O | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|------|
| 0409-0 | FA02 | N-O | 4:0 | 25,1 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,9 |
| 0410-0 | FA02 | N-W | 4:0 | 23,6 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,5 |
| 0411-0 | FA02 | S-W | 4:0 | 3,0 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,8 |
| 0412-0 | FA03 | N-W | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |
| 0413-0 | AW04 | N-O | 4:0 | 21,4 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 8,0 |
| 0414-0 | AW04 | N-W | 4:0 | 29,3 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 11,0 |
| 0415-0 | AW04 | S-W | 4:0 | 21,4 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 8,0 |
| 0416-0 | FA02 | S-O | 4:0 | 23,7 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 6,5 |
| 0417-0 | DA01 | | 4:0 | 168,3 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 18,8 |
| 0418-0 | AW04 | S-O | 4:0 | 29,3 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 11,0 |
| 0419-0 | DA08 | | 4:0 | 20,8 | 0,21 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 4,3 |
| 0420-0 | DA02 | | 4:0 | 0,2 | 0,16 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 0,0 |
| 0421-0 | FA03 | S-O | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |
| 0422-0 | DA04 | | 4:0 | 50,2 | 0,10 | 1,00 | FD | 02 | 51 | 5,2 |
| 0423-0 | FA03 | N-O | 4:0 | 0,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | 0,1 |

Zone 5 Multifunktionsrau

Stockwerk: EG

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|----|----|-------|
| 0501-0 | BP02 | | 5:0 | 326,3 | 0,19 | 0,60 | Ffb | 51 | 19 | 25 | 14 | 37,0 |
| 0502-0 | FA02 | N-W | 5:0 | 31,5 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 8,6 |
| 0503-0 | FA02 | S-W | 5:0 | 31,7 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 8,7 |
| 0504-0 | BP02k | | 5:0 | 343,2 | 0,19 | 0,60 | Ffb | 74 | 51 | 19 | 25 | 38,9 |
| 0505-0 | FA03 | N-W | 5:0 | 50,7 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 12,4 |
| 0506-0 | FA01 | N-W | 5:0 | 133,8 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 | 02 | | 133,8 |
| 0507-0 | FA03 | S-W | 5:0 | 14,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 3,6 |
| 0508-0 | FA01 | S-W | 5:0 | 27,7 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 | 02 | | 27,7 |
| 0509-0 | T02 | S-W | 5:0 | 3,1 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 | 51 | | 5,6 |
| 0510-0 | FA02 | S-O | 5:0 | 1,9 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 0,5 |
| 0511-0 | DE03 | | 5:0 | 24,0 | 0,22 | 0,55 | FG | 51 | 25 | 21 | | 3,0 |
| 0512-0 | FA03 | N-O | 5:0 | 11,1 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 2,7 |
| 0513-0 | T02 | N-W | 5:0 | 4,1 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 | 02 | 51 | | 7,4 |
| 0514-0 | FA02 | N-O | 5:0 | 1,9 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 0,5 |
| 0515-0 | FA01 | N-O | 5:0 | 25,7 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 | 51 | 02 | | 25,7 |
| 0516-0 | T03 | N-O | 5:0 | 5,5 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | | 5,5 |
| 0517-0 | T03 | N-W | 5:0 | 10,9 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | | 10,9 |
| 0518-0 | T03 | S-W | 5:0 | 5,5 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | | 5,5 |
| 0519-0 | IW01 | | 5:0 | 19,6 | 0,23 | 0,50 | Fu | 51 | 08 | | | 2,3 |
| 0520-0 | T01 | N-O | 5:0 | 3,6 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | | 3,6 |
| 0521-0 | DA06 | | 5:0 | 4,2 | 0,29 | 1,00 | FD | 02 | 51 | | | 1,2 |
| 0522-0 | DA05 | | 5:0 | 53,3 | 0,13 | 1,00 | FD | 02 | 51 | | | 7,0 |

Zone 6 Gastronomie

Stockwerk: EG

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|----|--|------|
| 0601-0 | FA02 | N-W | 6:0 | 25,8 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 | 51 | | | 7,1 |
| 0602-0 | DE03 | | 6:0 | 147,3 | 0,22 | 0,55 | FG | 51 | 25 | 21 | | 18,1 |

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|-------------|------|
| 0603-0 | FA03 | N-W | 6:0 | 9,1 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 2,2 |
| 0604-0 | T02 | N-W | 6:0 | 2,7 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 02 51 | 4,9 |
| 0605-0 | FA03 | S-W | 6:0 | 38,5 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 9,4 |
| 0606-0 | FA01 | S-W | 6:0 | 84,1 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 84,1 |
| 0607-0 | T01 | S-W | 6:0 | 6,5 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 02 | 6,5 |
| 0608-0 | FA03 | S-O | 6:0 | 24,0 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 5,9 |
| 0609-0 | FA01 | S-O | 6:0 | 43,5 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 43,5 |
| 0610-0 | BP02 | | 6:0 | 162,8 | 0,19 | 0,60 | Ffb | 51 19 25 14 | 18,5 |
| 0611-0 | BP02k | | 6:0 | 63,4 | 0,19 | 0,60 | Ffb | 74 51 19 25 | 7,2 |
| 0612-0 | FA01 | N-O | 6:0 | 34,4 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 34,4 |
| 0613-0 | FA05 | S-W | 6:0 | 24,9 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 24,9 |
| 0614-0 | FA05 | S-O | 6:0 | 12,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 12,0 |
| 0615-0 | FA02 | S-O | 6:0 | 4,1 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,1 |
| 0616-0 | T02 | S-O | 6:0 | 2,7 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 02 51 | 4,9 |
| 0617-0 | FA02 | S-W | 6:0 | 1,9 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 51 | 0,5 |
| 0618-0 | FA03 | N-O | 6:0 | 7,6 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,9 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----------|------|
| 0619-0 | FA03.2 | S-W | 6:0 | 22,8 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 13,7 |
| 0620-0 | FA01 | S-W | 6:0 | 43,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 43,0 |
| 0621-0 | FA01 | N-O | 6:0 | 45,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 45,0 |
| 0622-0 | FA03.2 | N-O | 6:0 | 19,2 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 11,5 |
| 0623-0 | FA03.2 | N-W | 6:0 | 12,5 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 7,5 |
| 0624-0 | FA01 | N-W | 6:0 | 22,8 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 22,8 |
| 0625-0 | AW03 | S-W | 6:0 | 21,0 | 0,46 | 1,00 | FAW | 02 51 | 9,7 |
| 0626-0 | DA01 | | 6:0 | 1,9 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 51 | 0,2 |
| 0627-0 | AW03 | N-O | 6:0 | 21,0 | 0,46 | 1,00 | FAW | 02 51 | 9,7 |
| 0628-0 | AW03 | N-W | 6:0 | 67,6 | 0,46 | 1,00 | FAW | 02 51 | 31,2 |
| 0629-0 | DA07 | S-O | 6:0 | 171,2 | 0,15 | 1,00 | FD | 02 51 | 25,0 |
| 0630-0 | FE01 | N-W | 6:0 | 24,6 | 1,00 | 1,00 | FF | 51 02 | 24,6 |

Zone 7 Küche/Lager

Stockwerk: EG

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|-------------|------|
| 0701-0 | DE03 | | 7:0 | 139,3 | 0,22 | 0,55 | FG | 51 25 21 | 17,2 |
| 0702-0 | FA04 | S-O | 7:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0703-0 | FA03 | S-O | 7:0 | 7,7 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,9 |
| 0704-0 | FA04 | S-W | 7:0 | 6,6 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0705-0 | FA04 | N-W | 7:0 | 6,2 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,2 |
| 0706-0 | FA03 | N-W | 7:0 | 7,7 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,9 |
| 0707-0 | BP02k | | 7:0 | 45,6 | 0,19 | 0,60 | Ffb | 74 51 19 25 | 5,2 |
| 0708-0 | FA01 | S-O | 7:0 | 20,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 20,0 |
| 0709-0 | FA01 | S-W | 7:0 | 21,2 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 21,2 |
| 0710-0 | FA01 | N-W | 7:0 | 20,0 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 20,0 |
| 0711-0 | FA03 | S-W | 7:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,5 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|------|------|------|-----|----------|------|
| 0712-0 | FA03.2 | S-W | 7:0 | 12,0 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 7,2 |
| 0713-0 | FA01 | S-W | 7:0 | 22,3 | 1,00 | 1,00 | FF | 75 51 02 | 22,3 |
| 0714-0 | AW04 | S-W | 7:0 | 6,5 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 51 | 2,4 |
| 0715-0 | FA04 | S-W | 7:0 | 2,8 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 0,5 |
| 0716-0 | AW04 | N-W | 7:0 | 24,5 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 51 | 9,2 |
| 0717-0 | DA01 | | 7:0 | 64,5 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 51 | 7,2 |
| 0718-0 | AW04 | N-O | 7:0 | 6,5 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 51 | 2,4 |
| 0719-0 | DA08 | | 7:0 | 16,4 | 0,21 | 1,00 | FD | 02 51 | 3,4 |
| 0720-0 | AW04 | S-O | 7:0 | 24,5 | 0,37 | 1,00 | FAW | 02 51 | 9,2 |

Zone 8 Sanitärräume

| | | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|----------|-------------|--|-----|
| Stockwerk: UG | | | | | | | |
| 0801-0 BP01.2 | 8:0 | 11,6 | 0,35 | 0,40 Ffb | 51 19 25 12 | | 1,6 |
| 0802-0 BP01.2k | 8:0 | 16,5 | 0,35 | 0,40 Ffb | 74 51 19 25 | | 2,3 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|----------|----------|--|-----|
| Stockwerk: EG | | | | | | | |
| 0803-0 DE03 | 8:0 | 69,4 | 0,22 | 0,55 FG | 51 25 21 | | 8,6 |
| 0804-0 FA04 N-W | 8:0 | 18,9 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 3,6 |
| 0805-0 FA03 N-W | 8:0 | 8,8 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | | 2,2 |
| 0806-0 FA04 N-O | 8:0 | 22,9 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 4,3 |
| 0807-0 FA03 N-O | 8:0 | 7,8 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | | 1,9 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----|------|------|----------|-------|--|-----|
| Stockwerk: OG3 | | | | | | | |
| 0808-0 FA03.2 S-W | 8:0 | 4,5 | 0,60 | 1,00 FAW | 02 51 | | 2,7 |
| 0809-0 FA04 S-W | 8:0 | 13,3 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 2,5 |
| 0810-0 DA01 | 8:0 | 33,8 | 0,11 | 1,00 FD | 02 51 | | 3,8 |

Zone 9 Foyer/Empfang

| | | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|----------|-------------|--|------|
| Stockwerk: EG | | | | | | | |
| 0901-0 DE03 | 9:0 | 5,4 | 0,22 | 0,55 FG | 51 25 21 | | 0,7 |
| 0902-0 BP02k | 9:0 | 51,2 | 0,19 | 0,60 Ffb | 74 51 19 25 | | 5,8 |
| 0903-0 BP02 | 9:0 | 85,6 | 0,19 | 0,60 Ffb | 51 19 25 14 | | 9,7 |
| 0904-0 FA01 S-O | 9:0 | 42,2 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | | 42,2 |
| 0905-0 T03 S-W | 9:0 | 4,4 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 4,4 |
| 0906-0 T03 S-O | 9:0 | 11,0 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 11,0 |
| 0907-0 T03 N-O | 9:0 | 4,4 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 4,4 |
| 0908-0 FA04 S-O | 9:0 | 1,5 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,3 |
| 0909-0 T01 S-O | 9:0 | 3,8 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 3,8 |
| 0910-0 FA03 S-O | 9:0 | 12,9 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | | 3,2 |
| 0911-0 DA06 | 9:0 | 3,3 | 0,29 | 1,00 FD | 02 51 | | 0,9 |

Zone 10 Atrium

| | | | | | | | |
|---------------|------|-------|------|---------|----------|--|------|
| Stockwerk: EG | | | | | | | |
| 1001-0 DE03 | 10:0 | 219,8 | 0,22 | 0,55 FG | 51 25 21 | | 27,1 |

| | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|----------|----------|--|------|
| Stockwerk: OG3 | | | | | | | |
| 1002-0 FA04 N-W | 10:0 | 0,3 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,1 |
| 1003-0 FA03.2 N-W | 10:0 | 20,8 | 0,60 | 1,00 FAW | 02 51 | | 12,5 |
| 1004-0 FA01 N-W | 10:0 | 42,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | | 42,6 |
| 1005-0 DA03 | 10:0 | 180,3 | 0,16 | 1,00 FD | 02 51 | | 28,7 |
| 1006-0 FA03.2 S-O | 10:0 | 22,7 | 0,60 | 1,00 FAW | 02 51 | | 13,6 |
| 1007-0 AW02 N-W | 10:0 | 4,2 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,9 |
| 1008-0 AW02 West | 10:0 | 2,5 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,5 |
| 1009-0 AW02 S-W | 10:0 | 3,7 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,8 |
| 1010-0 AW02 Süd | 10:0 | 2,7 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,6 |
| 1011-0 AW02 S-O | 10:0 | 4,4 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,9 |
| 1012-0 FA04 S-O | 10:0 | 0,3 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,1 |
| 1013-0 AW02 Ost | 10:0 | 2,5 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,5 |
| 1014-0 AW02 N-O | 10:0 | 4,1 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,9 |
| 1015-0 AW02 Nord | 10:0 | 2,7 | 0,21 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,6 |
| 1016-0 FA02 S-O | 10:0 | 0,3 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | | 0,1 |
| 1017-0 FA01 S-O | 10:0 | 43,2 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | | 43,2 |
| 1018-0 FE02 N-W | 10:0 | 3,2 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 3,2 |
| 1019-0 FE02 West | 10:0 | 1,9 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 1,9 |
| 1020-0 FE02 S-W | 10:0 | 2,9 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 2,9 |
| 1021-0 FE02 Süd | 10:0 | 2,1 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 2,1 |
| 1022-0 FE02 S-O | 10:0 | 3,4 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 3,4 |
| 1023-0 FE02 Ost | 10:0 | 1,9 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 1,9 |
| 1024-0 FE02 N-O | 10:0 | 3,2 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | | 3,2 |

| | | | | | | |
|------------------|------|-------|------|---------|----------|-------|
| 1025-0 FE02 Nord | 10:0 | 2,1 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | 2,1 |
| 1026-0 OL01 | 10:0 | 103,9 | 1,30 | 1,00 FF | 72 51 02 | 135,1 |

Zone 11 Sonstige Aufenth

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|-------------|------|
| 1101-0 FA03 S-O | 11:0 | 10,2 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,5 |
| 1102-0 FA03 N-O | 11:0 | 11,7 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,9 |
| 1103-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,8 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,8 |
| 1104-0 FA01 S-O | 11:0 | 22,9 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 22,9 |
| 1105-0 FA05 S-O | 11:0 | 6,3 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 6,3 |
| 1106-0 FA05 N-O | 11:0 | 6,0 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 6,0 |
| 1107-0 BP02k | 11:0 | 26,5 | 0,19 | 0,60 Ffb | 74 51 19 25 | 3,0 |
| 1108-0 BP02 | 11:0 | 66,9 | 0,19 | 0,60 Ffb | 51 19 25 14 | 7,6 |

Stockwerk: OG1

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|----------|------|
| 1109-0 FA01 S-W | 11:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1110-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1111-0 FA01 S-O | 11:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1112-0 FA03 S-W | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1113-0 FA03 N-O | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1114-0 FA03 S-O | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1115-0 FA03 N-W | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1116-0 FA01 N-W | 11:0 | 13,4 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 13,4 |
| 1117-0 FA04 N-W | 11:0 | 8,2 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1118-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1119-0 FA03 N-O | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1120-0 FA01 S-O | 11:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1121-0 FA03 S-O | 11:0 | 6,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1122-0 FA01 S-W | 11:0 | 43,8 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 43,8 |
| 1123-0 FA02 N-W | 11:0 | 1,5 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,4 |
| 1124-0 FA02 S-W | 11:0 | 22,1 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 6,1 |
| 1125-0 FA02 S-O | 11:0 | 1,5 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,4 |
| 1126-0 FA03 S-W | 11:0 | 13,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,2 |
| 1127-0 AW04 N-W | 11:0 | 4,8 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1128-0 AW04 S-W | 11:0 | 11,6 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,3 |
| 1129-0 DA01 | 11:0 | 214,0 | 0,11 | 1,00 FD | 02 51 | 24,0 |
| 1130-0 AW04 N-O | 11:0 | 11,6 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,3 |
| 1131-0 DA08 | 11:0 | 6,0 | 0,21 | 1,00 FD | 02 51 | 1,2 |
| 1132-0 AW04 S-O | 11:0 | 4,8 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |

Zone 12 Nebenflächen

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|-------------|------|
| 1201-0 BP02k | 12:0 | 141,2 | 0,19 | 0,60 Ffb | 74 51 19 25 | 16,0 |
| 1202-0 BP02 | 12:0 | 118,4 | 0,19 | 0,60 Ffb | 51 19 25 14 | 13,4 |
| 1203-0 FA04 N-O | 12:0 | 47,7 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,0 |
| 1204-0 IW01 | 12:0 | 44,0 | 0,23 | 0,50 Fu | 51 08 | 5,1 |
| 1205-0 FA04 S-O | 12:0 | 27,0 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 5,1 |
| 1206-0 FA04 N-W | 12:0 | 3,7 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,7 |
| 1207-0 T02 N-W | 12:0 | 4,4 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 7,9 |
| 1208-0 FA01 N-O | 12:0 | 3,5 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 3,5 |
| 1209-0 T01 N-O | 12:0 | 2,9 | 1,00 | 1,00 FF | 51 02 | 2,9 |
| 1210-0 FA03 N-W | 12:0 | 1,8 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,4 |
| 1211-0 FA02 N-W | 12:0 | 1,9 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,5 |
| 1212-0 FA02 S-O | 12:0 | 28,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 7,9 |
| 1213-0 FA02 N-O | 12:0 | 33,2 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,1 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|----------|------|
| 1214-0 FA03 S-O | 12:0 | 13,9 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,4 |
| 1215-0 FA03 N-O | 12:0 | 24,8 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 6,1 |
| 1216-0 T02 N-O | 12:0 | 13,5 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 24,3 |
| 1217-0 DE03 | 12:0 | 58,7 | 0,22 | 0,55 FG | 51 25 21 | 7,2 |

Stockwerk: OG1

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1218-0 FA02 S-W | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1219-0 FA01 N-W | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1220-0 T02 S-W | 12:0 | 2,0 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,6 |
| 1221-0 FA03 S-W | 12:0 | 7,5 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1222-0 FA02 S-O | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1223-0 T02 S-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1224-0 FA01 S-W | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1225-0 FA03 S-O | 12:0 | 7,5 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1226-0 DE01 | 12:0 | 107,3 | 0,24 | 1,00 Fe | 51 82 | 25,8 |
| 1227-0 FA02 N-O | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1228-0 T02 N-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1229-0 FA03 N-O | 12:0 | 7,5 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1230-0 FA01 S-O | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1231-0 FA02 N-W | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1232-0 T02 N-W | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1233-0 FA03 N-W | 12:0 | 7,5 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1234-0 FA01 N-O | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1235-0 AW04 S-O | 12:0 | 9,0 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,4 |
| 1236-0 AW04 N-O | 12:0 | 13,7 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 5,1 |
| 1237-0 AW04 N-W | 12:0 | 4,6 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,7 |
| 1238-0 DA04 | 12:0 | 71,9 | 0,10 | 1,00 FD | 02 51 | 7,5 |
| 1239-0 AW04 S-W | 12:0 | 13,7 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 5,1 |
| 1240-0 DA08 | 12:0 | 10,5 | 0,21 | 1,00 FD | 02 51 | 2,2 |
| 1241-0 FA03 S-W | 12:0 | 11,1 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 2,7 |
| 1242-0 FA02 S-W | 12:0 | 5,4 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1243-0 T02 S-W | 12:0 | 3,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 7,0 |
| 1244-0 FA02 N-O | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1245-0 T02 N-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1246-0 FA01 N-W | 12:0 | 48,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 48,6 |
| 1247-0 FA03 N-W | 12:0 | 17,4 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,3 |
| 1248-0 FA03 N-O | 12:0 | 13,6 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,3 |
| 1249-0 DA01 | 12:0 | 237,5 | 0,11 | 1,00 FD | 02 51 | 26,6 |
| 1250-0 DA02 | 12:0 | 48,4 | 0,16 | 1,00 FD | 02 51 | 7,7 |
| 1251-0 FA03 S-O | 12:0 | 7,5 | 0,25 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,8 |
| 1252-0 FA01 S-O | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |
| 1253-0 FA03.2 N-O | 12:0 | 2,5 | 0,60 | 1,00 FAW | 02 51 | 1,5 |
| 1254-0 FA02 N-W | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1255-0 T02 N-W | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1256-0 FA01 N-O | 12:0 | 40,7 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 40,7 |
| 1257-0 FA02 S-O | 12:0 | 2,8 | 0,27 | 1,00 FAW | 02 51 | 0,8 |
| 1258-0 T02 S-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 85 02 51 | 3,4 |
| 1259-0 FA01 S-W | 12:0 | 21,6 | 1,00 | 1,00 FF | 75 51 02 | 21,6 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|-------|-----|
| 1260-0 AW04 N-W | 12:0 | 8,3 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,1 |
| 1261-0 AW04 S-W | 12:0 | 11,0 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,1 |
| 1262-0 AW04 S-O | 12:0 | 8,3 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 3,1 |
| 1263-0 AW04 N-O | 12:0 | 11,0 | 0,37 | 1,00 FAW | 02 51 | 4,1 |
| 1264-0 DA08 | 12:0 | 22,5 | 0,21 | 1,00 FD | 02 51 | 4,7 |
| 1265-0 FA04 N-O | 12:0 | 47,6 | 0,19 | 1,00 FAW | 02 51 | 9,0 |

| | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|------|-----|-------|------|
| 1266-0 FA03.2 N-O | 12:0 | 19,7 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 11,8 |
| 1267-0 FA03.2 N-W | 12:0 | 9,1 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 5,5 |
| 1268-0 FA04 N-W | 12:0 | 23,4 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 4,4 |
| 1269-0 DA01 | 12:0 | 141,0 | 0,11 | 1,00 | FD | 02 51 | 15,8 |
| 1270-0 FA02 S-O | 12:0 | 14,5 | 0,27 | 1,00 | FAW | 02 51 | 4,0 |
| 1271-0 FA04 S-W | 12:0 | 7,3 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 1,4 |
| 1272-0 FA03.2 S-W | 12:0 | 3,6 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 2,2 |
| 1273-0 FA03.2 S-O | 12:0 | 18,2 | 0,60 | 1,00 | FAW | 02 51 | 10,9 |
| 1274-0 FA04 S-O | 12:0 | 27,8 | 0,19 | 1,00 | FAW | 02 51 | 5,3 |

Zone 13 Technik UG

Stockwerk: UG

| | | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|------|-----|-------------|------|
| 1301-0 AW01 N-W | 13:0 | 45,9 | 0,19 | 1,00 | FAW | 51 | 8,7 |
| 1302-0 AW01 S-W | 13:0 | 2,0 | 0,19 | 1,00 | FAW | 51 | 0,4 |
| 1303-0 IW02 | 13:0 | 171,5 | 0,23 | 0,55 | FG | 51 25 21 | 21,4 |
| 1304-0 BP01.1 | 13:0 | 106,8 | 0,19 | 0,55 | Ffb | 51 19 25 12 | 10,9 |
| 1305-0 AW01 N-O | 13:0 | 2,0 | 0,19 | 1,00 | FAW | 51 | 0,4 |
| 1306-0 AW01 S-O | 13:0 | 45,1 | 0,19 | 1,00 | FAW | 51 | 8,5 |
| 1307-0 T02 S-W | 13:0 | 5,0 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 02 51 | 9,0 |
| 1308-0 BP01.1k | 13:0 | 66,6 | 0,19 | 0,55 | Ffb | 74 51 19 25 | 6,8 |
| 1309-0 T02 N-O | 13:0 | 11,5 | 1,80 | 1,00 | FAW | 85 02 51 | 20,7 |
| 1310-0 BP01.3 | 13:0 | 5,3 | 0,30 | 0,55 | Ffb | 51 19 25 12 | 0,9 |
| 1311-0 BP01.3k | 13:0 | 10,8 | 0,30 | 0,55 | Ffb | 74 51 19 25 | 1,8 |

$\Sigma A [m^2] = 11.589,8$

$\Sigma H_T [W/K] = 4.341,7$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 2378,40 / 146,15 = 16,27 \text{ m}$
2. Bodenplattenmaß B' (26) = $663,90 / (0.5 * 123,60) = 10,74 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 82 Geschossdecke gegen Außenluft
- 12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 21 Kellerdecke / Innenwand zum unbeheizten Keller, Kellerfußboden ungedämmt, ohne Perimeterdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_X für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_X -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 72 Lichtkuppel
- 75 Vorhangfassade
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.
- 85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

1.3.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 579,5 \text{ W/K}$ (13,3 %, 0,050 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

1.3.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

| Transferkoeffizienten Transmission | $H_{T,D}$ W/K | $H_{T,S}$ W/K | $H_{T,iu}$ W/K | ΣH_T W/K | $H_{T,iz}$ W/K | $H_{T,zi}$ W/K |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 862 | 7 | 0 | 870 | 0 | 0 |
| Zone 2 Projektraum | 177 | 0 | 0 | 177 | 0 | 0 |
| Zone 3 Open Space | 943 | 0 | 0 | 943 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|---------------------------|------|-----|-----|------|---|---|
| Zone 4 Besprechungsraum | 142 | 0 | 0 | 142 | 0 | 0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 328 | 76 | 5 | 409 | 0 | 0 |
| Zone 6 Gastronomie | 545 | 26 | 18 | 589 | 0 | 0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 157 | 5 | 17 | 180 | 0 | 0 |
| Zone 8 Sanitärräume | 31 | 4 | 9 | 44 | 0 | 0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 81 | 16 | 1 | 98 | 0 | 0 |
| Zone 10 Atrium | 336 | 0 | 27 | 363 | 0 | 0 |
| Zone 11 Sonstige Aufentha | 319 | 11 | 0 | 330 | 0 | 0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 623 | 29 | 12 | 665 | 0 | 0 |
| Zone 13 Technik UG | 71 | 20 | 21 | 113 | 0 | 0 |
| | 4617 | 194 | 111 | 4921 | | |

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmekoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 4.921,2 / 11.589,8 = 0,42 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

1.3.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

| | | opake Bauteile [W/ (m²K)] | Fenster [W/ (m²K)] | Vorhangf. [W/ (m²K)] | Oberl. [W/ (m²K)] |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| U_{max} | $T_i \geq 19^\circ\text{C}$ | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,50 |
| U_{max} | $T_i < 19^\circ\text{C}$ | 0,50 | 2,80 | 3,00 | 3,10 |
| Zonen | $T_i \geq 19^\circ\text{C}$ | 0,18 | 1,00 | 1,00 | 1,51 |

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -33,3\%$

1.3.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

| Bauteil | U-Wert W/ (m²K) | U/U _{EnEV} | Fläche A m² | H _T W/K |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| DA01 (Regeldach) | 0,11 | | 1945 17 % | 218 5 % |
| DA02 (Dachterrasse) | 0,16 | | 258 2 % | 41 1 % |
| DA03 (Dach-über-Atrium) | 0,16 | | 180 2 % | 29 1 % |
| DA04 (Dach Technikzentrale) | 0,10 | | 253 2 % | 26 1 % |
| DA05 (Dach-zum-Lichthof) | 0,13 | | 53 0 % | 7 0 % |
| DA06 (Windfangdach) | 0,29 | | 8 0 % | 2 0 % |
| DA07 (Sheddach) | 0,15 | | 171 1 % | 25 1 % |
| DA08 Schachtköpfe | 0,21 | | 76 1 % | 16 0 % |
| FA03 (VHF Holz vor Tragwer | 0,25 | | 1046 9 % | 256 6 % |
| FA03.2 (VHF vor Tragwerk (| 0,60 | | 175 2 % | 105 2 % |
| AW01 (Außenwand-erdberührt | 0,19 | | 95 1 % | 18 0 % |
| AW02 (Außenwand-Oberlicht) | 0,21 | | 27 0 % | 6 0 % |
| AW03 (Außenwand-Sheddach) | 0,46 | | 110 1 % | 51 1 % |
| AW04 Schachtköpfe | 0,37 | | 276 2 % | 103 2 % |
| BP01.1 (Bodenplatte-UG) (W | 0,19 | | 107 1 % | 11 0 % |
| BP01.1k (Bodenplatte-UG-Ke | 0,19 | | 67 1 % | 7 0 % |
| BP01.2 (Bodenplatte-UG) (W | 0,35 | | 12 0 % | 2 0 % |
| BP01.2k (Bodenplatte-UG-Ke | 0,35 | | 17 0 % | 2 0 % |
| BP01.3 (Bodenplatte-UG) | 0,30 | | 5 0 % | 1 0 % |
| BP01.3k (Bodenplatte-UG-Ke | 0,30 | | 11 0 % | 2 0 % |
| BP02 (Bodenplatte-EG) (Wär | 0,19 | | 814 7 % | 92 2 % |
| BP02k (Bodenplatte-EG-Kern | 0,19 | | 683 6 % | 77 2 % |
| DE01 (Decke-über-Außenluft | 0,24 | | 622 5 % | 149 3 % |
| DE02 (Decke-über-kaltem-Mü | 0,23 | | 22 0 % | 5 0 % |

| | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|-------|------|
| DE03 (Decke-über-unbeheizt) | 0,22 | 664 | 6 % | 82 | 2 % |
| FA01 (PR-Fassade verglastt) | 1,00 | 2307 | 20 % | 2.307 | 53 % |
| FA02 (VHF Aluminium vor St) | 0,27 | 561 | 5 % | 154 | 4 % |
| FA04 (VHF Leichtbauwand) | 0,19 | 450 | 4 % | 85 | 2 % |
| FA05 (PR-Fassade Lamellen) | 1,00 | 56 | 0 % | 56 | 1 % |
| FE01 (Fenster-Sheddach) | 1,00 | 25 | 0 % | 25 | 1 % |
| FE02 (Fenster-zum-Oberlich) | 1,00 | 21 | 0 % | 21 | 0 % |
| IW01 (Wand-zu-unbeheizten- | 0,23 | 64 | 1 % | 7 | 0 % |
| IW02 (Wand-zu-unbeheizten- | 0,23 | 172 | 1 % | 21 | 0 % |
| OL01 (ETFE-Folienkissen-Da | 1,30 | 104 | 1 % | 135 | 3 % |
| T01 (Außentür-transparent) | 1,00 | 17 | 0 % | 17 | 0 % |
| T02 (Außentür-opak) | 1,80 | 78 | 1 % | 140 | 3 % |
| T03 (Windfangtür) | 1,00 | 42 | 0 % | 42 | 1 % |

11590 100 % 4.342 100 %

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

1.4 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2 \cdot 11590 / 26317 = 0,88 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, $f_{\text{ATD}} = (n_{50} + 1,5) / n_{50} = 2,50 \text{ (Gl.67)}$

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (manuelle, raumweise Steuerung) für die Zonen Zone 1 Gruppenbüro, Zone 2 Projektraum, Zone 3 Open Space, Zone 4 Besprechungsraum, Zone 6 Gastronomie, Zone 7 Küche/Lager, Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume und mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern) für die Zonen Zone 1 Gruppenbüro, Zone 2 Projektraum, Zone 3 Open Space, Zone 4 Besprechungsraum, Zone 5 Multifunktionsraum, Zone 6 Gastronomie, Zone 7 Küche/Lager, Zone 9 Foyer/Empfang, Zone 10 Atrium, Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

| Zone | ALD | n ₅₀ h ⁻¹ | V _A /V _{dc} m ³ / (m ² h) | Luftwechsel | | Fenster n _{win} h ⁻¹ | Lüftungsanlage | |
|---------------------------|-----|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--------------------------|
| | | | | n _{nutz} h ⁻¹ | n _{inf} h ⁻¹ | | n _{m, ZUL} h ⁻¹ | t _{V, m} h/d |
| Zone 1 Gruppenbüro | - | 1,15 | 3,55 | 1,16 | 0,08 | 0,10 | 1,16 | 13 |
| Zone 2 Projektraum | - | 1,61 | 8,75 | 2,92 | 0,11 | 0,10 | 2,92 | 13 |
| Zone 3 Open Space | - | 1,01 | 6,00 | 2,00 | 0,07 | 0,10 | 2,00 | 13 |
| Zone 4 Besprechung | - | 0,81 | 8,75 | 2,92 | 0,06 | 0,10 | 2,92 | 13 |
| Zone 5 Multifunkti | - | 0,88 | 19,00 | 4,75 | 0,06 | 0,10 | 4,75 | 12 |
| Zone 6 Gastronomie | - | 1,28 | 13,35 | 3,29 | 0,09 | 0,10 | 3,29 | 16 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 1,19 | 15,00 | 4,05 | 0,08 | 0,10 | 4,05 | 15 |
| Zone 8 Sanitäräum | - | 0,54 | 15,00 | 4,35 | 0,04 | 0,10 | 4,35 | 13 |
| Zone 9 Foyer/Empfa | - | 0,85 | 6,10 | 1,52 | 0,06 | 0,10 | 1,53 | 13 |
| Zone 10 Atrium | - | 0,37 | 6,10 | 1,33 | 0,03 | 0,10 | 1,33 | 13 |
| Zone 11 Sonstige A | - | 0,57 | 6,10 | 1,96 | 0,04 | 0,10 | 1,96 | 13 |
| Zone 12 Nebenfläch | - | 0,83 | 0,15 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,04 | 13 |
| Zone 13 Technik UG | ja | 1,77 | 0,15 | 0,04 | 0,23 | 0,10 | 0,04 | 13 |
| ⇒ WE-Betrieb ... | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppenbüro | | | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,10 | | |
| Zone 2 Projektraum | | | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,10 | | |
| Zone 3 Open Space | | | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,10 | | |
| Zone 4 Besprechungsraum | | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 | | |
| Zone 5 Multifunktionsraum | | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 | | |
| Zone 6 Gastronomie | | | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,10 | | |
| Zone 7 Küche/Lager | | | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,10 | | |
| Zone 8 Sanitäräume | | | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,10 | | |

| | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Zone 9 Foyer/Empfang | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 10 Atrium | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,10 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthaltsr | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,10 |
| Zone 12 Nebenflächen | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 13 Technik UG | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,10 |

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3810 / 3810 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <2> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 1447 / 1447 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <3> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 7694 / 7694 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <4> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3759 / 3759 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <5> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 12231 / 12231 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <6> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 6016 / 6016 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <7> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3177 / 3177 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <8> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3360 / 3360 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <9> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 810 / 810 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <10> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 4846 / 4846 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <11> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 4650 / 4650 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <12> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 192 / 192 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <13> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 24 / 24 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

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

| Transferkoeffizienten Lüftung | V m³ | H _{V,z,Jan} W/K | H _{V,inf} W/K | H _{V,win} W/K | Σ H _V W/K | H _{V,mech} W/K | θ _{V,Jan} °C |
|----------------------------------|---------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 3.282 | 0 | 90 | 112 | 202 | 702 | 22,0 |
| Zone 2 Projektraum | 496 | 0 | 19 | 17 | 36 | 267 | 22,0 |
| Zone 3 Open Space | 3.847 | 0 | 93 | 131 | 224 | 1417 | 22,0 |
| Zone 4 Besprechungsrr | 1.289 | 0 | 25 | 44 | 69 | 692 | 18,3 |
| Zone 5 Multifunktion | 2.575 | 0 | 54 | 88 | 142 | 2079 | 21,0 |
| Zone 6 Gastronomie | 1.828 | 0 | 56 | 62 | 118 | 1363 | 18,3 |
| Zone 7 Küche/Lager | 785 | 0 | 22 | 27 | 49 | 675 | 21,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | 772 | 0 | 10 | 26 | 36 | 619 | 18,3 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 531 | 0 | 11 | 18 | 29 | 149 | 21,0 |
| Zone 10 Atrium | 3.652 | 0 | 32 | 124 | 157 | 892 | 21,0 |
| Zone 11 Sonstige Auf | 2.372 | 0 | 32 | 81 | 113 | 856 | 18,3 |
| Zone 12 Nebenflächen | 4.355 | 0 | 86 | 148 | 234 | 35 | 18,3 |
| Zone 13 Technik UG | 533 | 0 | 42 | 18 | 60 | 4 | 18,3 |
| | | 0 | 571 | 895 | 1466 | 9752 | |

⇒ WE-Betrieb ...

| | | | | |
|-----------------------------|---|----|-----|-----|
| Zone 1 Gruppenbüro | 0 | 90 | 112 | 202 |
| Zone 2 Projektraum | 0 | 19 | 17 | 36 |
| Zone 3 Open Space | 0 | 93 | 131 | 224 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 0 | 25 | 44 | 69 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 0 | 54 | 88 | 142 |
| Zone 6 Gastronomie | 0 | 56 | 62 | 118 |
| Zone 7 Küche/Lager | 0 | 22 | 27 | 49 |
| Zone 8 Sanitärräume | 0 | 10 | 26 | 36 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 0 | 11 | 18 | 29 |
| Zone 10 Atrium | 0 | 32 | 124 | 157 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 0 | 32 | 81 | 113 |
| Zone 12 Nebenflächen | 0 | 86 | 148 | 234 |
| Zone 13 Technik UG | 0 | 22 | 18 | 41 |

0 552 895 1447

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

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

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

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

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

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

1.5 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

1.5.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f

Abminderungsfaktoren $F_S = 0.90$ nach GEG §25, vereinfacht

| Kollektorfläche | Zone | A_g m ² | I_S , Jan/Jul W/m ² | g_{eff} , Jan/Jul % | Q_S , Jan/Jul kWh/d |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0103-0 FA01 S-W | 1 | 18,90 | 40/ 120 | 22/ 13 | 7104m 4,0/ 7,3 |
| 0106-0 FA01 S-O | 1 | 16,03 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 4,2/ 6,8 |
| 0107-0 FA05 S-O | 1 | 4,41 | 50/ 132 | 58/ 36 | " 3,1/ 5,0 |
| 0111-0 FA01 N-W | 1 | 46,20 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 2,7/ 22,9 |
| 0117-0 FA01 S-W | 1 | 40,25 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 8,5/ 15,5 |
| 0120-0 FA01 S-O | 1 | 46,20 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 12,1/ 19,6 |
| 0123-0 FA01 N-O | 1 | 46,20 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 2,7/ 27,0 |
| 0128-0 FA01 N-O | 1 | 46,20 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 2,7/ 27,0 |
| 0130-0 FA01 N-W | 1 | 14,28 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 0,8/ 7,1 |
| 0137-0 FA01 S-W | 1 | 31,92 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 6,7/ 12,3 |
| 0141-0 FA01 S-O | 1 | 46,20 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 12,1/ 19,6 |
| 0201-0 FA01 N-W | 2 | 59,22 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 3,4/ 29,4 |
| 0209-0 FA01 S-W | 2 | 13,37 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 2,8/ 5,2 |
| 0302-0 FA01 N-W | 3 | 60,48 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 3,5/ 30,0 |
| 0305-0 FA01 S-W | 3 | 60,48 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 12,7/ 23,4 |
| 0312-0 FA01 S-O | 3 | 60,48 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 15,9/ 25,7 |
| 0319-0 FA01 N-O | 3 | 54,53 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 3,2/ 31,9 |
| 0325-0 FA01 N-O | 3 | 46,20 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 2,7/ 27,0 |
| 0328-0 FA01 N-W | 3 | 29,40 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 1,7/ 14,6 |
| 0333-0 FA01 S-W | 3 | 45,36 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 9,5/ 17,5 |
| 0336-0 FA01 S-O | 3 | 60,48 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 15,9/ 25,7 |
| 0506-0 FA01 N-W | 5 | 93,66 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 5,4/ 46,5 |
| 0508-0 FA01 S-W | 5 | 19,39 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 4,1/ 7,5 |
| 0515-0 FA01 N-O | 5 | 17,99 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 1,0/ 10,5 |
| 0516-0 T03 N-O | 5 | 3,85 | 11/ 112 | 44/ 43 | " 0,4/ 4,5 |
| 0517-0 T03 N-W | 5 | 7,63 | 11/ 95 | 44/ 43 | " 0,9/ 7,5 |
| 0518-0 T03 S-W | 5 | 3,85 | 40/ 120 | 44/ 25 | " 1,6/ 2,8 |
| 0520-0 T01 N-O | 5 | 2,52 | 11/ 112 | 29/ 29 | " 0,2/ 2,0 |
| 0606-0 FA01 S-W | 6 | 58,87 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 12,4/ 22,7 |
| 0607-0 T01 S-W | 6 | 4,55 | 40/ 120 | 29/ 17 | " 1,3/ 2,2 |
| 0609-0 FA01 S-O | 6 | 30,45 | 50/ 132 | 22/ 13 | " 8,0/ 12,9 |
| 0612-0 FA01 N-O | 6 | 24,08 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 1,4/ 14,1 |
| 0613-0 FA05 S-W | 6 | 17,43 | 40/ 120 | 58/ 36 | " 9,8/ 18,0 |
| 0614-0 FA05 S-O | 6 | 8,40 | 50/ 132 | 58/ 36 | " 5,9/ 9,5 |
| 0620-0 FA01 S-W | 6 | 30,10 | 40/ 120 | 22/ 13 | " 6,3/ 11,6 |
| 0621-0 FA01 N-O | 6 | 31,50 | 11/ 112 | 22/ 22 | " 1,8/ 18,4 |
| 0624-0 FA01 N-W | 6 | 15,96 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 0,9/ 7,9 |
| 0630-0 FE01 N-W | 6 | 17,22 | 11/ 95 | 26/ 25 | " 1,2/ 9,9 |
| 0708-0 FA01 S-O | 7 | 14,00 | 50/ 132 | 22/ 22 | 7100 3,7/ 9,7 |
| 0709-0 FA01 S-W | 7 | 14,84 | 40/ 120 | 22/ 22 | " 3,1/ 9,3 |
| 0710-0 FA01 N-W | 7 | 14,00 | 11/ 95 | 22/ 22 | " 0,8/ 7,0 |
| 0713-0 FA01 S-W | 7 | 15,61 | 40/ 120 | 22/ 22 | " 3,3/ 9,8 |
| 0904-0 FA01 S-O | 9 | 29,54 | 50/ 132 | 22/ 13 | 7104m 7,8/ 12,6 |
| 0905-0 T03 S-W | 9 | 3,08 | 40/ 120 | 44/ 25 | " 1,3/ 2,3 |
| 0906-0 T03 S-O | 9 | 7,70 | 50/ 132 | 44/ 25 | " 4,0/ 6,2 |

| | | | | | | | | |
|----------|------|------|----|-------|---------|--------|------|------------|
| 0907-0 | T03 | N-O | 9 | 3,08 | 11/ 112 | 44/ 43 | " | 0,4/ 3,6 |
| 0909-0 | T01 | S-O | 9 | 2,66 | 50/ 132 | 29/ 17 | " | 0,9/ 1,4 |
| 1004-0 | FA01 | N-W | 10 | 29,82 | 11/ 95 | 22/ 22 | " | 1,7/ 14,8 |
| 1017-0 | FA01 | S-O | 10 | 30,24 | 50/ 132 | 22/ 13 | " | 7,9/ 12,8 |
| 1018-0 | FE02 | N-W | 10 | 2,24 | 11/ 95 | 26/ 25 | " | 0,2/ 1,3 |
| 1019-0 | FE02 | West | 10 | 1,33 | 17/ 117 | 26/ 19 | " | 0,1/ 0,7 |
| 1020-0 | FE02 | S-W | 10 | 2,03 | 40/ 120 | 26/ 15 | " | 0,5/ 0,9 |
| 1021-0 | FE02 | Süd | 10 | 1,47 | 59/ 113 | 26/ 13 | " | 0,5/ 0,5 |
| 1022-0 | FE02 | S-O | 10 | 2,38 | 50/ 132 | 26/ 15 | " | 0,7/ 1,1 |
| 1023-0 | FE02 | Ost | 10 | 1,33 | 25/ 138 | 26/ 19 | " | 0,2/ 0,8 |
| 1024-0 | FE02 | N-O | 10 | 2,24 | 11/ 112 | 26/ 25 | " | 0,2/ 1,5 |
| 1025-0 | FE02 | Nord | 10 | 1,47 | 10/ 81 | 26/ 26 | " | 0,1/ 0,7 |
| 1026-0 | OL01 | | 10 | 72,73 | 29/ 210 | 29/ 16 | " | 14,8/ 57,2 |
| 1103-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,26 | 11/ 112 | 22/ 22 | " | 0,9/ 8,9 |
| 1104-0 | FA01 | S-O | 11 | 16,03 | 50/ 132 | 22/ 13 | " | 4,2/ 6,8 |
| 1105-0 | FA05 | S-O | 11 | 4,41 | 50/ 132 | 58/ 36 | " | 3,1/ 5,0 |
| 1106-0 | FA05 | N-O | 11 | 4,20 | 11/ 112 | 58/ 58 | " | 0,6/ 6,6 |
| 1109-0 | FA01 | S-W | 11 | 15,12 | 40/ 120 | 22/ 13 | " | 3,2/ 5,8 |
| 1110-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,12 | 11/ 112 | 22/ 22 | " | 0,9/ 8,8 |
| 1111-0 | FA01 | S-O | 11 | 15,12 | 50/ 132 | 22/ 13 | " | 4,0/ 6,4 |
| 1116-0 | FA01 | N-W | 11 | 9,38 | 11/ 95 | 22/ 22 | " | 0,5/ 4,7 |
| 1118-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,12 | 11/ 112 | 22/ 22 | " | 0,9/ 8,8 |
| 1120-0 | FA01 | S-O | 11 | 15,12 | 50/ 132 | 22/ 13 | " | 4,0/ 6,4 |
| 1122-0 | FA01 | S-W | 11 | 30,66 | 40/ 120 | 22/ 13 | " | 6,4/ 11,8 |
| 1208-0 | FA01 | N-O | 12 | 2,45 | 11/ 112 | 22/ 22 | 7100 | 0,1/ 1,4 |
| 1209-0 | T01 | N-O | 12 | 2,03 | 11/ 112 | 29/ 29 | " | 0,2/ 1,6 |
| 1219-0 | FA01 | N-W | 12 | 15,12 | 11/ 95 | 22/ 22 | " | 0,9/ 7,5 |
| 1224-0 | FA01 | S-W | 12 | 15,12 | 40/ 120 | 22/ 22 | " | 3,2/ 9,5 |
| 1230-0 | FA01 | S-O | 12 | 15,12 | 50/ 132 | 22/ 22 | " | 4,0/ 10,5 |
| 1234-0 | FA01 | N-O | 12 | 15,12 | 11/ 112 | 22/ 22 | " | 0,9/ 8,9 |
| 1246-0 | FA01 | N-W | 12 | 34,02 | 11/ 95 | 22/ 22 | " | 2,0/ 17,0 |
| 1252-0 | FA01 | S-O | 12 | 15,12 | 50/ 132 | 22/ 22 | " | 4,0/ 10,5 |
| 1256-0 | FA01 | N-O | 12 | 28,49 | 11/ 112 | 22/ 22 | " | 1,6/ 16,7 |
| 1259-0 | FA01 | S-W | 12 | 15,12 | 40/ 120 | 22/ 22 | " | 3,2/ 9,5 |
| 1.798,80 | | | | | | | | 295/ 936 |

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

1.5.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

| Hüllfläche | | | Zone | | A | U | α | h_r | $I_{S, Jul}$ | $Q_{S, Jul}$ |
|------------|------|-----|------|---|----------------|-----------------------|----------|-----------------------|------------------|--------------|
| | | | | | m ² | W/ (m ² K) | | W/ (m ² K) | W/m ² | kWh/d |
| 0104-0 | FA03 | S-W | SW | 1 | 10,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0105-0 | FA03 | S-O | SO | 1 | 10,2 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0109-0 | FA02 | N-O | NO | 1 | 17,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0110-0 | FA03 | N-O | NO | 1 | 37,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0112-0 | FA03 | S-W | SW | 1 | 36,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0113-0 | FA04 | S-W | SW | 1 | 13,4 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|----|---|-------|------|------|------|-----|-----|
| 0114-0 | FA03.2 | S-W | SW | 1 | 2,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0115-0 | FA03 | N-W | NW | 1 | 37,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0116-0 | FA02 | N-W | NW | 1 | 17,4 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0118-0 | FA03 | S-O | SO | 1 | 37,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0119-0 | FA04 | S-O | SO | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0121-0 | FA02 | S-W | SW | 1 | 17,4 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0122-0 | FA04 | N-O | NO | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0124-0 | FA04 | N-W | NW | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0125-0 | FA02 | S-O | SO | 1 | 17,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0126-0 | FA02 | S-O | SO | 1 | 17,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0127-0 | FA03 | N-O | NO | 1 | 30,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0129-0 | FA04 | N-W | NW | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0131-0 | DA04 | | - | 1 | 0,6 | 0,10 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0132-0 | FA02 | S-W | SW | 1 | 17,4 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0133-0 | FA04 | N-O | NO | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0134-0 | FA02 | N-W | NW | 1 | 17,4 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0135-0 | FA03 | N-W | NW | 1 | 18,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0136-0 | FA03 | S-W | SW | 1 | 26,2 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0138-0 | FA03 | S-O | SO | 1 | 37,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0139-0 | FA04 | S-O | SO | 1 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0140-0 | DA01 | | - | 1 | 478,4 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 3,1 |
| 0202-0 | FA03 | N-W | NW | 2 | 32,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0203-0 | FA03 | S-W | SW | 2 | 18,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0204-0 | FA04 | S-W | SW | 2 | 21,0 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0205-0 | FA02 | N-O | NO | 2 | 17,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0206-0 | FA03 | N-O | NO | 2 | 7,2 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0207-0 | DA02 | | - | 2 | 144,1 | 0,16 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,3 |
| 0208-0 | DA01 | | - | 2 | 52,2 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| 0210-0 | FA03.2 | S-W | SW | 2 | 2,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0303-0 | FA03 | N-W | NW | 3 | 43,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0304-0 | FA03 | S-W | SW | 3 | 43,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,4 |
| 0306-0 | FA02 | S-W | SW | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0307-0 | T02 | S-W | SW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0308-0 | FA04 | S-W | SW | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0309-0 | DA02 | | - | 3 | 65,6 | 0,16 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,6 |
| 0310-0 | FA03.2 | N-O | NO | 3 | 2,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0311-0 | FA03 | S-O | SO | 3 | 43,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0313-0 | FA02 | S-O | SO | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0314-0 | T02 | S-O | SO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0315-0 | FA04 | S-O | SO | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0316-0 | FA02 | N-O | NO | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0317-0 | T02 | N-O | NO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0318-0 | FA04 | N-O | NO | 3 | 21,4 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0320-0 | FA03 | N-O | NO | 3 | 42,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0321-0 | FA02 | N-W | NW | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0322-0 | T02 | N-W | NW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0324-0 | FA04 | N-W | NW | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0326-0 | FA03 | N-O | NO | 3 | 36,2 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0327-0 | FA03 | N-W | NW | 3 | 26,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0329-0 | FA02 | N-W | NW | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0330-0 | T02 | N-W | NW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0331-0 | FA04 | N-W | NW | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0332-0 | DA01 | | - | 3 | 553,5 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 3,6 |
| 0334-0 | FA03 | S-W | SW | 3 | 24,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0335-0 | FA03 | S-O | SO | 3 | 43,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0337-0 | FA02 | S-O | SO | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0338-0 | T02 | S-O | SO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0339-0 | FA04 | S-O | SO | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0340-0 | DA04 | | - | 3 | 130,6 | 0,10 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,8 |
| 0341-0 | FA02 | N-O | NO | 3 | 2,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0342-0 | T02 | N-O | NO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0343-0 | FA04 | N-O | NO | 3 | 14,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0401-0 | FA02 | N-W | NW | 4 | 25,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0402-0 | FA02 | S-W | SW | 4 | 25,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0403-0 | FA02 | S-O | SO | 4 | 25,2 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0404-0 | FA02 | N-O | NO | 4 | 25,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|----|---|-------|------|------|------|-----|-----|
| 0405-0 | FA03 | S-W | SW | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0406-0 | FA03 | N-W | NW | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0407-0 | FA03 | S-O | SO | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0408-0 | FA03 | N-O | NO | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0409-0 | FA02 | N-O | NO | 4 | 25,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0410-0 | FA02 | N-W | NW | 4 | 23,6 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0411-0 | FA02 | S-W | SW | 4 | 3,0 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0412-0 | FA03 | N-W | NW | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0413-0 | AW04 | N-O | NO | 4 | 21,4 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0414-0 | AW04 | N-W | NW | 4 | 29,3 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0415-0 | AW04 | S-W | SW | 4 | 21,4 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0416-0 | FA02 | S-O | SO | 4 | 23,7 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0417-0 | DA01 | - | - | 4 | 168,3 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,1 |
| 0418-0 | AW04 | S-O | SO | 4 | 29,3 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,5 |
| 0419-0 | DA08 | - | - | 4 | 20,8 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| 0420-0 | DA02 | - | - | 4 | 0,2 | 0,16 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0421-0 | FA03 | S-O | SO | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0422-0 | DA04 | - | - | 4 | 50,2 | 0,10 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| 0423-0 | FA03 | N-O | NO | 4 | 0,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0502-0 | FA02 | N-W | NW | 5 | 31,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0503-0 | FA02 | S-W | SW | 5 | 31,7 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0505-0 | FA03 | N-W | NW | 5 | 50,7 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0507-0 | FA03 | S-W | SW | 5 | 14,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0509-0 | T02 | S-W | SW | 5 | 3,1 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0510-0 | FA02 | S-O | SO | 5 | 1,9 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0512-0 | FA03 | N-O | NO | 5 | 11,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0513-0 | T02 | N-W | NW | 5 | 4,1 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0514-0 | FA02 | N-O | NO | 5 | 1,9 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0521-0 | DA06 | - | - | 5 | 4,2 | 0,29 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| 0522-0 | DA05 | - | - | 5 | 53,3 | 0,13 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 |
| 0601-0 | FA02 | N-W | NW | 6 | 25,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0603-0 | FA03 | N-W | NW | 6 | 9,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0604-0 | T02 | N-W | NW | 6 | 2,7 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0605-0 | FA03 | S-W | SW | 6 | 38,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0608-0 | FA03 | S-O | SO | 6 | 24,0 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0615-0 | FA02 | S-O | SO | 6 | 4,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0616-0 | T02 | S-O | SO | 6 | 2,7 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0617-0 | FA02 | S-W | SW | 6 | 1,9 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0618-0 | FA03 | N-O | NO | 6 | 7,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0619-0 | FA03.2 | S-W | SW | 6 | 22,8 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,5 |
| 0622-0 | FA03.2 | N-O | NO | 6 | 19,2 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,4 |
| 0623-0 | FA03.2 | N-W | NW | 6 | 12,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0625-0 | AW03 | S-W | SW | 6 | 21,0 | 0,46 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0626-0 | DA01 | - | - | 6 | 1,9 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0627-0 | AW03 | N-O | NO | 6 | 21,0 | 0,46 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0628-0 | AW03 | N-W | NW | 6 | 67,6 | 0,46 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,7 |
| 0629-0 | DA07 | S-O | SO | 6 | 171,2 | 0,15 | 0,50 | 4,50 | 212 | 1,5 |
| 0702-0 | FA04 | S-O | SO | 7 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0703-0 | FA03 | S-O | SO | 7 | 7,7 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0704-0 | FA04 | S-W | SW | 7 | 6,6 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0705-0 | FA04 | N-W | NW | 7 | 6,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0706-0 | FA03 | N-W | NW | 7 | 7,7 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0711-0 | FA03 | S-W | SW | 7 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0712-0 | FA03.2 | S-W | SW | 7 | 12,0 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0714-0 | AW04 | S-W | SW | 7 | 6,5 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0715-0 | FA04 | S-W | SW | 7 | 2,8 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0716-0 | AW04 | N-W | NW | 7 | 24,5 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0717-0 | DA01 | - | - | 7 | 64,5 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 |
| 0718-0 | AW04 | N-O | NO | 7 | 6,5 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0719-0 | DA08 | - | - | 7 | 16,4 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| 0720-0 | AW04 | S-O | SO | 7 | 24,5 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0804-0 | FA04 | N-W | NW | 8 | 18,9 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0805-0 | FA03 | N-W | NW | 8 | 8,8 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0806-0 | FA04 | N-O | NO | 8 | 22,9 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0807-0 | FA03 | N-O | NO | 8 | 7,8 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0808-0 | FA03.2 | S-W | SW | 8 | 4,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |

S:\B\Proj\167B16756311_WaermeschutzAbgabe05_BER_6D\AnhangC_GEG.docx:16. 05. 2025

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|----|----|-------|------|------|------|-----|-----|
| 0809-0 | FA04 | S-W | SW | 8 | 13,3 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0810-0 | DA01 | - | - | 8 | 33,8 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| 0908-0 | FA04 | S-O | SO | 9 | 1,5 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0910-0 | FA03 | S-O | SO | 9 | 12,9 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0911-0 | DA06 | - | - | 9 | 3,3 | 0,29 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| 1002-0 | FA04 | N-W | NW | 10 | 0,3 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1003-0 | FA03.2 | N-W | NW | 10 | 20,8 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 1005-0 | DA03 | - | - | 10 | 180,3 | 0,16 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,6 |
| 1006-0 | FA03.2 | S-O | SO | 10 | 22,7 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,6 |
| 1007-0 | AW02 | N-W | NW | 10 | 4,2 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1008-0 | AW02 | West | W | 10 | 2,5 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,0 |
| 1009-0 | AW02 | S-W | SW | 10 | 3,7 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1010-0 | AW02 | Süd | S | 10 | 2,7 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,0 |
| 1011-0 | AW02 | S-O | SO | 10 | 4,4 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1012-0 | FA04 | S-O | SO | 10 | 0,3 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1013-0 | AW02 | Ost | O | 10 | 2,5 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,0 |
| 1014-0 | AW02 | N-O | NO | 10 | 4,1 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1015-0 | AW02 | Nord | N | 10 | 2,7 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 81 | 0,0 |
| 1016-0 | FA02 | S-O | SO | 10 | 0,3 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1101-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 10,2 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1102-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 11,7 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1112-0 | FA03 | S-W | SW | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1113-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1114-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1115-0 | FA03 | N-W | NW | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1117-0 | FA04 | N-W | NW | 11 | 8,2 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1119-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1121-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 6,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1123-0 | FA02 | N-W | NW | 11 | 1,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1124-0 | FA02 | S-W | SW | 11 | 22,1 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 1125-0 | FA02 | S-O | SO | 11 | 1,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1126-0 | FA03 | S-W | SW | 11 | 13,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1127-0 | AW04 | N-W | NW | 11 | 4,8 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1128-0 | AW04 | S-W | SW | 11 | 11,6 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 1129-0 | DA01 | - | - | 11 | 214,0 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,4 |
| 1130-0 | AW04 | N-O | NO | 11 | 11,6 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1131-0 | DA08 | - | - | 11 | 6,0 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| 1132-0 | AW04 | S-O | SO | 11 | 4,8 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1203-0 | FA04 | N-O | NO | 12 | 47,7 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 1205-0 | FA04 | S-O | SO | 12 | 27,0 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1206-0 | FA04 | N-W | NW | 12 | 3,7 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1207-0 | T02 | N-W | NW | 12 | 4,4 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 1210-0 | FA03 | N-W | NW | 12 | 1,8 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1211-0 | FA02 | N-W | NW | 12 | 1,9 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1212-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 28,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 1213-0 | FA02 | N-O | NO | 12 | 33,2 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 1214-0 | FA03 | S-O | SO | 12 | 13,9 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1215-0 | FA03 | N-O | NO | 12 | 24,8 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 1216-0 | T02 | N-O | NO | 12 | 13,5 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,8 |
| 1218-0 | FA02 | S-W | SW | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1220-0 | T02 | S-W | SW | 12 | 2,0 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1221-0 | FA03 | S-W | SW | 12 | 7,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1222-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1223-0 | T02 | S-O | SO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1225-0 | FA03 | S-O | SO | 12 | 7,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1227-0 | FA02 | N-O | NO | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1228-0 | T02 | N-O | NO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1229-0 | FA03 | N-O | NO | 12 | 7,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1231-0 | FA02 | N-W | NW | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1232-0 | T02 | N-W | NW | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1233-0 | FA03 | N-W | NW | 12 | 7,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1235-0 | AW04 | S-O | SO | 12 | 9,0 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1236-0 | AW04 | N-O | NO | 12 | 13,7 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 1237-0 | AW04 | N-W | NW | 12 | 4,6 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1238-0 | DA04 | - | - | 12 | 71,9 | 0,10 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 |
| 1239-0 | AW04 | S-W | SW | 12 | 13,7 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |

| | | | | | | | | | |
|--------|------------|----|----|-------|------|------|------|-----|-----|
| 1240-0 | DA08 | - | 12 | 10,5 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| 1241-0 | FA03 S-W | SW | 12 | 11,1 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1242-0 | FA02 S-W | SW | 12 | 5,4 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1243-0 | T02 S-W | SW | 12 | 3,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 1244-0 | FA02 N-O | NO | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1245-0 | T02 N-O | NO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1247-0 | FA03 N-W | NW | 12 | 17,4 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1248-0 | FA03 N-O | NO | 12 | 13,6 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1249-0 | DA01 | - | 12 | 237,5 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,5 |
| 1250-0 | DA02 | - | 12 | 48,4 | 0,16 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 |
| 1251-0 | FA03 S-O | SO | 12 | 7,5 | 0,25 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1253-0 | FA03.2 N-O | NO | 12 | 2,5 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1254-0 | FA02 N-W | NW | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1255-0 | T02 N-W | NW | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1257-0 | FA02 S-O | SO | 12 | 2,8 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1258-0 | T02 S-O | SO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1260-0 | AW04 N-W | NW | 12 | 8,3 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1261-0 | AW04 S-W | SW | 12 | 11,0 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1262-0 | AW04 S-O | SO | 12 | 8,3 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1263-0 | AW04 N-O | NO | 12 | 11,0 | 0,37 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1264-0 | DA08 | - | 12 | 22,5 | 0,21 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| 1265-0 | FA04 N-O | NO | 12 | 47,6 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 1266-0 | FA03.2 N-O | NO | 12 | 19,7 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,4 |
| 1267-0 | FA03.2 N-W | NW | 12 | 9,1 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1268-0 | FA04 N-W | NW | 12 | 23,4 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1269-0 | DA01 | - | 12 | 141,0 | 0,11 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,9 |
| 1270-0 | FA02 S-O | SO | 12 | 14,5 | 0,27 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1271-0 | FA04 S-W | SW | 12 | 7,3 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1272-0 | FA03.2 S-W | SW | 12 | 3,6 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1273-0 | FA03.2 S-O | SO | 12 | 18,2 | 0,60 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,5 |
| 1274-0 | FA04 S-O | SO | 12 | 27,8 | 0,19 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1307-0 | T02 S-W | SW | 13 | 5,0 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 1309-0 | T02 N-O | NO | 13 | 11,5 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,7 |

5.667,0

50,6

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

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 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

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

1.5.3 solare Wärmegewinne

| Zone | Sep kWh | Okt kWh | Nov kWh | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Jahr kWh |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| über Fenster ... | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 4.892 | 3.677 | 1.363 | 950 | 1.844 | 1.642 | 3.980 | 46.198 |
| Zone 2 Projekt | 703 | 444 | 186 | 115 | 193 | 227 | 547 | 7.656 |
| Zone 3 Open Sp | 5.461 | 4.054 | 1.516 | 1.049 | 2.014 | 1.826 | 4.428 | 52.115 |
| Zone 4 Besprec | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zone 5 Multifu | 1.573 | 986 | 415 | 254 | 423 | 513 | 1.233 | 17.507 |
| Zone 6 Gastron | 4.075 | 3.051 | 1.145 | 809 | 1.515 | 1.326 | 3.279 | 36.647 |
| Zone 7 Küche/L | 875 | 667 | 248 | 177 | 337 | 285 | 703 | 9.076 |
| Zone 8 Sanitär | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zone 9 Foyer/E | 1.003 | 827 | 287 | 210 | 446 | 349 | 834 | 8.658 |
| Zone 10 Atrium | 2.922 | 1.957 | 747 | 456 | 834 | 965 | 2.332 | 26.014 |
| Zone 11 Sonsti | 2.332 | 1.765 | 651 | 456 | 888 | 784 | 1.904 | 21.896 |
| Zone 12 Nebenf | 1.837 | 1.295 | 500 | 333 | 618 | 613 | 1.480 | 20.741 |
| Zone 13 Techni | - | - | - | - | - | - | - | - |
| über opake ... | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 93 | 39 | - | - | 2 | - | 45 | 1.255 |

| | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Zone 2 Projekt | 26 | 5 | - | - | - | - | 9 | 403 |
| Zone 3 Open Sp | 107 | 36 | - | - | 3 | - | 46 | 1.576 |
| Zone 4 Besprec | 57 | 25 | - | - | 2 | - | 28 | 802 |
| Zone 5 Multifu | 24 | 10 | - | - | 0 | - | 11 | 338 |
| Zone 6 Gastron | 69 | 30 | - | - | 1 | - | 36 | 932 |
| Zone 7 Küche/L | 30 | 15 | - | - | 1 | - | 17 | 373 |
| Zone 8 Sanitär | 8 | 3 | - | - | - | - | 3 | 123 |
| Zone 9 Foyer/E | 4 | 2 | - | - | 0 | - | 2 | 41 |
| Zone 10 Atrium | 32 | 11 | - | - | 1 | 0 | 14 | 475 |
| Zone 11 Sonsti | 36 | 13 | - | - | 1 | - | 16 | 492 |
| Zone 12 Nebenf | 127 | 53 | - | - | 4 | - | 61 | 1.888 |
| Zone 13 Techni | 10 | 5 | - | - | - | - | 5 | 160 |
| <hr/> | | | | | | | | |
| | 26.295 | 18.971 | 7.058 | 4.810 | 9.128 | 8.528 | 21.015 | 255.370 |

1.6 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 |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 782 | 23,5 | 33,6 | 0,0 | 57,1 |
| Zone 2 Projektraum | 294 | 27,3 | 2,4 | 0,0 | 29,7 |
| Zone 3 Open Space | 2174 | 91,3 | 130,4 | 0,0 | 221,7 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 489 | 45,5 | 3,9 | 0,0 | 49,4 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 620 | 260,4 | 14,9 | 0,0 | 275,2 |
| Zone 6 Gastronomie | 388 | 90,5 | 5,4 | 0,0 | 95,9 |
| Zone 7 Küche/Lager | 353 | 19,8 | 63,6 | 0,0 | 83,3 |
| Zone 8 Sanitärräume | 214 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 136 | 12,7 | 1,1 | 0,0 | 13,8 |
| Zone 10 Atrium | 984 | 91,5 | 7,9 | 0,0 | 99,4 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 521 | 48,5 | 4,2 | 0,0 | 52,6 |
| Zone 12 Nebenflächen | 1022 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 13 Technik UG | 1017 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| ⇒ WE-Betrieb ... | | | | | |
| Zone 1 Gruppenbüro | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 6 Gastronomie | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 13 Technik UG | | - | - | 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 |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 0,0 | 30,9 | 3,8 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | 0,0 | 4,6 | 1,9 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | 0,0 | 58,6 | 15,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 0,0 | 22,1 | 5,3 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 0,0 | 16,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 6 Gastronomie | 0,0 | 13,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 0,0 | 8,0 | 0,1 | 0,8 | 0,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | 0,0 | 4,9 | 2,8 | 0,8 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | 0,0 | 17,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 0,0 | 13,3 | 9,0 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 0,0 | 4,9 | 15,1 | 0,0 | 0,0 |

Zone 13 Technik UG 0,0 0,6 1,9 0,0 0,0

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

1.7 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

| Zone | ΣH_T W/K | ΣH_V W/K | $\Sigma H_{V, mech}$ W/K | Q_{sink} kWh/d | Q_{source} kWh/d | γ |
|------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|----------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 870 | 202 | 702 | 534 | 152 | 0,284 |
| Zone 2 Projektraum | 177 | 36 | 267 | 105 | 42 | 0,403 |
| Zone 3 Open Space | 943 | 224 | 1417 | 583 | 359 | 0,616 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 142 | 69 | 692 | 140 | 78 | 0,553 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 409 | 142 | 2079 | 293 | 305 | 1,042 |
| Zone 6 Gastronomie | 589 | 118 | 1363 | 403 | 158 | 0,393 |
| Zone 7 Küche/Lager | 180 | 49 | 675 | 112 | 103 | 0,921 |
| Zone 8 Sanitäräume | 44 | 36 | 619 | 69 | 9 | 0,136 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 98 | 29 | 149 | 63 | 30 | 0,482 |
| Zone 10 Atrium | 363 | 157 | 892 | 270 | 144 | 0,532 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 330 | 113 | 856 | 270 | 106 | 0,391 |
| Zone 12 Nebenflächen | 665 | 234 | 35 | 470 | 43 | 0,091 |
| Zone 13 Technik UG | 113 | 60 | 4 | 87 | 3 | 0,033 |

| Zone | C_{wirk} Wh / (m²K) | H W/K | τ h | a - | η - | η_{WE} |
|------------------------------|--------------------------|----------|-------------|--------|-------------|-------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 50 | 1773 | 30,28 | 2,89 | 0,981 | 1,000 |
| Zone 2 Projektraum | 50 | 479 | 17,25 | 2,08 | 0,904 | 1,000 |
| Zone 3 Open Space | 50 | 2583 | 24,82 | 2,55 | 0,864 | 1,000 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 50 | 902 | 23,81 | 2,49 | 0,883 | 1,000 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 50 | 2629 | 12,24 | 1,76 | 0,625 | 1,000 |
| Zone 6 Gastronomie | 50 | 2070 | 10,88 | 1,68 | 0,863 | 0,995 |
| Zone 7 Küche/Lager | 50 | 904 | 11,72 | 1,73 | 0,660 | 1,000 |
| Zone 8 Sanitäräume | 50 | 699 | 16,03 | 2,00 | 0,984 | 1,000 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 50 | 276 | 24,08 | 2,50 | 0,910 | 0,996 |
| Zone 10 Atrium | 50 | 1412 | 28,13 | 2,76 | 0,910 | 1,000 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 50 | 1299 | 29,34 | 2,83 | 0,956 | 1,000 |
| Zone 12 Nebenflächen | 50 | 934 | 68,46 | 5,28 | 1,000 | 1,000 |
| Zone 13 Technik UG | 50 | 177 | 44,27 | 3,77 | 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

1.8 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

1.8.1 Temperaturrandbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

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

1.8.2 Zone Zone 1 Gruppenbüro

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 57,1$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,697 | 0,881 | 0,978 | 0,988 | 0,981 | 0,980 | 0,932 | 0,738 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,733 | 0,971 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,988 | 0,769 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.207 | 951 | 920 | 951 | 951 | 859 | 951 | 10.985 |
| t_h | h | 249 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.325 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 408 | 2.458 | 6.008 | 8.001 | 7.448 | 6.396 | 4.456 | 37.587 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 271 | 2.004 | 2.868 | 2.558 | 2.151 | 1.122 | 10.973 |
| Q_T | kWh | 3.800 | 6.739 | 9.585 | 11.779 | 11.721 | 10.110 | 9.553 | 79.040 |
| Q_V | kWh | 312 | 987 | 1.567 | 1.993 | 1.982 | 1.695 | 1.549 | 9.410 |
| Q_S^* | kWh | 3.531 | 3.379 | 1.343 | 942 | 1.823 | 1.619 | 3.822 | 31.344 |
| Q_I^* | kWh | 1.201 | 1.641 | 1.878 | 2.070 | 1.950 | 1.695 | 1.706 | 16.232 |

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

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

1.8.3 Zone Zone 2 Projektraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 29,7 \text{ kWh/d}$

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} | | 0,586 | 0,764 | 0,883 | 0,909 | 0,904 | 0,889 | 0,820 | 0,638 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,832 | 0,989 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,991 | 0,775 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 242 | 147 | 142 | 147 | 147 | 132 | 147 | 1.810 |
| t_h | h | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.596 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | - | 312 | 821 | 1.159 | 1.116 | 917 | 643 | 5.136 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 176 | 457 | 622 | 592 | 485 | 329 | 2.684 |
| Q_T | kWh | 770 | 1.366 | 1.942 | 2.387 | 2.375 | 2.049 | 1.936 | 16.016 |
| Q_V | kWh | -63 | 54 | 139 | 196 | 195 | 162 | 133 | -191 |
| Q_S^* | kWh | 484 | 375 | 171 | 108 | 180 | 210 | 485 | 4.376 |
| Q_I^* | kWh | 404 | 566 | 665 | 737 | 715 | 623 | 613 | 5.664 |

1.8.4 Zone Zone 3 Open Space

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 221,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| η_{source} | | 0,476 | 0,668 | 0,839 | 0,881 | 0,864 | 0,858 | 0,764 | 0,586 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,739 | 0,975 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,988 | 0,764 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.312 | 1.136 | 1.099 | 1.136 | 1.136 | 1.026 | 1.136 | 12.949 |
| t_h | h | 79 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.072 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | - | 581 | 3.137 | 4.768 | 4.367 | 3.636 | 2.047 | 19.155 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 159 | 1.984 | 2.886 | 2.561 | 2.137 | 1.028 | 10.755 |
| Q_T | kWh | 4.119 | 7.305 | 10.389 | 12.769 | 12.705 | 10.959 | 10.355 | 85.676 |
| Q_V | kWh | -177 | 563 | 1.128 | 1.524 | 1.512 | 1.275 | 1.099 | 2.216 |
| Q_S^* | kWh | 3.110 | 3.128 | 1.349 | 963 | 1.829 | 1.647 | 3.733 | 29.253 |
| Q_I^* | kWh | 2.677 | 4.033 | 5.162 | 5.826 | 5.574 | 4.895 | 4.651 | 42.408 |

1.8.5 Zone Zone 4 Besprechungsraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 49,4 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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} | | 0,669 | 0,725 | 0,844 | 0,886 | 0,883 | 0,874 | 0,824 | 0,728 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 206 | 365 | 368 | 381 | 381 | 344 | 381 | 3.345 |
| t_h | h | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.760 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 328 | 1.088 | 1.611 | 1.560 | 1.296 | 959 | 7.069 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 16 | 92 | 295 | 430 | 420 | 347 | 257 | 1.930 |
| Q_T | kWh | 621 | 1.102 | 1.567 | 1.926 | 1.917 | 1.653 | 1.562 | 12.925 |
| Q_V | kWh | –151 | 463 | 1.103 | 1.541 | 1.503 | 1.272 | 1.017 | 4.440 |
| Q_S^* | kWh | 44 | 20 | – | – | 2 | – | 25 | 597 |
| Q_I^* | kWh | 1.008 | 1.142 | 1.341 | 1.497 | 1.489 | 1.320 | 1.342 | 13.743 |

1.8.6 Zone Zone 5 Multifunktionsraum

Regelbetrieb (41,1%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,8 \text{ °C}$ und $Q_I = 275,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (58,9%)

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} | | 0,293 | 0,462 | 0,579 | 0,631 | 0,625 | 0,608 | 0,543 | 0,417 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,927 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,824 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 334 | 570 | 552 | 570 | 570 | 515 | 570 | 6.306 |
| t_h | h | 483 | 704 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.605 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 38 | 321 | 549 | 522 | 405 | 219 | 2.196 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 74 | 1.118 | 2.444 | 3.263 | 3.139 | 2.596 | 1.914 | 14.914 |
| Q_T | kWh | 1.711 | 3.035 | 4.316 | 5.304 | 5.278 | 4.553 | 4.301 | 35.590 |
| Q_V | kWh | 337 | 598 | 851 | 1.046 | 1.040 | 897 | 848 | 7.015 |
| Q_S^* | kWh | 1.064 | 775 | 343 | 216 | 358 | 430 | 1.010 | 9.836 |
| Q_I^* | kWh | 1.047 | 1.712 | 2.084 | 2.356 | 2.324 | 2.037 | 2.009 | 18.220 |

1.8.7 Zone Zone 6 Gastronomie

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 95,9 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,465 | 0,642 | 0,839 | 0,888 | 0,863 | 0,856 | 0,738 | 0,598 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,588 | 0,890 | 0,996 | 0,999 | 0,995 | 0,995 | 0,940 | 0,718 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 411 | 784 | 386 | 399 | 399 | 360 | 399 | 4.572 |
| t_h | h | – | 612 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.827 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 2.179 | 5.183 | 7.372 | 6.841 | 5.781 | 3.966 | 32.787 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | – | 662 | 996 | 859 | 721 | 284 | 3.523 |
| Q_T | kWh | 2.650 | 4.699 | 6.683 | 8.214 | 8.173 | 7.050 | 6.661 | 55.115 |
| Q_V | kWh | –365 | 958 | 2.359 | 3.305 | 3.217 | 2.717 | 2.184 | 9.239 |
| Q_S^* | kWh | 2.016 | 2.114 | 993 | 734 | 1.343 | 1.167 | 2.566 | 19.887 |
| Q_I^* | kWh | 1.239 | 1.780 | 2.268 | 2.499 | 2.404 | 2.142 | 2.036 | 19.429 |

1.8.8 Zone Zone 7 Küche/Lager

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1 \text{ °C}$ und $Q_I = 83,3 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,299 | 0,478 | 0,618 | 0,675 | 0,660 | 0,650 | 0,565 | 0,422 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,793 | 0,979 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,992 | 0,787 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 136 | 262 | 181 | 188 | 188 | 169 | 188 | 1.698 |
| t_h | h | 483 | 704 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.722 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 191 | 530 | 807 | 750 | 623 | 397 | 3.413 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | – | 181 | 281 | 248 | 208 | 87 | 1.005 |
| Q_T | kWh | 805 | 1.428 | 2.030 | 2.495 | 2.483 | 2.142 | 2.023 | 16.742 |
| Q_V | kWh | 94 | 168 | 239 | 293 | 292 | 252 | 238 | 1.966 |
| Q_S^* | kWh | 350 | 387 | 170 | 130 | 243 | 203 | 461 | 3.670 |
| Q_I^* | kWh | 674 | 1.119 | 1.408 | 1.598 | 1.551 | 1.374 | 1.317 | 11.585 |

1.8.9 Zone Zone 8 Sanitärräume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| η_{source} | | 0,213 | 0,986 | 0,980 | 0,984 | 0,984 | 0,983 | 0,977 | 0,614 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 100 | 177 | 192 | 198 | 198 | 179 | 198 | 1.665 |
| t_h | h | – | 602 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.720 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 403 | 956 | 1.313 | 1.279 | 1.087 | 878 | 6.256 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | 5 | 66 | 116 | 114 | 91 | 55 | 448 |
| Q_T | kWh | 193 | 342 | 486 | 598 | 595 | 513 | 485 | 4.010 |
| Q_V | kWh | –248 | 212 | 699 | 1.025 | 993 | 834 | 624 | 1.605 |
| Q_S^* | kWh | 4 | 3 | – | – | – | – | 3 | 61 |
| Q_I^* | kWh | 25 | 146 | 173 | 206 | 204 | 177 | 173 | 1.278 |

1.8.10 Zone Zone 9 Foyer/Empfang

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} | | 0,474 | 0,735 | 0,913 | 0,947 | 0,910 | 0,917 | 0,799 | 0,618 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,482 | 0,835 | 0,999 | 1,000 | 0,996 | 0,998 | 0,945 | 0,694 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 141 | 256 | 114 | 118 | 118 | 106 | 118 | 1.172 |
| t_h | h | 167 | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.765 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 31 | 246 | 564 | 796 | 669 | 591 | 322 | 3.257 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | – | 192 | 303 | 227 | 202 | 28 | 951 |
| Q_T | kWh | 426 | 756 | 1.076 | 1.322 | 1.315 | 1.135 | 1.072 | 8.870 |
| Q_V | kWh | 99 | 176 | 250 | 307 | 306 | 264 | 249 | 2.061 |
| Q_S^* | kWh | 480 | 636 | 270 | 203 | 418 | 329 | 707 | 4.906 |

Q_I^* kWh 152 247 301 329 309 277 264 2.432

1.8.11 Zone Zone 10 Atrium

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 99,4\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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} | | 0,462 | 0,749 | 0,882 | 0,924 | 0,910 | 0,894 | 0,796 | 0,612 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,671 | 0,987 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,995 | 0,752 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 586 | 1.093 | 681 | 704 | 704 | 636 | 704 | 7.539 |
| t_h | h | 91 | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.850 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 21 | 848 | 1.844 | 2.703 | 2.486 | 1.978 | 1.161 | 11.404 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | - | 737 | 1.184 | 1.052 | 800 | 199 | 3.971 |
| Q_T | kWh | 1.592 | 2.824 | 4.016 | 4.936 | 4.912 | 4.237 | 4.003 | 33.122 |
| Q_V | kWh | 529 | 939 | 1.335 | 1.640 | 1.632 | 1.408 | 1.330 | 11.007 |
| Q_S^* | kWh | 1.559 | 1.622 | 686 | 432 | 784 | 895 | 2.014 | 14.732 |
| Q_I^* | kWh | 1.100 | 1.849 | 2.118 | 2.302 | 2.256 | 1.996 | 1.960 | 17.764 |

1.8.12 Zone Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 52,6\text{ kWh/d}$

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} | | 0,644 | 0,827 | 0,945 | 0,968 | 0,956 | 0,954 | 0,880 | 0,724 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,713 | 0,988 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,997 | 0,762 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 500 | 931 | 654 | 675 | 675 | 610 | 675 | 6.646 |
| t_h | h | - | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.542 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | - | 1.087 | 2.737 | 3.851 | 3.547 | 3.011 | 1.988 | 16.732 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | - | 524 | 866 | 724 | 594 | 113 | 2.821 |
| Q_T | kWh | 1.447 | 2.567 | 3.651 | 4.487 | 4.465 | 3.851 | 3.639 | 30.107 |
| Q_V | kWh | -61 | 795 | 1.680 | 2.294 | 2.245 | 1.906 | 1.573 | 8.096 |
| Q_S^* | kWh | 1.577 | 1.561 | 627 | 446 | 862 | 759 | 1.761 | 14.579 |
| Q_I^* | kWh | 861 | 1.217 | 1.476 | 1.662 | 1.608 | 1.417 | 1.352 | 13.018 |

1.8.13 Zone Zone 12 Nebenflächen

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5\text{ °C}$ 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 | 0,896 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,982 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,860 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.060 | 1.133 | 1.097 | 1.133 | 1.133 | 1.024 | 1.133 | 11.717 |
| t_h | h | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.369 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 2.383 | 5.039 | 7.636 | 9.340 | 9.088 | 7.829 | 6.901 | 55.225 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 438 | 1.565 | 2.205 | 2.090 | 1.733 | 1.171 | 9.202 |
| Q_T | kWh | 2.929 | 5.196 | 7.389 | 9.082 | 9.036 | 7.795 | 7.365 | 60.937 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _V | kWh | 1.008 | 1.825 | 2.618 | 3.228 | 3.210 | 2.768 | 2.605 | 21.356 |
| Q _S [*] | kWh | 1.948 | 1.349 | 500 | 333 | 622 | 613 | 1.541 | 18.329 |
| Q _I [*] | kWh | 150 | 239 | 439 | 604 | 575 | 480 | 366 | 3.395 |

1.8.14 Zone Zone 13 Technik UG

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 83 | 139 | 134 | 139 | 139 | 125 | 139 | 1.229 |
| t_h | h | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.760 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 595 | 1.071 | 1.466 | 1.772 | 1.762 | 1.525 | 1.456 | 12.004 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 103 | 196 | 342 | 444 | 441 | 375 | 332 | 2.641 |
| Q _T | kWh | 495 | 878 | 1.249 | 1.535 | 1.527 | 1.317 | 1.245 | 10.299 |
| Q _V | kWh | 235 | 422 | 602 | 741 | 738 | 636 | 600 | 4.938 |
| Q _S [*] | kWh | 10 | 5 | - | - | - | - | 5 | 160 |
| Q _I [*] | kWh | 22 | 33 | 55 | 75 | 73 | 62 | 52 | 484 |

1.8.15 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/(m²a) |
| Zone 1 Gruppenbüro | 79.040 | 9.410 | 31.345 | 16.232 | 48.560 | 45,2 |
| Zone 2 Projektraum | 16.016 | -191 | 4.376 | 5.664 | 7.820 | 47,3 |
| Zone 3 Open Space | 85.676 | 2.216 | 29.253 | 42.408 | 29.910 | 23,3 |
| Zone 4 Besprechungs | 12.926 | 4.440 | 597 | 13.743 | 8.999 | 20,9 |
| Zone 5 Multifunktio | 35.590 | 7.015 | 9.836 | 18.220 | 17.109 | 26,6 |
| Zone 6 Gastronomie | 55.115 | 9.239 | 19.887 | 19.429 | 36.310 | 80,6 |
| Zone 7 Küche/Lager | 16.742 | 1.967 | 3.670 | 11.585 | 4.419 | 20,9 |
| Zone 8 Sanitäräume | 4.010 | 1.605 | 61 | 1.278 | 6.703 | 29,9 |
| Zone 9 Foyer/Empfan | 8.870 | 2.061 | 4.906 | 2.432 | 4.208 | 31,7 |
| Zone 10 Atrium | 33.122 | 11.007 | 14.732 | 17.764 | 15.375 | 19,3 |
| Zone 11 Sonstige Au | 30.107 | 8.096 | 14.579 | 13.018 | 19.553 | 25,6 |
| Zone 12 Nebenfläche | 60.937 | 21.356 | 18.329 | 3.395 | 64.427 | 50,4 |
| Zone 13 Technik UG | 10.299 | 4.938 | 160 | 484 | 14.645 | 93,5 |
| | 448.451 | 83.157 | 151.730 | 165.651 | 278.039 | 36,6 |

1.9 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

1.9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

| Zone | Feuchteanf. | No Anlage | Komponenten | $\theta_{SUP, Jan}$ °C |
|---------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | - | 204 RLT-Anlage | VE LH rec75 | 22,0 |
| Zone 2 Projektraum | - | 204 RLT-Anlage | VE LH rec75 | 22,0 |
| Zone 3 Open Space | - | 204 RLT-Anlage | VE LH rec75 | 22,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | - | 204 RLT-Anlage | VE LH LK rec75 | 21,0 |
| Zone 6 Gastronomie | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 204 RLT-Anlage | VE LH LK rec75 | 21,0 |

| | | | | |
|-----------------------------|---|----------------|----------------|------|
| Zone 8 Sanitärräume | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | - | 204 RLT-Anlage | VE LH LK rec75 | 21,0 |
| Zone 10 Atrium | - | 204 RLT-Anlage | VE LH LK rec75 | 21,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |
| Zone 12 Nebenflächen | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |
| Zone 13 Technik UG | - | 204 RLT-Anlage | VE rec75 | 18,3 |

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3810 / 3810 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <2> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 1447 / 1447 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <3> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 7694 / 7694 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <4> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3759 / 3759 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <5> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 12231 / 12231 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <6> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 6016 / 6016 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <7> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3177 / 3177 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <8> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 3360 / 3360 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75
 Zone <9> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 810 / 810 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <10> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 4846 / 4846 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <11> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 4650 / 4650 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
 Zone <12> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 192 / 192 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75
 Zone <13> RLT-Anlage (204) mit VSUP/ETA = 24 / 24 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

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

1.9.2 Strombedarf der Ventilatoren

| | V _{mech,m} m³/h | t _v *d _v h/m | P _{V, SUP} kW | P _{V, ETA} kW | W _{V, Jan} kWh |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 3810 | 276 | 2,12 | 1,32 | 949 |
| Zone 2 Projektraum | 1447 | 276 | 0,80 | 0,50 | 360 |
| Zone 3 Open Space | 7694 | 276 | 4,27 | 2,67 | 1.917 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 3759 | 276 | 2,09 | 1,31 | 937 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 12231 | 153 | 6,80 | 4,25 | 1.688 |
| Zone 6 Gastronomie | 6016 | 408 | 3,34 | 2,09 | 2.215 |
| Zone 7 Küche/Lager | 3177 | 382 | 1,77 | 1,10 | 1.096 |
| Zone 8 Sanitärräume | 3360 | 276 | 1,87 | 1,17 | 837 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 810 | 276 | 0,45 | 0,28 | 202 |
| Zone 10 Atrium | 4846 | 276 | 2,69 | 1,68 | 1.207 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 4650 | 276 | 2,58 | 1,61 | 1.158 |
| Zone 12 Nebenflächen | 192 | 276 | 0,11 | 0,07 | 48 |
| Zone 13 Technik UG | 24 | 276 | 0,01 | 0,01 | 6 |

monatliche Werte W_V [kWh]

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Zone 1 Gruppenb | 919 | 949 | 919 | 949 | 949 | 858 | 949 | 11.179 |
| Zone 2 Projektr | 349 | 360 | 349 | 360 | 360 | 326 | 360 | 4.244 |
| Zone 3 Open Spa | 1.855 | 1.917 | 1.855 | 1.917 | 1.917 | 1.732 | 1.917 | 22.572 |
| Zone 4 Besprech | 907 | 937 | 907 | 937 | 937 | 846 | 937 | 11.029 |
| Zone 5 Multifun | 1.633 | 1.688 | 1.633 | 1.688 | 1.688 | 1.525 | 1.688 | 19.876 |
| Zone 6 Gastrono | 2.143 | 2.215 | 2.143 | 2.215 | 2.215 | 2.000 | 2.215 | 26.074 |
| Zone 7 Küche/La | 1.061 | 1.096 | 1.061 | 1.096 | 1.096 | 990 | 1.096 | 12.907 |
| Zone 8 Sanitär | 810 | 837 | 810 | 837 | 837 | 756 | 837 | 9.856 |
| Zone 9 Foyer/Em | 195 | 202 | 195 | 202 | 202 | 182 | 202 | 2.376 |
| Zone 10 Atrium | 1.168 | 1.207 | 1.168 | 1.207 | 1.207 | 1.090 | 1.207 | 14.214 |
| Zone 11 Sonstig | 1.121 | 1.158 | 1.121 | 1.158 | 1.158 | 1.046 | 1.158 | 13.639 |
| Zone 12 Nebenfl | 46 | 48 | 46 | 48 | 48 | 43 | 48 | 565 |
| Zone 13 Technik | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 68 |
| | 12.213 | 12.621 | 12.213 | 12.621 | 12.621 | 11.400 | 12.621 | 148.600 |

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

1.9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

| | θ_{HC} °C | $q_{\text{H},12\text{h}}$ Wh/m³ | f_{H} | q_{H} Wh/m³ | $Q_{\text{V,H}}$ kWh | $A_{\text{K,A}}$ m² |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 23,4 | 495 | 1,01 | 371 | 1.413 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | 23,4 | 495 | 1,01 | 371 | 537 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | 23,4 | 495 | 1,01 | 371 | 2.854 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 22,4 | 407 | 1,00 | 167 | 2.046 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 22,4 | 407 | 1,02 | 427 | 1.355 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 22,4 | 407 | 1,01 | 305 | 247 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | 22,4 | 407 | 1,01 | 305 | 1.478 | 0,0 |

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

| | Alt | $q_{\text{C},12\text{h}}$ Wh/m³ | f_{C} | q_{C} Wh/m³ | $Q_{\text{V,C}}$ kWh | $A_{\text{K,A}}$ m² |
|---------------------------|-----|------------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Zone 5 Multifunktionsraum | - | 187 | 1,00 | 77 | 940 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 187 | 0,95 | 183 | 580 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | - | 187 | 0,98 | 136 | 110 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | - | 187 | 0,98 | 136 | 659 | 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)
 $q_{\text{i},12\text{h}} / q_{\text{i}}$ = Kennwerte für den Nutzenergiebedarf = $F(\text{Anlage-No, Bilanzgröße, Monat})$ nach Anhang A
 f_{i} = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37
 $Q_{\text{V,i}}$ = monatlicher Nutzenergiebedarf für die Bilanzgröße i
 $A_{\text{K,A}}$ = Oberfläche der Luftleitungen außerhalb der thermischen Hülle

1.9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone Zone 1 Gruppenbüro

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Q_{\text{V,H}}$ kWh | 97 | 385 | 1.005 | 1.468 | 1.413 | 1.188 | 914 | 7.004 |
| $t_{\text{h}^*,\text{op}}$ h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 270 |
| $Q_{\text{h}^*,\text{b}}$ kWh | 107 | 424 | 1.106 | 1.614 | 1.555 | 1.307 | 1.005 | 7.705 |
| | 107 | 424 | 1.106 | 1.614 | 1.555 | 1.307 | 1.005 | 7.705 |

Zone Zone 2 Projektraum

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{\text{V,H}}$ kWh | 37 | 146 | 382 | 557 | 537 | 451 | 347 | 2.660 |
| $t_{\text{h}^*,\text{op}}$ h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 270 |
| $Q_{\text{h}^*,\text{b}}$ kWh | 41 | 161 | 420 | 613 | 590 | 496 | 382 | 2.926 |
| | 147 | 585 | 1.525 | 2.228 | 2.145 | 1.803 | 1.387 | 10.631 |

Zone Zone 3 Open Space

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{\text{V,H}}$ kWh | 196 | 778 | 2.030 | 2.964 | 2.854 | 2.399 | 1.845 | 14.144 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $t_{h^*,op}$ | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 270 |
| $Q_{h^*,b}$ | kWh | 216 | 856 | 2.233 | 3.260 | 3.140 | 2.639 | 2.030 | 15.559 |
| | | 363 | 1.441 | 3.758 | 5.488 | 5.285 | 4.441 | 3.416 | 26.189 |

Zone Zone 5 Multifunktionsraum

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$ | kWh | 131 | 553 | 1.443 | 2.116 | 2.046 | 1.709 | 1.312 | 9.998 |
| $t_{h^*,op}$ | h | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 15 | 135 |
| $Q_{h^*,b}$ | kWh | 144 | 608 | 1.587 | 2.328 | 2.250 | 1.880 | 1.443 | 10.997 |
| | | 507 | 2.050 | 5.345 | 7.815 | 7.535 | 6.321 | 4.860 | 37.187 |

Zone Zone 7 Küche/Lager

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$ | kWh | 87 | 366 | 956 | 1.402 | 1.355 | 1.132 | 869 | 6.652 |
| $t_{h^*,op}$ | h | 37 | 38 | 37 | 38 | 38 | 35 | 38 | 374 |
| $Q_{h^*,b}$ | kWh | 95 | 403 | 1.051 | 1.542 | 1.491 | 1.245 | 956 | 7.317 |
| | | 602 | 2.452 | 6.396 | 9.357 | 9.026 | 7.566 | 5.815 | 44.504 |

Zone Zone 9 Foyer/Empfang

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$ | kWh | 16 | 67 | 174 | 256 | 247 | 206 | 158 | 1.213 |
| $t_{h^*,op}$ | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 270 |
| $Q_{h^*,b}$ | kWh | 17 | 73 | 192 | 281 | 272 | 227 | 174 | 1.334 |
| | | 619 | 2.526 | 6.588 | 9.638 | 9.297 | 7.793 | 5.990 | 45.837 |

Zone Zone 10 Atrium

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$ | kWh | 94 | 399 | 1.042 | 1.529 | 1.478 | 1.235 | 948 | 7.256 |
| $t_{h^*,op}$ | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 270 |
| $Q_{h^*,b}$ | kWh | 104 | 439 | 1.147 | 1.682 | 1.626 | 1.358 | 1.043 | 7.982 |
| | | 723 | 2.965 | 7.734 | 11.320 | 10.923 | 9.152 | 7.032 | 53.819 |

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

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 1 Deckenheizung | 69 | 276 | 719 | 1.049 | 1.011 | 849 | 653 | 5.008 |
| 2 Warmluftheizu | 37 | 148 | 387 | 565 | 544 | 457 | 352 | 2.697 |
| 3 Warmluftheizu | 256 | 1.017 | 2.653 | 3.873 | 3.730 | 3.135 | 2.411 | 18.485 |
| 5 Hallenheizung | 256 | 1.084 | 2.830 | 4.151 | 4.013 | 3.352 | 2.573 | 19.648 |
| 6 Fußbodenheizu | 104 | 439 | 1.147 | 1.682 | 1.626 | 1.358 | 1.043 | 7.982 |
| | 723 | 2.965 | 7.734 | 11.320 | 10.923 | 9.152 | 7.032 | 53.819 |

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

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

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

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

1.9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone Zone 5 Multifunktionsraum

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

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|---|---|---|---|---|-----|-----|-------|
| $Q_{V,C}$ | kWh | - | - | - | - | - | 322 | 769 | 2.986 |
| $t_{C^*,op}$ | h | - | - | - | - | - | 153 | 148 | 617 |
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | - | - | - | - | - | 322 | 769 | 2.986 |
| | | - | - | - | - | - | 322 | 769 | 2.986 |

Zone Zone 7 Küche/Lager

| | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $Q_{V,C}$ | kWh | - | - | - | - | - | 198 | 474 | 1.842 |
| $t_{C^*,op}$ | h | - | - | - | - | - | 382 | 370 | 1.541 |
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | - | - | - | - | - | 198 | 474 | 1.842 |
| | | - | - | - | - | - | 520 | 1.243 | 4.828 |

Zone Zone 9 Foyer/Empfang

| | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $Q_{V,C}$ | kWh | - | - | - | - | - | 38 | 90 | 350 |
| $t_{C^*,op}$ | h | - | - | - | - | - | 276 | 267 | 1.114 |
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | - | - | - | - | - | 38 | 90 | 350 |
| | | - | - | - | - | - | 558 | 1.334 | 5.177 |

Zone Zone 10 Atrium

| | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $Q_{V,C}$ | kWh | - | - | - | - | - | 226 | 539 | 2.093 |
| $t_{C^*,op}$ | h | - | - | - | - | - | 276 | 267 | 1.114 |
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | - | - | - | - | - | 226 | 539 | 2.093 |
| | | - | - | - | - | - | 783 | 1.873 | 7.271 |

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:
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<5>}} = 1,000$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<7>}} = 0,945$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<9>}} = 0,984$
 $f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<10>}} = 0,984$
 $Q_{C^*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{VC,d} = 9 \text{ W/m}^2$

1.9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

1.10 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

1.10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (73), mit Dachoberlichtern (1)
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 0103-0 FF FA01 S-W | S-W 1 | 500 | 36,1 | 27,0 | gut | 89 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|------|----|-----|-------|-------|--------|----|
| 2 | 0106-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 1 | 500 | 19,9 | 22,9 | gut | 92 |
| 3 | 0111-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 1 | 500 | 110,2 | 66,0 | gut | 90 |
| 4 | 0117-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 1 | 500 | 111,6 | 57,5 | gut | 86 |
| 5 | 0120-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 1 | 500 | 111,6 | 66,0 | gut | 88 |
| 6 | 0123-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 1 | 500 | 110,4 | 66,0 | gut | 90 |
| 7 | 0128-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 1 | 500 | 110,1 | 66,0 | gut | 90 |
| 8 | 0130-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 1 | 500 | 35,3 | 20,4 | gut | 90 |
| 9 | 0137-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 1 | 500 | 75,4 | 45,6 | gut | 88 |
| 10 | 0141-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 1 | 500 | 111,9 | 66,0 | gut | 88 |
| 11 | 0203-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 2 | 500 | 98,2 | 84,6 | gut | 94 |
| 12 | 0209-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 2 | 500 | 30,3 | 19,1 | gut | 88 |
| 13 | 0302-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 3 | 500 | 125,5 | 86,4 | gut | 89 |
| 14 | 0306-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 3 | 500 | 124,3 | 86,4 | gut | 92 |
| 15 | 0312-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 3 | 500 | 87,9 | 86,4 | gut | 91 |
| 16 | 0319-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 3 | 500 | 123,9 | 77,9 | gut | 90 |
| 17 | 0325-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 3 | 500 | 90,2 | 66,0 | gut | 92 |
| 18 | 0328-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 3 | 500 | 65,1 | 42,0 | gut | 91 |
| 19 | 0333-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 3 | 500 | 95,7 | 64,8 | gut | 89 |
| 20 | 0336-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 3 | 500 | 121,1 | 86,4 | gut | 89 |
| 21 | 0506-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 5 | 500 | 216,7 | 133,8 | gut | 89 |
| 22 | 0508-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 5 | 500 | 46,3 | 27,7 | gut | 87 |
| 23 | 0515-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 5 | 500 | 28,4 | 25,7 | gut | 94 |
| 24 | 0516-0 | FF | T03 | N-O | N-O | 5 | 500 | 11,0 | 5,5 | gut | 85 |
| 25 | 0517-0 | FF | T03 | N-W | N-W | 5 | 500 | 13,8 | 10,9 | gut | 93 |
| 26 | 0518-0 | FF | T03 | S-W | S-W | 5 | 500 | 7,0 | 5,5 | gut | 90 |
| 27 | 0519-0 | FAW | T01 | N-O | N-O | 5 | 500 | 4,2 | 3,6 | gut | 94 |
| 28 | 0606-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 6 | 200 | 99,9 | 84,1 | gut | 93 |
| 29 | 0607-0 | FAW | T01 | S-W | S-W | 6 | 200 | 5,0 | 6,5 | gut | 93 |
| 30 | 0609-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 6 | 200 | 53,4 | 43,5 | gut | 93 |
| 31 | 0612-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 6 | 200 | 62,3 | 34,4 | gut | 96 |
| 32 | 0620-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 6 | 200 | 18,2 | 43,0 | gut | 93 |
| 33 | 0621-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 6 | 200 | 9,7 | 22,8 | gut | 99 |
| 34 | 0623-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 6 | 200 | 15,5 | 45,0 | gut | 99 |
| 35 | 0630-0 | FF | FE01 | N-W | N-W | 6 | 200 | 93,6 | 24,6 | mittel | 85 |
| 36 | 0708-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 7 | 300 | 48,2 | 20,0 | gut | 90 |
| 37 | 0709-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 7 | 300 | 55,6 | 21,2 | gut | 89 |
| 38 | 0710-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 7 | 300 | 21,4 | 20,0 | gut | 98 |
| 39 | 0713-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 7 | 300 | 36,2 | 22,3 | gut | 92 |
| 40 | 0904-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 9 | 300 | 75,3 | 42,2 | gut | 92 |
| 41 | 0905-0 | FF | T03 | S-W | S-W | 9 | 300 | 4,7 | 4,4 | gut | 93 |
| 42 | 0906-0 | FF | T03 | S-O | S-O | 9 | 300 | 14,4 | 11,0 | gut | 92 |
| 43 | 0907-0 | FF | T03 | N-O | N-O | 9 | 300 | 7,1 | 4,4 | gut | 96 |
| 44 | 0909-0 | FAW | T01 | S-O | S-O | 9 | 300 | 7,6 | 3,8 | gut | 91 |
| 45 | 1005-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 10 | 300 | 12,8 | 42,6 | gut | 99 |
| 46 | 1014-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 10 | 300 | 11,4 | 43,2 | gut | 93 |
| 47 | 1018-0 | FF | FE02 | N-W | N-W | 10 | 300 | 20,9 | 3,2 | gering | 67 |
| 48 | 1019-0 | FF | FE02 | West | West | 10 | 300 | 14,9 | 1,9 | gering | 63 |
| 49 | 1020-0 | FF | FE02 | S-W | S-W | 10 | 300 | 19,0 | 2,9 | gering | 73 |
| 50 | 1021-0 | FF | FE02 | Süd | Süd | 10 | 300 | 15,6 | 2,1 | gering | 70 |
| 51 | 1022-0 | FF | FE02 | S-O | S-O | 10 | 300 | 19,3 | 3,4 | gering | 77 |
| 52 | 1023-0 | FF | FE02 | Ost | Ost | 10 | 300 | 15,5 | 1,9 | gering | 62 |
| 53 | 1024-0 | FF | FE02 | N-O | N-O | 10 | 300 | 21,7 | 3,2 | gering | 66 |
| 54 | 1025-0 | FF | FE02 | Nord | Nord | 10 | 300 | 16,3 | 2,1 | gering | 56 |
| 56 | 1103-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 23,0 | 21,8 | gut | 98 |
| 57 | 1104-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 25,8 | 22,9 | gut | 93 |
| 58 | 1109-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 11 | 300 | 37,3 | 21,6 | gut | 92 |
| 59 | 1110-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 36,5 | 21,6 | gut | 97 |
| 60 | 1111-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 41,1 | 21,6 | gut | 92 |
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 11 | 300 | 40,8 | 13,4 | gut | 89 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 37,1 | 21,6 | gut | 97 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 41,8 | 21,6 | gut | 92 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 11 | 300 | 56,8 | 43,8 | gut | 93 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 7,8 | 3,5 | gut | 94 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 4,6 | 2,9 | gut | 97 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 12 | 200 | 19,4 | 21,6 | gut | 99 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 12 | 200 | 19,5 | 21,6 | gut | 93 |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------|----|------|-----|--------|-----|------|------|-----|----|
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S-O | S-O 12 | 200 | 17,7 | 21,6 | gut | 93 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N-O | N-O 12 | 200 | 19,1 | 21,6 | gut | 99 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N-W | N-W 12 | 200 | 48,2 | 48,6 | gut | 98 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S-O | S-O 12 | 200 | 5,4 | 21,6 | gut | 93 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N-O | N-O 12 | 200 | 36,6 | 40,7 | gut | 99 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S-W | S-W 12 | 200 | 20,6 | 21,6 | gut | 93 |

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

| Tageslichtbereich | Zone | E_m lx | A_{TL} m ² | A_{RB} m ² | Tageslicht | C_{TL} % |
|-------------------|------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| 55 1026-0 FF OL01 | 10 | 300 | 74,3 | 103,9 | gut | 95 |

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

| Zone | A_{NGF} [m ²] | A_{TL} [m ²] | A_{KTL} [m ²] |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 1074 | 833 | 241 |
| Zone 2 Projektraum | 165 | 129 | 37 |
| Zone 3 Open Space | 1282 | 834 | 449 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 430 | - | 430 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 644 | 327 | 316 |
| Zone 6 Gastronomie | 451 | 358 | 93 |
| Zone 7 Küche/Lager | 212 | 161 | 50 |
| Zone 8 Sanitärräume | 224 | - | 224 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 133 | 109 | 24 |
| Zone 10 Atrium | 795 | 242 | 553 |
| Zone 11 Sonstige Aufenth | 762 | 340 | 422 |
| Zone 12 Nebenflächen | 1279 | 199 | 1.080 |
| Zone 13 Technik UG | 157 | - | 157 |

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

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

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

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

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

1.10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

| Bereich | | | | | | C_{TL} | $C_{TL, kon}$ | F_{TL} | | | | | | |
|---------|--------|----|------|-----|---|----------|---------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | |
| | | | | | | | | % | % | % | % | % | % | |
| 1 | 0103-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 | |
| 2 | 0106-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 92 | 75 | 42 | 33 | 27 | 23 | 20 | 20 | |
| 3 | 0111-0 | FF | FA01 | N-W | 1 | 90 | 75 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 | |
| 4 | 0117-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 86 | 75 | 45 | 37 | 31 | 28 | 25 | 24 | |
| 5 | 0120-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 6 | 0123-0 | FF | FA01 | N-O | 1 | 90 | 75 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 | |
| 7 | 0128-0 | FF | FA01 | N-O | 1 | 90 | 75 | 43 | 35 | 29 | 24 | 22 | 21 | |
| 8 | 0130-0 | FF | FA01 | N-W | 1 | 90 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 | |
| 9 | 0137-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 10 | 0141-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 11 | 0203-0 | FF | FA01 | N-W | 2 | 94 | 75 | 40 | 31 | 25 | 21 | 18 | 17 | |
| 12 | 0209-0 | FF | FA01 | S-W | 2 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 23 | 22 | |
| 13 | 0302-0 | FF | FA01 | S-W | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 | |
| 14 | 0306-0 | FF | FA01 | N-W | 3 | 92 | 75 | 41 | 33 | 27 | 23 | 20 | 19 | |
| 15 | 0312-0 | FF | FA01 | S-O | 3 | 91 | 75 | 42 | 34 | 27 | 23 | 20 | 20 | |
| 16 | 0319-0 | FF | FA01 | N-O | 3 | 90 | 75 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 21 | |
| 17 | 0325-0 | FF | FA01 | N-O | 3 | 92 | 75 | 41 | 33 | 27 | 22 | 20 | 19 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 18 | 0328-0 | FF | FA01 | N-W | 3 | 91 | 75 | 42 | 34 | 27 | 23 | 21 | 20 |
| 19 | 0333-0 | FF | FA01 | S-W | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 23 | 22 |
| 20 | 0336-0 | FF | FA01 | S-O | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 |
| 21 | 0506-0 | FF | FA01 | N-W | 5 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 23 | 22 |
| 22 | 0508-0 | FF | FA01 | S-W | 5 | 87 | 75 | 45 | 37 | 31 | 27 | 24 | 24 |
| 23 | 0515-0 | FF | FA01 | N-O | 5 | 94 | 75 | 40 | 31 | 25 | 21 | 18 | 17 |
| 24 | 0516-0 | FF | T03 | N-O | 5 | 85 | 75 | 46 | 38 | 32 | 29 | 26 | 25 |
| 25 | 0517-0 | FF | T03 | N-W | 5 | 93 | 75 | 41 | 33 | 26 | 22 | 19 | 19 |
| 26 | 0518-0 | FF | T03 | S-W | 5 | 90 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 |
| 27 | 0519-0 | FAW | T01 | N-O | 5 | 94 | 75 | 40 | 32 | 26 | 21 | 18 | 18 |
| 28 | 0606-0 | FF | FA01 | S-W | 6 | 93 | 73 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 |
| 29 | 0607-0 | FAW | T01 | S-W | 6 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 20 |
| 30 | 0609-0 | FF | FA01 | S-O | 6 | 93 | 73 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 |
| 31 | 0612-0 | FF | FA01 | N-O | 6 | 96 | 73 | 40 | 32 | 26 | 21 | 19 | 18 |
| 32 | 0620-0 | FF | FA01 | S-W | 6 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 20 |
| 33 | 0621-0 | FF | FA01 | N-W | 6 | 99 | 73 | 39 | 30 | 23 | 19 | 16 | 15 |
| 34 | 0623-0 | FF | FA01 | N-O | 6 | 99 | 73 | 39 | 30 | 23 | 19 | 16 | 15 |
| 35 | 0630-0 | FF | FE01 | N-W | 6 | 85 | 70 | 49 | 42 | 37 | 33 | 31 | 30 |
| 36 | 0708-0 | FF | FA01 | S-O | 7 | 90 | 73 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 |
| 37 | 0709-0 | FF | FA01 | S-W | 7 | 89 | 73 | 45 | 37 | 31 | 27 | 24 | 24 |
| 38 | 0710-0 | FF | FA01 | N-W | 7 | 98 | 73 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 16 |
| 39 | 0713-0 | FF | FA01 | S-W | 7 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 |
| 40 | 0904-0 | FF | FA01 | S-O | 9 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 |
| 41 | 0905-0 | FF | T03 | S-W | 9 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 21 |
| 42 | 0906-0 | FF | T03 | S-O | 9 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 24 | 22 | 21 |
| 43 | 0907-0 | FF | T03 | N-O | 9 | 96 | 73 | 40 | 32 | 25 | 21 | 18 | 18 |
| 44 | 0909-0 | FAW | T01 | S-O | 9 | 91 | 73 | 44 | 36 | 30 | 26 | 23 | 22 |
| 45 | 1005-0 | FF | FA01 | N-W | 10 | 99 | 73 | 39 | 30 | 23 | 19 | 16 | 15 |
| 46 | 1014-0 | FF | FA01 | S-O | 10 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 20 |
| 47 | 1018-0 | FF | FE02 | N-W | 10 | 67 | 65 | 63 | 58 | 54 | 51 | 49 | 49 |
| 48 | 1019-0 | FF | FE02 | Wes | 10 | 63 | 65 | 65 | 60 | 56 | 54 | 52 | 52 |
| 49 | 1020-0 | FF | FE02 | S-W | 10 | 73 | 65 | 60 | 54 | 50 | 47 | 45 | 44 |
| 50 | 1021-0 | FF | FE02 | Süd | 10 | 70 | 65 | 61 | 56 | 52 | 49 | 47 | 47 |
| 51 | 1022-0 | FF | FE02 | S-O | 10 | 77 | 65 | 58 | 52 | 47 | 44 | 42 | 42 |
| 52 | 1023-0 | FF | FE02 | Ost | 10 | 62 | 65 | 66 | 61 | 57 | 55 | 53 | 53 |
| 53 | 1024-0 | FF | FE02 | N-O | 10 | 66 | 65 | 63 | 58 | 54 | 52 | 50 | 50 |
| 54 | 1025-0 | FF | FE02 | Nor | 10 | 56 | 65 | 69 | 64 | 61 | 59 | 57 | 57 |
| 55 | 1026-0 | FF | OL01 | | 10 | 95 | 73 | 49 | 36 | 26 | 20 | 15 | 14 |
| 56 | 1103-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 98 | 73 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 16 |
| 57 | 1104-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 |
| 58 | 1109-0 | FF | FA01 | S-W | 11 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 |
| 59 | 1110-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 97 | 73 | 40 | 31 | 25 | 21 | 18 | 17 |
| 60 | 1111-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 |
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N-W | 11 | 89 | 70 | 47 | 39 | 34 | 30 | 28 | 27 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 97 | 73 | 40 | 32 | 25 | 21 | 18 | 17 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 92 | 73 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S-W | 11 | 93 | 73 | 43 | 35 | 28 | 24 | 22 | 21 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 94 | 73 | 42 | 34 | 27 | 23 | 21 | 20 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N-O | 12 | 97 | 73 | 40 | 32 | 25 | 21 | 18 | 17 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N-W | 12 | 99 | 73 | 39 | 30 | 24 | 19 | 17 | 16 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S-W | 12 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 21 |
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S-O | 12 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 20 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 99 | 73 | 39 | 30 | 24 | 19 | 16 | 16 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N-W | 12 | 98 | 73 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 16 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S-O | 12 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 20 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 99 | 73 | 39 | 30 | 24 | 19 | 17 | 16 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S-W | 12 | 93 | 73 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 21 |

Kontrollsystem(e): autark nicht ausschaltend

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

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

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

1.10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (87)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

| Bereich | Zone | Em lx | Lampen | pj W/m² | f _{Prä} | t _{T,TL} h/m | t _{T,KTL} h/a | t _N h/a | Q _{l,b} kWh/m |
|----------------------|------|----------|--------|------------|------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 0103-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 67 | 1818 | 148 | 25 |
| 2 0106-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 64 | 1818 | 148 | 13 |
| 3 0111-0 FF FA01 N- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 66 | 1818 | 148 | 76 |
| 4 0117-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 69 | 1818 | 148 | 81 |
| 5 0120-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 68 | 1818 | 148 | 79 |
| 6 0123-0 FF FA01 N- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 66 | 1818 | 148 | 76 |
| 7 0128-0 FF FA01 N- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 66 | 1818 | 148 | 76 |
| 8 0130-0 FF FA01 N- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 66 | 1818 | 148 | 24 |
| 9 0137-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 68 | 1818 | 148 | 53 |
| 10 0141-0 FF FA01 S- | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 68 | 1818 | 148 | 79 |
| 11 0203-0 FF FA01 N- | 2 | 500 | 9-1-2 | 8,9 | 0,53 | 41 | 1335 | 109 | 44 |
| 12 0209-0 FF FA01 S- | 2 | 500 | 9-1-2 | 8,9 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 14 |
| 13 0302-0 FF FA01 S- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 84 |
| 14 0306-0 FF FA01 N- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 80 | 2543 | 207 | 80 |
| 15 0312-0 FF FA01 S- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 81 | 2543 | 207 | 57 |
| 16 0319-0 FF FA01 N- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 82 | 2543 | 207 | 82 |
| 17 0325-0 FF FA01 N- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 80 | 2543 | 207 | 58 |
| 18 0328-0 FF FA01 N- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 81 | 2543 | 207 | 43 |
| 19 0333-0 FF FA01 S- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 64 |
| 20 0336-0 FF FA01 S- | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 81 |
| 21 0506-0 FF FA01 N- | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 36 | 1074 | 70 | 59 |
| 22 0508-0 FF FA01 S- | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 37 | 1074 | 70 | 13 |
| 23 0515-0 FF FA01 N- | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 33 | 1074 | 70 | 7 |
| 24 0516-0 FF T03 N-O | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 38 | 1074 | 70 | 3 |
| 25 0517-0 FF T03 N-W | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 34 | 1074 | 70 | 4 |
| 26 0518-0 FF T03 S-W | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 35 | 1074 | 70 | 2 |
| 27 0519-0 FAW T01 N- | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 33 | 1074 | 70 | 1 |
| 28 0606-0 FF FA01 S- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 87 | 2411 | 1789 | 68 |
| 29 0607-0 FAW T01 S- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 86 | 2411 | 1789 | 3 |
| 30 0609-0 FF FA01 S- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 87 | 2411 | 1789 | 36 |
| 31 0612-0 FF FA01 N- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 83 | 2411 | 1789 | 42 |
| 32 0620-0 FF FA01 S- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 86 | 2411 | 1789 | 12 |
| 33 0621-0 FF FA01 N- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 79 | 2411 | 1789 | 6 |
| 34 0623-0 FF FA01 N- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 79 | 2411 | 1789 | 10 |
| 35 0630-0 FF FE01 N- | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 101 | 2411 | 1789 | 67 |
| 36 0708-0 FF FA01 S- | 7 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,75 | 68 | 1808 | 1117 | 42 |
| 37 0709-0 FF FA01 S- | 7 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,75 | 69 | 1808 | 1117 | 48 |
| 38 0710-0 FF FA01 N- | 7 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,75 | 60 | 1808 | 1117 | 18 |
| 39 0713-0 FF FA01 S- | 7 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,75 | 66 | 1808 | 1117 | 31 |
| 40 0904-0 FF FA01 S- | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 21 |
| 41 0905-0 FF T03 S-W | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 43 | 1335 | 109 | 1 |
| 42 0906-0 FF T03 S-O | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 4 |
| 43 0907-0 FF T03 N-O | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 41 | 1335 | 109 | 2 |
| 44 0909-0 FAW T01 S- | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 2 |
| 45 1005-0 FF FA01 N- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 39 | 1335 | 109 | 2 |
| 46 1014-0 FF FA01 S- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 43 | 1335 | 109 | 2 |
| 47 1018-0 FF FE02 N- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 64 | 1335 | 109 | 6 |
| 48 1019-0 FF FE02 We | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 66 | 1335 | 109 | 4 |
| 49 1020-0 FF FE02 S- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 61 | 1335 | 109 | 5 |
| 50 1021-0 FF FE02 Sü | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 63 | 1335 | 109 | 4 |
| 51 1022-0 FF FE02 S- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 59 | 1335 | 109 | 5 |
| 52 1023-0 FF FE02 Os | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 67 | 1335 | 109 | 5 |
| 53 1024-0 FF FE02 N- | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 65 | 1335 | 109 | 6 |
| 54 1025-0 FF FE02 No | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 70 | 1335 | 109 | 5 |
| 55 1026-0 FF OL01 | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 50 | 1335 | 109 | 17 |
| 56 1103-0 FF FA01 N- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 5 |
| 57 1104-0 FF FA01 S- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 48 | 1335 | 109 | 6 |
| 58 1109-0 FF FA01 S- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 49 | 1335 | 109 | 9 |
| 59 1110-0 FF FA01 N- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 45 | 1335 | 109 | 8 |
| 60 1111-0 FF FA01 S- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 49 | 1335 | 109 | 9 |

S:\BI\Proj\167B16756311_WaermeschutzAbgabe05_BER_6D\AnhangC_GEG.docx:16. 05. 2025

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|------|------|----|----|-----|-------|-----|------|----|------|------|-----|
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 53 | 1335 | 109 | 10 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 45 | 1335 | 109 | 8 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 49 | 1335 | 109 | 10 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 48 | 1335 | 109 | 13 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 0 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 0 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 12 | 369 | 30 | 1 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 1 |
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 1 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 12 | 369 | 30 | 1 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 12 | 369 | 30 | 2 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 0 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 12 | 369 | 30 | 1 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 13 | 369 | 30 | 1 |
| 75 | A in <1> | ohne | TL | | 1 | 500 | 9-1-2 | 8,8 | 0,71 | 0 | 1818 | 148 | 354 |
| 76 | A in <2> | ohne | TL | | 2 | 500 | 9-1-2 | 8,9 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 40 |
| 77 | A in <3> | ohne | TL | | 3 | 500 | 9-1-2 | 6,6 | 1,00 | 0 | 2543 | 207 | 693 |
| 78 | Zone <4> | ohne | TL | | 4 | 500 | 9-1-2 | 8,9 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 468 |
| 79 | A in <5> | ohne | TL | | 5 | 500 | 9-1-2 | 6,5 | 0,76 | 0 | 1074 | 70 | 201 |
| 80 | A in <6> | ohne | TL | | 6 | 200 | 9-1-2 | 2,8 | 1,00 | 0 | 2411 | 1789 | 94 |
| 81 | A in <7> | ohne | TL | | 7 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,75 | 0 | 1808 | 1117 | 66 |
| 82 | Zone <8> | ohne | TL | | 8 | 200 | 9-1-1 | 3,6 | 0,55 | 0 | 1399 | 114 | 104 |
| 83 | A in <9> | ohne | TL | | 9 | 300 | 9-1-2 | 5,3 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 15 |
| 84 | A in <10> | ohne | TL | | 10 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 300 |
| 85 | A in <11> | ohne | TL | | 11 | 300 | 9-1-1 | 4,0 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 205 |
| 86 | A in <12> | ohne | TL | | 12 | 200 | 9-1-1 | 2,6 | 0,14 | 0 | 369 | 30 | 97 |
| 87 | Zone <13> | ohne | TL | | 13 | 200 | 9-1-1 | 5,3 | 0,07 | 0 | 175 | 14 | 13 |

4488

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 4.390 \text{ m}^2$

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

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 3.281 \text{ m}^2$

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

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

| Zone | Sep kWh | Okt kWh | Nov kWh | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Jahr kWh |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Zone 1 Gruppen | 538 | 608 | 655 | 756 | 656 | 535 | 545 | 6.771 |
| Zone 2 Projekt | 80 | 91 | 98 | 114 | 98 | 80 | 81 | 1.010 |
| Zone 3 Open Sp | 1.069 | 1.177 | 1.231 | 1.381 | 1.242 | 1.043 | 1.090 | 13.315 |
| Zone 4 Besprec | 453 | 468 | 453 | 468 | 468 | 423 | 468 | 5.513 |
| Zone 5 Multifu | 181 | 195 | 199 | 218 | 203 | 174 | 185 | 2.236 |
| Zone 6 Gastron | 303 | 327 | 334 | 366 | 339 | 292 | 311 | 3.748 |
| Zone 7 Küche/L | 182 | 196 | 201 | 221 | 204 | 175 | 186 | 2.247 |
| Zone 8 Sanitär | 101 | 104 | 101 | 104 | 104 | 94 | 104 | 1.228 |
| Zone 9 Foyer/E | 37 | 43 | 46 | 54 | 46 | 37 | 38 | 472 |
| Zone 10 Atrium | 340 | 357 | 353 | 374 | 364 | 322 | 350 | 4.163 |
| Zone 11 Sonsti | 255 | 273 | 277 | 302 | 283 | 244 | 261 | 3.141 |
| Zone 12 Nebenf | 99 | 104 | 102 | 107 | 105 | 93 | 102 | 1.212 |
| Zone 13 Techni | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 158 |
| | 3.650 | 3.957 | 4.063 | 4.478 | 4.126 | 3.525 | 3.735 | 45.213 |

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

1.11 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

1.11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

| Zone | Q _{sink} | Q _{source} | γ | c _{wirk} | τ | η |
|------------------------------|-------------------|---------------------|----------|-------------------|--------|--------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 77 | 258 | 3,344 | 50,000 | 30,28 | 0,293 |
| Zone 2 Projektraum | 15 | 70 | 4,581 | 50,000 | 17,25 | 0,211 |
| Zone 3 Open Space | 84 | 475 | 5,657 | 50,000 | 24,82 | 0,175 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 15 | 76 | 5,022 | 50,000 | 23,81 | 0,196 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 40 | 372 | 9,399 | 50,000 | 12,24 | 0,105 |
| Zone 6 Gastronomie | 51 | 240 | 4,718 | 50,000 | 10,88 | 0,199 |
| Zone 7 Küche/Lager | 16 | 129 | 7,836 | 50,000 | 11,72 | 0,124 |
| Zone 8 Sanitärräume | 6 | 6 | 1,103 | 50,000 | 16,03 | 0,634 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 9 | 42 | 4,573 | 50,000 | 24,08 | 0,215 |
| Zone 10 Atrium | 37 | 211 | 5,629 | 50,000 | 28,13 | 0,176 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 32 | 147 | 4,624 | 50,000 | 29,34 | 0,214 |
| Zone 12 Nebenflächen | 65 | 109 | 1,684 | 50,000 | 68,46 | 0,578 |
| Zone 13 Technik UG | 12 | 2 | 0,130 | 50,000 | 44,27 | 1,000 |

Kühlenergiebedarf

| Zone | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Apr kWh | Mai kWh | Jun kWh | Jahr kWh |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| ⇒ Q _{c,b} (Raumklima) | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 34 | 62 | 58 | 331 | 1.721 | 2.292 | 3.573 | 19.365 |
| Zone 2 Projekt | 81 | 91 | 96 | 214 | 552 | 946 | 1.285 | 7.163 |
| Zone 3 Open Sp | 852 | 1.043 | 984 | 2.281 | 5.234 | 6.768 | 8.632 | 55.976 |
| Zone 4 Besprec | 143 | 146 | 145 | 251 | 554 | 1.155 | 1.658 | 10.119 |
| Zone 5 Multifu | 1.576 | 1.622 | 1.554 | 2.148 | 2.929 | 3.718 | 4.083 | 33.874 |
| Zone 6 Gastron | 351 | 504 | 474 | 1.337 | 3.465 | 4.259 | 5.639 | 35.762 |
| Zone 7 Küche/L | 845 | 924 | 851 | 1.318 | 1.948 | 2.507 | 2.747 | 21.889 |
| Zone 8 Sanitär | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 70 | 187 | 1.103 |
| Zone 9 Foyer/E | 27 | 59 | 47 | 201 | 614 | 486 | 614 | 4.372 |
| Zone 10 Atrium | 238 | 310 | 351 | 952 | 2.558 | 2.726 | 3.402 | 22.152 |
| Zone 11 Sonsti | 40 | 68 | 66 | 302 | 1.351 | 1.906 | 2.782 | 15.661 |
| Zone 12 Nebenf | - | - | - | - | 6 | 96 | 452 | 2.119 |
| Zone 13 Techni | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ⇒ Q _{c*,b} (RLT) | | | | | | | | |
| Zone 5 Multifu | - | - | - | - | - | 322 | 769 | 2.986 |
| Zone 7 Küche/L | - | - | - | - | - | 198 | 474 | 1.842 |
| Zone 9 Foyer/E | - | - | - | - | - | 38 | 90 | 350 |
| Zone 10 Atrium | - | - | - | - | - | 226 | 539 | 2.093 |

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

1.11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{c,max}

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

| Zone | t _{c,op,d} h/d | Q _{c,max, Juli} kW | Q _{c,max, Sept} kW | techn. gekühlt |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 13 | 58,6 | 49,2 | ja |
| Zone 2 Projektraum | 13 | 12,6 | 8,4 | ja |
| Zone 3 Open Space | 13 | 81,4 | 68,3 | ja |

| | | | | |
|-----------------------------|----|-------|-------|------|
| Zone 4 Besprechungsraum | 13 | 7,4 | 4,6 | ja |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 12 | 47,3 | 33,7 | ja |
| Zone 6 Gastronomie | 16 | 50,3 | 44,0 | ja |
| Zone 7 Küche/Lager | 15 | 15,5 | 13,4 | ja |
| Zone 8 Sanitäräume | 13 | 0,9 | -0,9 | nein |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 13 | 10,3 | 10,2 | ja |
| Zone 10 Atrium | 13 | 40,0 | 30,1 | ja |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 13 | 29,6 | 24,6 | ja |
| Zone 12 Nebenflächen | 13 | 23,6 | 15,7 | nein |
| Zone 13 Technik UG | 13 | 0,4 | -0,4 | nein |
| | | 377,9 | 300,9 | |

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

1.11.3 Zone 1 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 8/14 (Ventilator-konvektor) (1.074 m²)

Zone 1 Gruppenbüro

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,9 - 0,9 = 1,200$ (T7, Tab.14)

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 34 | 62 | 58 | 331 | 1.721 | 2.292 | 3.573 | 19.365 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 41 | 74 | 69 | 397 | 2.065 | 2.750 | 4.287 | 23.238 |
| $t_{C,op}$ | h | 83 | 149 | 126 | 276 | 267 | 276 | 267 | 2.692 |

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 saisonale Betriebsweise, hoher Rohrnetz-widerstand, unregelmäßige Pumpe, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 58,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 20 | 37 | 34 | 193 | 1.022 | 2.027 | 2.869 | 14.345 |
| | kWh | 20 | 37 | 34 | 193 | 1.022 | 2.027 | 2.869 | 14.345 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 58,6 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 41 | 74 | 69 | 397 | 2.065 | 2.750 | 4.287 | 23.238 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 41 | 74 | 69 | 397 | 2.065 | 2.750 | 4.287 | 23.238 |

1.11.4 Zone 2 Projektraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (165 m²)

Zone 2 Projektraum

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 81 | 91 | 96 | 214 | 552 | 946 | 1.285 | 7.163 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 81 | 91 | 96 | 214 | 552 | 946 | 1.285 | 7.163 |
| $t_{C,op}$ | h | 276 | 276 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.251 |

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 saisonale Betriebsweise, hoher Rohrnetz-widerstand,

ungeregelte Pumpe, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 12,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 33 | 37 | 39 | 88 | 227 | 422 | 565 | 3.084 |
| | kWh | 33 | 37 | 39 | 88 | 227 | 422 | 565 | 3.084 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 12,6 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 81 | 91 | 96 | 214 | 552 | 946 | 1.285 | 7.163 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 81 | 91 | 96 | 214 | 552 | 946 | 1.285 | 7.163 |

1.11.5 Zone 3 Open Space

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (1.282 m²)

Zone 3 Open Space

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 852 | 1.043 | 984 | 2.281 | 5.234 | 6.768 | 8.632 | 55.976 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C, outg}$ | kWh | 852 | 1.043 | 984 | 2.281 | 5.234 | 6.768 | 8.632 | 55.976 |
| $t_{C, op}$ | h | 276 | 276 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.251 |

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 saisonale Betriebsweise, hoher Rohrnetz Widerstand, unregelmäßige Pumpe, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 81,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z, d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $W_{Z, d}$ | kWh | 275 | 339 | 320 | 738 | 1.703 | 2.644 | 3.259 | 19.927 |
| | kWh | 275 | 339 | 320 | 738 | 1.703 | 2.644 | 3.259 | 19.927 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 81,4 kW Nahkälte, Low-Ex Netz
Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 852 | 1.043 | 984 | 2.281 | 5.234 | 6.768 | 8.632 | 55.976 |
| $Q_{C, f, el}$ | kWh | 852 | 1.043 | 984 | 2.281 | 5.234 | 6.768 | 8.632 | 55.976 |

1.11.6 Zone 4 Besprechungsraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (430 m²)

Zone 4 Besprechungsraum

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

$\eta = (4 - \eta_{C, ce} - \eta_{C, ce, sens} - \eta_{C, d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| $Q_{C, b}$ | kWh | 143 | 146 | 145 | 251 | 554 | 1.155 | 1.658 | 10.119 |
| $Q_{C, outg}$ | kWh | 143 | 146 | 145 | 251 | 554 | 1.155 | 1.658 | 10.119 |
| $t_{C, op}$ | h | 276 | 276 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.251 |

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 saisonale Betriebsweise, hoher Rohrnetz Widerstand, unregelmäßige Pumpe, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 7,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z, d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| W _{Z,d} | kWh | 25 | 26 | 26 | 45 | 99 | 207 | 297 | 1.812 |
| | kWh | 25 | 26 | 26 | 45 | 99 | 207 | 297 | 1.812 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 7,4 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 143 | 146 | 145 | 251 | 554 | 1.155 | 1.658 | 10.119 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 143 | 146 | 145 | 251 | 554 | 1.155 | 1.658 | 10.119 |

1.11.7 Zone 5 Multifunktionsraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 14/18 °C (644 m²)

Zone 5 Multifunktionsraum

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 0,9 = 1,200$ (T7, Tab.13)

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

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (644 m²)

Zone 5 Multifunktionsraum

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | – | – | – | – | – | 322 | 769 | 2.986 |
| $Q_{C^*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | – | 386 | 923 | 3.583 |
| $Q_{C,b}$ | kWh | 1.576 | 1.622 | 1.554 | 2.148 | 2.929 | 3.718 | 4.083 | 33.874 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 1.576 | 1.622 | 1.554 | 2.148 | 2.929 | 3.718 | 4.083 | 33.874 |
| $t_{C^*,op}$ | h | – | – | – | – | – | 153 | 148 | 617 |
| $t_{C,op}$ | h | 153 | 153 | 138 | 153 | 148 | 153 | 148 | 1.800 |

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 $Q_Z = 47,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| W _{Z,d} | kWh | 31 | 32 | 30 | 42 | 57 | 81 | 96 | 724 |

kWh 31 32 30 42 57 81 96 724

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 47,3 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | - | - | - | - | - | 386 | 923 | 3.583 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 1.576 | 1.622 | 1.554 | 2.148 | 2.929 | 3.718 | 4.083 | 33.874 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 1.576 | 1.622 | 1.554 | 2.148 | 2.929 | 4.104 | 5.006 | 37.457 |

1.11.8 Zone 6 Gastronomie

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (451 m²)

Zone 6 Gastronomie

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 351 | 504 | 474 | 1.337 | 3.465 | 4.259 | 5.639 | 35.762 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 351 | 504 | 474 | 1.337 | 3.465 | 4.259 | 5.639 | 35.762 |
| $t_{C,op}$ | h | 296 | 408 | 361 | 408 | 395 | 408 | 395 | 4.682 |

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 $Q_Z = 50,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 17 | 24 | 23 | 64 | 168 | 271 | 340 | 1.990 |
| | kWh | 17 | 24 | 23 | 64 | 168 | 271 | 340 | 1.990 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 50,4 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 351 | 504 | 474 | 1.337 | 3.465 | 4.259 | 5.639 | 35.762 |

$Q_{C,f,el}$ kWh 351 504 474 1.337 3.465 4.259 5.639 35.762

1.11.9 Zone 7 Küche/Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 14/18 °C (212 m²)

Zone 7 Küche/Lager

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

$\eta = (4 - \eta_{C*,ce} - \eta_{C*,ce,sens} - \eta_{C*,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 0,9 = 1,200$ (T7, Tab.13)

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

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (212 m²)

Zone 7 Küche/Lager

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C*,b}$ | kWh | – | – | – | – | – | 198 | 474 | 1.842 |
| $Q_{C*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | – | 238 | 569 | 2.210 |
| $Q_{C,b}$ | kWh | 845 | 924 | 851 | 1.318 | 1.948 | 2.507 | 2.747 | 21.889 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 845 | 924 | 851 | 1.318 | 1.948 | 2.507 | 2.747 | 21.889 |
| $t_{C*,op}$ | h | – | – | – | – | – | 382 | 370 | 1.541 |
| $t_{C,op}$ | 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 $Q_Z = 15,5$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 27 | 29 | 27 | 41 | 61 | 85 | 101 | 746 |
| | kWh | 27 | 29 | 27 | 41 | 61 | 85 | 101 | 746 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 15,5 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | – | – | – | – | – | 238 | 569 | 2.210 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 845 | 924 | 851 | 1.318 | 1.948 | 2.507 | 2.747 | 21.889 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 845 | 924 | 851 | 1.318 | 1.948 | 2.746 | 3.316 | 24.099 |

1.11.10 Zone 9 Foyer/Empfang

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 14/18 °C (133 m²)

Zone 9 Foyer/Empfang

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

$\eta = (4 - \eta_{c^*,ce} - \eta_{c^*,ce,sens} - \eta_{c^*,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 0,9 = 1,200$ (T7, Tab.13)

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

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (133 m²)

Zone 9 Foyer/Empfang

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

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{c,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{c^*,b}$ | kWh | – | – | – | – | – | 38 | 90 | 350 |
| $Q_{c^*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | – | 45 | 108 | 420 |
| $Q_{c,b}$ | kWh | 27 | 59 | 47 | 201 | 614 | 486 | 614 | 4.372 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 27 | 59 | 47 | 201 | 614 | 486 | 614 | 4.372 |
| $t_{c^*,op}$ | h | – | – | – | – | – | 276 | 267 | 1.114 |
| $t_{c,op}$ | h | 91 | 204 | 147 | 276 | 267 | 276 | 267 | 2.784 |

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 $Q_Z = 10,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 2 | 4 | 4 | 15 | 46 | 63 | 77 | 448 |
| | kWh | 2 | 4 | 4 | 15 | 46 | 63 | 77 | 448 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 10,3 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | – | – | – | – | – | 45 | 108 | 420 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 27 | 59 | 47 | 201 | 614 | 486 | 614 | 4.372 |
| $Q_{c,f,el}$ | kWh | 27 | 59 | 47 | 201 | 614 | 531 | 722 | 4.792 |

1.11.11 Zone 10 Atrium

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 14/18 °C (795 m²)

Zone 10 Atrium

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

$\eta = (4 - \eta_{c*,ce} - \eta_{c*,ce,sens} - \eta_{c*,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 0,9 = 1,200$ (T7, Tab.13)

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

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (795 m²)

Zone 10 Atrium

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

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{c,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{c*,b}$ | kWh | - | - | - | - | - | 226 | 539 | 2.093 |
| $Q_{c*,outg}$ | kWh | - | - | - | - | - | 271 | 647 | 2.512 |
| $Q_{c,b}$ | kWh | 238 | 310 | 351 | 952 | 2.558 | 2.726 | 3.402 | 22.152 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 238 | 310 | 351 | 952 | 2.558 | 2.726 | 3.402 | 22.152 |
| $t_{c*,op}$ | h | - | - | - | - | - | 276 | 267 | 1.114 |
| $t_{c,op}$ | h | 211 | 274 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.183 |

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 $Q_Z = 40,1$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 14 | 18 | 20 | 56 | 152 | 254 | 319 | 1.744 |
| | kWh | 14 | 18 | 20 | 56 | 152 | 254 | 319 | 1.744 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 40,1 kW Nahkälte, Low-Ex Netz

Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | - | - | - | - | - | 271 | 647 | 2.512 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 238 | 310 | 351 | 952 | 2.558 | 2.726 | 3.402 | 22.152 |
| $Q_{c,f,el}$ | kWh | 238 | 310 | 351 | 952 | 2.558 | 2.996 | 4.049 | 24.663 |

1.11.12 Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 14/18 (Ventilator-konvektor, Induktion) (762 m²)

Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

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

$$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 1,0 - 1,0 = 1,000 \text{ (T7, Tab.14)}$$

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 40 | 68 | 66 | 302 | 1.351 | 1.906 | 2.782 | 15.661 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 40 | 68 | 66 | 302 | 1.351 | 1.906 | 2.782 | 15.661 |
| $t_{C,op}$ | h | 191 | 276 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.166 |

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 saisonale Betriebsweise, hoher Rohrnetz Widerstand, unregelmäßige Pumpe, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 29,6 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| $W_{Z,d}$ | kWh | 16 | 27 | 26 | 120 | 538 | 1.008 | 1.373 | 7.246 |
| | kWh | 16 | 27 | 26 | 120 | 538 | 1.008 | 1.373 | 7.246 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (1) 29,6 kW Nahkälte, Low-Ex Netz
Nennkälteleistungszahl EER = 1,00, Teillast-Kennwerte $PLV_{AV} = 1$, manuell

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 | 40 | 68 | 66 | 302 | 1.351 | 1.906 | 2.782 | 15.661 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 40 | 68 | 66 | 302 | 1.351 | 1.906 | 2.782 | 15.661 |

1.11.13 Endenergie Klimasysteme

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-------------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| $W_{C,f}$ | kWh | 4.194 | 4.841 | 4.637 | 9.400 | 21.270 | 28.161 | 37.374 | 238.931 |
| $Q_{C,aux}$ | kWh | 459 | 574 | 549 | 1.403 | 4.071 | 7.061 | 9.298 | 52.066 |
| Nah-/Fernw | kWh | 4.194 | 4.841 | 4.637 | 9.400 | 21.270 | 28.161 | 37.374 | 238.931 |

1.12 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

1.12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

| Zone | Nutzung | $q_{w,b}$ kWh/d je | Menge | $Q_{w,b,Jan}$ kWh/M |
|--------------------|----------------|-----------------------|-------|------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | nicht relevant | | | - |
| Zone 2 Projektraum | nicht relevant | | | - |
| Zone 3 Open Space | nicht relevant | | | - |

| | | | | | | | |
|---------|------------------|-----------------|-------|---------------|------|--------|---|
| Zone 4 | Besprechungsraum | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 5 | Multifunktion | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 6 | Gastronomie | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 7 | Küche/Lager | Restaurant, Gas | 0,920 | m² Gastraum | 451 | 10.572 | c |
| Zone 8 | Sanitärräume | Bürogebäude | 0,030 | m² Bürofläche | 2356 | 1.501 | c |
| Zone 9 | Foyer/Empfang | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 10 | Atrium | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 11 | Sonstige Auf | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 12 | Nebenflächen | nicht relevant | | | | | - |
| Zone 13 | Technik UG | nicht relevant | | | | | - |

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche ANGf

1.12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

| Versorgungsbereich | Zonen (n) | f _{Zapf} | Q _{w,b} kWh/Jahr |
|----------------------------|-----------|-------------------|------------------------------|
| 1 dezentrale WW-Versorgung | 8/ | 1,00 | 17.670 |
| 2 zentrale WW-Versorgung | 7/ | 1,00 | 124.476 |
| 3 | | | |

1.12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

Verteilsystem: dezentral mit 28 Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

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

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom V = 0,12 m³/h, $\Delta p = 19,0$ kPa, $P_{hydr} = 0,622$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 21,7$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

| Verteilung (V) | | | | | Stränge (S) | | Stichtlg. (St) | |
|--|-----|---------------|-----|-----|---------------|-----|----------------|------|
| <hr/> | | | | | | | | |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8 | | | | | | | | |
| Leitungslängen l_i | | 0 m | | | 0 m | | 30 m | |
| Wärmedurchgangskoeffizient U_i | | | | | | | 0,255 W/ (mK) | |
| Warmwassertemperatur $\theta_{W,av}$ | | | | | | | 26,3 °C | |
| Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$ | | | | | | | 19,9 °C | |
| | | | | | | | | |
| (2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7 | | | | | | | | |
| Leitungslängen l_i | | 40 m | | | 5 m | | 0 m | |
| Wärmedurchgangskoeffizient U_i | | 0,200 W/ (mK) | | | 0,255 W/ (mK) | | 0,255 W/ (mK) | |
| Warmwassertemperatur $\theta_{W,av}$ | | 34,5 °C | | | 32,9 °C | | 32,9 °C | |
| Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$ | | 13,0 °C | | | 20,1 °C | | | |
| | | | | | | | | |
| Monat | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

Q_{w,b} kWh 1.452 1.501 1.452 1.501 1.501 1.356 1.501 17.670

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $Q_{w,d,St}$ | kWh | 21 | 23 | 24 | 25 | 25 | 22 | 24 | 272 |
| $Q_{w,d}$ | kWh | 21 | 23 | 24 | 25 | 25 | 22 | 24 | 272 |
| $Q_{I,w,d}$ | kWh | 21 | 23 | 24 | 25 | 25 | 22 | 24 | 272 |

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w,b}$ | kWh | 10.231 | 10.572 | 10.231 | 10.572 | 10.572 | 9.549 | 10.572 | 124.476 |
| $Q_{w,d,V}$ | kWh | 208 | 215 | 208 | 215 | 215 | 194 | 215 | 2.534 |
| $Q_{w,d,S}$ | kWh | 25 | 26 | 25 | 26 | 26 | 24 | 26 | 302 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{w,d}$ | kWh | 233 | 241 | 233 | 241 | 241 | 218 | 241 | 2.837 |
| $W_{w,d}$ | kWh | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 32 |
| $Q_{I,w,d}$ | kWh | 25 | 26 | 25 | 26 | 26 | 24 | 26 | 302 |

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

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

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

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

$W_{w,d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

1.12.4 Warmwasserspeicher

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 528$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 3,3$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_l 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} \cdot (55 - T_u) / 45 \cdot d_{op,mth} \cdot Q_{s,P0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 83$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 10.464 | 10.813 | 10.464 | 10.813 | 10.813 | 9.767 | 10.813 | 127.312 |
| $Q_{w,s}$ | kWh | 91 | 94 | 91 | 94 | 94 | 85 | 94 | 1.028 |
| $W_{w,s}$ | kWh | 40 | 42 | 40 | 42 | 42 | 38 | 42 | 489 |

1.12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

1.12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 1.474 | 1.524 | 1.476 | 1.526 | 1.526 | 1.378 | 1.525 | 17.942 |
|--------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 10.555 | 10.907 | 10.555 | 10.907 | 10.907 | 9.852 | 10.907 | 128.340 |
|--------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|

1.12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

1.12.8 Wärmeerzeugung

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

Wärmeerzeuger 20 hydraulisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 71,6 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 99,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000$ kW

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

Wärmeerzeuger Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C 280,7 kW (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_P = 0,21$

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

Dämmklasse nach EN 12828 = 4, Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13,0$ °C

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8 | | | | | | | | | |
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 1.474 | 1.524 | 1.476 | 1.526 | 1.526 | 1.378 | 1.525 | 17.942 |
| $Q_{w,f}$ | kWh | 1.488 | 1.539 | 1.491 | 1.541 | 1.541 | 1.392 | 1.540 | 18.121 |
| (2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7 | | | | | | | | | |
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 10.555 | 10.907 | 10.555 | 10.907 | 10.907 | 9.852 | 10.907 | 128.340 |
| $Q_{w,g}$ | kWh | 132 | 136 | 132 | 136 | 136 | 123 | 136 | 1.535 |
| $Q_{w,f}$ | kWh | 10.687 | 11.043 | 10.687 | 11.044 | 11.044 | 9.975 | 11.043 | 129.875 |

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

1.12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{w,outg}$ | kWh | 12.029 | 12.431 | 12.031 | 12.433 | 12.433 | 11.230 | 12.432 | 146.282 |
| $Q_{w,f}$ | kWh | 12.175 | 12.582 | 12.178 | 12.584 | 12.584 | 11.366 | 12.583 | 147.996 |
| $W_{w,f}$ | kWh | 43 | 44 | 43 | 44 | 44 | 40 | 44 | 521 |
| Strom-Mix | kWh | 1.488 | 1.539 | 1.491 | 1.541 | 1.541 | 1.392 | 1.540 | 18.121 |
| Nah-/Fernw | kWh | 10.687 | 11.043 | 10.687 | 11.044 | 11.044 | 9.975 | 11.043 | 129.875 |
| $Q_{I,w,<7>}$ | kWh/d | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | |
| $Q_{I,w,<8>}$ | kWh/d | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | |

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Ungeregelte Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

1.13 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

| Zone | | $Q_{T,max}$ kW | $Q_{V,max}$ kW | V_{mech} m ³ /h | $Q_{V,mech}$ kW | $\Phi_{h,max}$ kW |
|--------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|
| Zone 1 | Gruppenbüro | 27,8 | 3,2 | 3807 | 10,4 | 41,4 |
| Zone 2 | Projektraum | 5,7 | 0,6 | 1449 | 3,9 | 10,2 |
| Zone 3 | Open Space | 30,2 | 3,6 | 7694 | 20,9 | 54,7 |
| Zone 4 | Besprechungsraum | 4,5 | 1,1 | 3764 | 10,2 | 15,9 |
| Zone 5 | Multifunktionsraum | 13,1 | 2,3 | 12231 | 33,3 | 48,6 |

| | | | | | |
|-----------------------------|------|-----|------|------|------|
| Zone 6 Gastronomie | 18,9 | 1,9 | 6012 | 16,4 | 37,1 |
| Zone 7 Küche/Lager | 5,7 | 0,8 | 3180 | 8,6 | 15,2 |
| Zone 8 Sanitäräume | 1,4 | 0,6 | 3358 | 9,1 | 11,1 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 3,1 | 0,5 | 813 | 2,2 | 5,8 |
| Zone 10 Atrium | 11,6 | 2,5 | 4857 | 13,2 | 27,3 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 10,6 | 1,8 | 4650 | 12,6 | 25,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 21,3 | 3,7 | 174 | 0,5 | 25,5 |
| Zone 13 Technik UG | 3,6 | 1,0 | 21 | 0,1 | 4,6 |

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

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

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

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

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

1.13.2 Eingesetzte Heizsysteme

| Anlage | Versorgungsbereich | Zone(n) | $Q_{h,b}$ kWh/Jahr | $\Phi_{h,max}$ kW | $Q_{N,h}$ kW |
|-------------------------------------|--------------------|---------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| 1 Deckenheizung | 65% | 1/ | 36.572 | 41,4 | 45,4 |
| 2 Warmluftheizung Umluftheizung | 35% | 1/ | 19.693 | 41,4 | 45,4 |
| 3 Warmluftheizung Umluftheizung | *** | | 140.195 | 115,4 | 127,1 |
| 4 Warmluftheizung Zuluftnachheizung | 4/8/13/ | | 30.348 | 31,6 | 34,9 |
| 5 Hallenheizung Fußbodenheizung | 5/6/7/9/ | | 81.694 | 106,7 | 117,4 |
| 6 Fußbodenheizung Nasssystem | 10/ | | 23.357 | 27,3 | 30,2 |

*** = 2/3/11/12/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n > 10$, System Deckenheizung, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<2> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

<3> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

<4> Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

<5> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n > 10$, Minstdämmung, Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\theta_{emb} = 1,0 \text{ °K}$, $\theta_{str} = 0,1 \text{ K/m}$, $\Delta\theta_{str} = 0,06 \text{ °K}$, P-Regler nicht zertifiziert

<6> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n > 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,b}, <1>$ | kWh | 265 | 1.774 | 5.208 | 7.065 | 6.504 | 5.555 | 3.625 | 31.564 |
| $Q_{h^*,b}, <1>$ | kWh | 69 | 276 | 719 | 1.049 | 1.011 | 849 | 653 | 5.008 |
| $Q_{h,b}, <2>$ | kWh | 143 | 955 | 2.804 | 3.804 | 3.502 | 2.991 | 1.952 | 16.996 |
| $Q_{h^*,b}, <2>$ | kWh | 37 | 148 | 387 | 565 | 544 | 457 | 352 | 2.697 |
| $Q_{h,b}, <3>$ | kWh | 2.383 | 7.793 | 18.861 | 25.697 | 24.085 | 20.342 | 14.221 | 121.711 |
| $Q_{h^*,b}, <3>$ | kWh | 256 | 1.017 | 2.653 | 3.873 | 3.730 | 3.135 | 2.411 | 18.485 |
| $Q_{h,b}, <4>$ | kWh | 714 | 2.096 | 4.212 | 5.688 | 5.576 | 4.720 | 3.938 | 30.348 |
| $Q_{h,b}, <5>$ | kWh | 105 | 3.772 | 10.077 | 14.367 | 13.253 | 11.127 | 7.218 | 62.046 |
| $Q_{h^*,b}, <5>$ | kWh | 256 | 1.084 | 2.830 | 4.151 | 4.013 | 3.352 | 2.573 | 19.648 |
| $Q_{h,b}, <6>$ | kWh | 21 | 848 | 2.581 | 3.887 | 3.538 | 2.778 | 1.360 | 15.375 |
| $Q_{h^*,b}, <6>$ | kWh | 104 | 439 | 1.147 | 1.682 | 1.626 | 1.358 | 1.043 | 7.982 |

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

1.13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Deckenheizung", Leitzone Zone 1 Gruppenbüro

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <1>}$ | h/m | 249 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.325 |
| $t_{h, rL, d <1>}$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h, rB <1>}$ | d/m | 7 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 178 |
| $t_{h, rL <1>}$ | h/m | 93 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 2.791 |

(2) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone Zone 1 Gruppenbüro

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <1>}$ | h/m | 249 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.325 |
| $t_{h, rL, d <1>}$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h, rB <1>}$ | d/m | 7 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 178 |
| $t_{h, rL <1>}$ | h/m | 93 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 2.791 |

(3) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone Zone 2 Projektraum

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <2>}$ | h/m | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.596 |
| $t_{h, rL, d <2>}$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h, rB <2>}$ | d/m | 14 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 215 |
| $t_{h, rL <2>}$ | h/m | 185 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.276 |

(4) Bereich "Warmluftheizung Zuluftnachheizung", Leitzone Zone 4 Besprechungsraum

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <4>}$ | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.760 |
| $t_{h, rL, d <4>}$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h, rB <4>}$ | d/m | 21 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 277 |
| $t_{h, rL <4>}$ | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 4.081 |

(5) Bereich "Hallenheizung Fußbodenheizung", Leitzone Zone 7 Küche/Lager

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <7>}$ | h/m | 483 | 704 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.722 |
| $t_{h, rL, d <7>}$ | h/d | 15 | 15 | 17 | 19 | 19 | 18 | 17 | |
| $d_{h, rB <7>}$ | d/m | 17 | 25 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 211 |
| $t_{h, rL <7>}$ | h/m | 250 | 383 | 467 | 531 | 529 | 466 | 474 | 3.591 |

(6) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone Zone 10 Atrium

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <10>}$ | h/m | 91 | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.850 |
| $t_{h, rL, d <10>}$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h, rB <10>}$ | d/m | 3 | 16 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 163 |
| $t_{h, rL <10>}$ | h/m | 34 | 211 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 2.603 |

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

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

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

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

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

1.13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Deckenheizung

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,3+0 = 2,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (17,2\%)}$$

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

(2) Warmluftheizung Umluftheizung
Raumtemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 1,3 = 1,30^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (8,0\%)}$$

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

(3) Warmluftheizung Umluftheizung
Raumtemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 1,3 = 1,30^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (8,5\%)}$$

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

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung
Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (5,2\%)}$$

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

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n>10$, Mindestdämmung, Bedeckung $\leq 10\text{cm}$,
 $\Delta\vartheta_{emb} = 1,0^\circ\text{K}$, $\vartheta_{str} = 0,1^\circ\text{K/m}$, $\Delta\vartheta_{str} = 0,06^\circ\text{K}$, P-Regler nicht zertifiziert

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,3+1,0+0,05625+1,2 = 2,56^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (15,3\%)}$$

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

(6) Fußbodenheizung Nasssystem
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n>10$, System Nasssystem,
Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein,
Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,3+0 = 2,10^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (12,4\%)}$$

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe Stellantriebe der Regler (Watt)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/> | | | | | | | | | |
| (1) Deckenheizung | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 265 | 1.774 | 5.208 | 7.065 | 6.504 | 5.555 | 3.625 | 31.564 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 117 | 456 | 911 | 1.039 | 961 | 860 | 657 | 5.425 |

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,b}$ | kWh | 143 | 955 | 2.804 | 3.804 | 3.502 | 2.991 | 1.952 | 16.996 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 29 | 114 | 228 | 260 | 240 | 215 | 164 | 1.356 |

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,b}$ | kWh | 2.383 | 7.793 | 18.861 | 25.697 | 24.085 | 20.342 | 14.221 | 121.711 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 490 | 933 | 1.536 | 1.760 | 1.658 | 1.466 | 1.201 | 10.369 |

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,b}$ | kWh | 714 | 2.096 | 4.212 | 5.688 | 5.576 | 4.720 | 3.938 | 30.348 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 79 | 135 | 184 | 209 | 206 | 183 | 179 | 1.574 |

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| $Q_{h,b}$ | kWh | 105 | 3.772 | 10.077 | 14.367 | 13.253 | 11.127 | 7.218 | 62.046 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 42 | 881 | 1.601 | 1.919 | 1.779 | 1.564 | 1.189 | 9.488 |

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,b}$ | kWh | 21 | 848 | 2.581 | 3.887 | 3.538 | 2.778 | 1.360 | 15.375 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 7 | 164 | 339 | 429 | 392 | 323 | 185 | 1.909 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $\Sigma Q_{h,b+ce}$ | kWh | 4.394 | 19.918 | 48.543 | 66.124 | 61.694 | 52.122 | 35.890 | 308.160 |
|---------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|

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

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

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

1.13.5 Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3
Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Deckenheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1073,6$ m², Geschosshöhe i.M. = 4,02 m, 3 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35$ °C / $\theta_{RA} = 28$ °C, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0$ °C

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 50 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- / Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1073,6$ m², Geschosshöhe i.M. = 4,02 m, 3 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 45$ °C / $\theta_{RA} = 30$ °C, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0$ °C

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 23 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- / Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 3489,4$ m², Geschosshöhe i.M. = 4,02 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55$ °C / $\theta_{RA} = 45$ °C, $T_{i,Soll,<2>} = 21,0$ °C

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 29 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 810,4 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 4,02 m, 3

Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 17 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe , P_{Pumpe} unbekannt

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1438,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 4,90 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 28 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<7>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 26 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$

Heizungspumpe , P_{Pumpe} unbekannt

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 794,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 4,02 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 28 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<10>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 42 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

| | Verteilung (V) | Stränge (S) | Anbindung (A) |
|--|----------------|--------------|---------------|
| (1) Deckenheizung | | | |
| Leitungslängen l_i | 111,6 m | 19,8 m | - m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (2) Warmluftheizung Umluftheizung | | | |
| Leitungslängen l_i | 187,0 m | 3,0 m | 266,0 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (3) Warmluftheizung Umluftheizung | | | |
| Leitungslängen l_i | 540,2 m | 9,8 m | 1.007,6 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Leitungslängen l_i | 176,5 m | 88,3 m | 202,6 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Leitungslängen l_i | 381,9 m | 27,5 m | - m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Leitungslängen l_i | 74,0 m | 14,2 m | - m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |

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

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

(1) Deckenheizung

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,04 | 0,07 | 0,21 | 0,26 | 0,24 | 0,23 | 0,14 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,7 | 22,3 | 24,3 | 25,2 | 24,9 | 24,7 | 23,3 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,4 | 21,6 | 22,7 | 23,1 | 22,9 | 22,8 | 22,2 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 18 | 65 | 98 | 124 | 121 | 104 | 90 | 665 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 5 | 18 | 31 | 37 | 35 | 31 | 25 | 199 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 1 | 3 | 7 | 10 | 9 | 8 | 5 | 45 |

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

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,02 | 0,03 | 0,10 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,07 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,6 | 22,1 | 24,0 | 24,8 | 24,5 | 24,4 | 23,1 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,2 | 21,4 | 22,1 | 22,4 | 22,3 | 22,3 | 21,8 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 38 | 138 | 228 | 298 | 288 | 245 | 204 | 1.541 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 1 | 5 | 6 | 8 | 7 | 6 | 6 | 44 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 9 | 37 | 82 | 115 | 108 | 91 | 66 | 542 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,5 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,2 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,05 | 0,10 | 0,25 | 0,32 | 0,30 | 0,28 | 0,18 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 23,2 | 25,3 | 30,5 | 33,1 | 32,4 | 31,7 | 28,1 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,6 | 24,0 | 27,7 | 29,5 | 29,0 | 28,6 | 26,0 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 338 | 756 | 1.592 | 2.267 | 2.160 | 1.797 | 1.313 | 11.090 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 15 | 29 | 48 | 60 | 57 | 49 | 40 | 350 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 140 | 369 | 916 | 1.354 | 1.279 | 1.055 | 719 | 6.341 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 3,6 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 2,1 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| | | | | | | | | | |
|---------------|--|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,03 | 0,09 | 0,19 | 0,25 | 0,25 | 0,23 | 0,18 | |
|---------------|--|------|------|------|------|------|------|------|--|

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 22,6 | 25,0 | 28,6 | 30,7 | 30,5 | 30,0 | 28,0 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,1 | 23,8 | 26,4 | 27,8 | 27,7 | 27,3 | 25,9 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 137 | 224 | 415 | 581 | 572 | 478 | 394 | 3.152 |
| $W_{h,d}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 47 | 100 | 216 | 317 | 310 | 257 | 201 | 1.689 |

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

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,00 | 0,06 | 0,15 | 0,21 | 0,19 | 0,18 | 0,11 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,1 | 22,1 | 23,5 | 24,3 | 24,1 | 23,9 | 22,8 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,0 | 21,6 | 22,3 | 22,7 | 22,5 | 22,4 | 21,9 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 155 | 264 | 362 | 439 | 429 | 372 | 347 | 2.608 |
| $W_{h,d}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 2 | 5 | 9 | 13 | 12 | 10 | 8 | 65 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,8 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,0 \%$
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,01 | 0,07 | 0,15 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,08 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,2 | 22,3 | 23,5 | 24,4 | 24,1 | 23,8 | 22,3 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,1 | 21,6 | 22,2 | 22,7 | 22,6 | 22,4 | 21,7 | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 4 | 29 | 61 | 78 | 76 | 64 | 55 | 395 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 1 | 8 | 17 | 21 | 20 | 17 | 12 | 104 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 0 | 1 | 4 | 6 | 6 | 4 | 3 | 26 |

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

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

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

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

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

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

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

1.13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Deckenheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 470 | 2.570 | 6.935 | 9.277 | 8.597 | 7.368 | 5.026 | 42.662 |

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 248 | 1.356 | 3.647 | 4.927 | 4.574 | 3.909 | 2.672 | 22.590 |

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 3.467 | 10.498 | 24.641 | 33.597 | 31.633 | 26.739 | 19.146 | 161.654 |

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h,out} | kWh | 930 | 2.454 | 4.812 | 6.479 | 6.354 | 5.380 | 4.511 | 35.074 |

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Q _{h,out} * | kWh | 558 | 6.000 | 14.870 | 20.876 | 19.474 | 16.415 | 11.326 | 93.789 |

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h,out} * | kWh | 136 | 1.480 | 4.127 | 6.076 | 5.632 | 4.523 | 2.643 | 25.660 |

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.

1.13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (2) (3) (4) (5) (6)

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

Speicher:

Speicher-Nenninhalt V = 2023 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C

Bereitschaftswärmeverlust q_{B,S} = 3,6 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 72 W

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Speicher:

Speicher-Nenninhalt V = 5898 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C

Bereitschaftswärmeverlust q_{B,S} = 4,7 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 145 W

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

Speicher:

Speicher-Nenninhalt V = 1735 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C

Bereitschaftswärmeverlust q_{B,S} = 2,9 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 64 W

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

Speicher:

Speicher-Nenninhalt V = 5764 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C

Bereitschaftswärmeverlust q_{B,S} = 5,0 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 83 W

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher:

Speicher-Nenninhalt V = 1489 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C

Bereitschaftswärmeverlust q_{B,S} = 2,7 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 64 W

Q_{h,s} = f_{con} * (θ_{h,s} - θ_u) / 45 * d_{h,mth} * q_{B,S} = Speicherverluste (Gl.68)

Q_{l,h,s} = Q_{h,s} bei Aufstellung im beheizten Bereich (ungeregelte Wärmeeinträge, Gl.69)

W_{h,s} = P_{Pumpe} * β_{h,s} * 24 * d_{mth} / 1000 = Hilfsenergiebedarf (Gl.71)

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| θ _{h,s} | °C | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 24 | 23 | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|-----|---|----|----|----|----|----|----|-----|
| $Q_{h,s}$ | kWh | – | 27 | 30 | 33 | 33 | 29 | 29 | 207 |
| $W_{h,s}$ | kWh | 0 | 2 | 6 | 9 | 8 | 7 | 5 | 40 |

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C | 23 | 25 | 31 | 33 | 33 | 32 | 28 | |
| $Q_{h,s}$ | kWh | – | 48 | 66 | 79 | 76 | 66 | 60 | 438 |
| $W_{h,s}$ | kWh | 3 | 13 | 31 | 42 | 40 | 34 | 24 | 200 |

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C | 23 | 25 | 28 | 30 | 30 | 29 | 27 | |
| $Q_{h,s}$ | kWh | 22 | 28 | 35 | 41 | 41 | 36 | 35 | 265 |
| $W_{h,s}$ | kWh | 2 | 5 | 10 | 13 | 13 | 11 | 9 | 71 |

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | 24 | 23 | |
| $Q_{h,s}$ | kWh | 33 | 38 | 42 | 46 | 45 | 40 | 41 | 320 |
| $W_{h,s}$ | kWh | 1 | 5 | 12 | 16 | 15 | 13 | 9 | 75 |

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C | 22 | 22 | 24 | 25 | 24 | 24 | 23 | |
| $Q_{h,s}$ | kWh | – | 21 | 23 | 26 | 26 | 22 | 22 | 160 |
| $W_{h,s}$ | kWh | 0 | 5 | 10 | 14 | 13 | 11 | 6 | 62 |

1.13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

1.13.9 Heizungsärmepumpen

nicht vorgesehen

1.13.10 Konventionelle Heizwärmeezeuger

Heizbereiche (1) (2) (3) (4) (5) (6)

(1) "Deckenheizung", Zonen 1 ($A_{NGF} = 1.074 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 55,4 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$

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

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

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

(2) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 1 ($A_{NGF} = 1.074 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 55,4 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$

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

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

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

(3) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 2/3/11/12 ($A_{NGF} = 3.489 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 108,2 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$

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

Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(4) "Warmluftheizung Zuluftnachheizung", Zonen 4/8/13 ($A_{NGF} = 810 \text{ m}^2$)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation $P_n = 34,0 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(5) "Hallenheizung Fußbodenheizung", Zonen 5/6/7/9 ($A_{NGF} = 1.439 \text{ m}^2$)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation $P_n = 115,3 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(6) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 10 ($A_{NGF} = 795 \text{ m}^2$)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation $P_n = 29,4 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,21$
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

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

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

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

(1) Deckenheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 470 | 2.570 | 6.935 | 9.277 | 8.597 | 7.368 | 5.026 | 42.662 |
| $Q_{h,gen}$ | kWh | 64 | 67 | 65 | 68 | 67 | 61 | 67 | 746 |
| $Q_{h,f}$ | kWh | 534 | 2.637 | 7.000 | 9.345 | 8.664 | 7.429 | 5.093 | 43.407 |
| $W_{h,gen}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

(2) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 248 | 1.383 | 3.677 | 4.960 | 4.607 | 3.938 | 2.701 | 22.797 |
| $Q_{h,gen}$ | kWh | 64 | 67 | 65 | 67 | 67 | 61 | 67 | 744 |
| $Q_{h,f}$ | kWh | 312 | 1.449 | 3.742 | 5.028 | 4.674 | 3.998 | 2.768 | 23.541 |
| $W_{h,gen}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 3.467 | 10.546 | 24.707 | 33.676 | 31.709 | 26.805 | 19.206 | 162.092 |
| $Q_{h,gen}$ | kWh | 81 | 85 | 84 | 89 | 88 | 79 | 86 | 954 |
| $Q_{h,f}$ | kWh | 3.548 | 10.631 | 24.792 | 33.765 | 31.797 | 26.885 | 19.292 | 163.045 |
| $W_{h,gen}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

(4) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 952 | 2.483 | 4.847 | 6.519 | 6.394 | 5.416 | 4.545 | 35.339 |
| $Q_{h,gen}$ | kWh | 55 | 58 | 57 | 59 | 59 | 53 | 59 | 645 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h, f} | kWh | 1.007 | 2.540 | 4.904 | 6.579 | 6.454 | 5.469 | 4.604 | 35.985 |
| W _{h, gen} | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

(5) Hallenheizung Fußbodenheizung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Q _{h, outg} | kWh | 591 | 6.038 | 14.912 | 20.922 | 19.520 | 16.455 | 11.367 | 94.110 |
| Q _{h, gen} | kWh | 82 | 85 | 83 | 86 | 86 | 77 | 85 | 950 |
| Q _{h, f} | kWh | 673 | 6.123 | 14.994 | 21.008 | 19.605 | 16.533 | 11.452 | 95.059 |
| W _{h, gen} | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

(6) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h, outg} | kWh | 136 | 1.501 | 4.150 | 6.102 | 5.658 | 4.545 | 2.664 | 25.820 |
| Q _{h, gen} | kWh | 52 | 54 | 52 | 54 | 54 | 49 | 54 | 602 |
| Q _{h, f} | kWh | 188 | 1.555 | 4.202 | 6.157 | 5.712 | 4.594 | 2.718 | 26.422 |
| W _{h, gen} | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |

1.13.11 Endenergie Heizwärme

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Q _{h, f} | kWh | 6.262 | 24.935 | 59.634 | 81.881 | 76.907 | 64.908 | 45.928 | 387.460 |
| W _h | kWh | 28 | 91 | 170 | 221 | 209 | 178 | 136 | 1.145 |
| Nah-/Fernw | kWh | 6.262 | 24.935 | 59.634 | 81.881 | 76.907 | 64.908 | 45.928 | 387.460 |
| Q _{I, h, <1>} | kWh/d | 0,3 | 1,3 | 3,0 | 4,0 | 3,8 | 3,5 | 2,3 | |
| Q _{I, h, <2>} | kWh/d | 0,2 | 0,6 | 1,4 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,1 | |
| Q _{I, h, <3>} | kWh/d | 1,7 | 4,4 | 11,2 | 16,1 | 15,2 | 13,9 | 8,5 | |
| Q _{I, h, <4>} | kWh/d | 0,8 | 1,7 | 3,8 | 5,4 | 5,3 | 4,9 | 3,4 | |
| Q _{I, h, <5>} | kWh/d | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | |
| Q _{I, h, <6>} | kWh/d | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | |
| Q _{I, h, <7>} | kWh/d | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | |
| Q _{I, h, <8>} | kWh/d | 0,4 | 0,9 | 2,0 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 1,8 | |
| Q _{I, h, <9>} | kWh/d | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Q _{I, h, <10>} | kWh/d | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | |
| Q _{I, h, <11>} | kWh/d | 1,0 | 2,6 | 6,7 | 9,5 | 9,0 | 8,2 | 5,1 | |
| Q _{I, h, <12>} | kWh/d | 1,7 | 4,4 | 11,2 | 16,0 | 15,1 | 13,8 | 8,5 | |
| Q _{I, h, <13>} | kWh/d | 0,3 | 0,6 | 1,4 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,3 | |

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

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

Q_{I, h} = 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

1.14 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

1.14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2020 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 212,58 kWp, quadratmeterbezogen 212,58 / (7606,9) = 0,028 kWp/m²

PV-Module N-O 10° Standort Deutschland (Potsdam)

Stromgutschrift nach GEG §23, Abs.3 ohne Batteriespeicher

Zuschlag für Anlagengröße (70% Strombedarf der Anlagentechnik): ja

anrechenbarer PV-Ertrag nach GEG, §23, Abs.3, max. 30% von $Q_{P,REF}$, max. 180% des PV-Jahresertrags
 $MIN(150 * 212,58 + 0,7 * 265666; 0,30 * 0,75 * 1385140,4; 1,8 * 163969,5) = MIN(217.853; 311.657; 295.145)$
 Primärenergie anrechenbar = 217.853 kWh/a (Endenergie = 121.030 kWh/a)

Strombedarf für Warmwasser Beleuchtung Hilfsenergie

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------|-----|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| Strombedarf | kWh | 22.247 | 20.410 | 18.643 | 19.364 | 19.116 | 17.084 | 19.479 | 265.666 |
| Stromangebot | kWh | 13.997 | 8.769 | 3.417 | 1.936 | 3.303 | 4.526 | 11.047 | 163.969 |
| anrechenbar | kWh | - | - | - | - | 121.030 | - | - | 121.030 |

Jahres-Stromproduktion = 163.970 kWh/a, Strombedarf = 265.666 kWh/a, anrechenbar = 121.030 kWh/a

1.14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

| Energieträger | Prozessbereich | Zonen | Endenergie kWh/a | f_P | $f_{HS/Hi}$ | Q_P kWh/a |
|---------------------|-----------------|-------|---------------------|-------|-------------|----------------|
| Strom-Mix | Warmwasser | 8/ | 18.121 | 1,80 | 1,00 | 32.618 |
| Nah-/Fernwär | Warmwasser | 7/ | 129.875 | 0,21 | 1,00 | 27.274 |
| Nah-/Fernwär | Heizwärme | * | 387.460 | 0,21 | 1,00 | 81.367 |
| Nah-/Fernwär | Klimakälte | ** | 238.931 | 0,21 | 1,00 | 50.176 |
| Strom-Mix | Beleuchtung | *** | 45.213 | 1,80 | 1,00 | 81.383 |
| Strom-Mix | Hilfsenergie | | 202.333 | 1,80 | 1,00 | 364.199 |
| Strom-Mix | Stromgutschrift | | -121.030 | 1,80 | 1,00 | -217.854 |
| Σ [kWh/Jahr] | | | 900.902 | | | 419.163 |

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 419.163 / 7.607 = 55,1$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 7.607$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 900.902 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 26,6 kWh/(m²a), Strom-Mix 8,3 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme KWK, fossil 68,0 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme aus KWK, fossil 31,4 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -15,9 kWh/(m²a)

1.14.3 Treibhausgasemissionen (CO2)

| Energieträger | Endenergie kWh/a | Emissionsfaktor g CO2/kWh | Emissionen kg/a | kg/ (m² a) |
|----------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|------------|
| Strom-Mix | 18.121 | 560 | 10.148 | |
| Nah-/Fernwärme KWK, | 129.875 | 9 | 1.169 | |
| Nah-/Fernwärme KWK, | 387.460 | 9 | 3.487 | |
| Nah-/Fernwärme aus K | 238.931 | 9 | 2.150 | |
| Strom-Mix | 45.213 | 560 | 25.319 | |
| Strom-Mix | 202.333 | 560 | 113.306 | |
| Strom aus PV | - | 152 | -18.426 | |
| 1.021.933 | | | 137.154 | 18,0 |

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom = - 155579,6 / 1021933,0 * 121030 = -18.426 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

1.14.4 Endenergiebedarf nach Zonen

| siehe Abschnitt | | RLT 9 | Beleucht. 10 | Klima 11 | Warmwasser 12 | Heizung 13 | Summe |
|-------------------|-------|----------|-----------------|-------------|------------------|---------------|---------|
| Zone | m² | kWh/a | kWh/a | kWh/a | kWh/a | kWh/a | kWh/a |
| Zone 1 Gruppenbür | 1.074 | - | 6.771 | 23.238 | - | 66.949 | 96.958 |
| Zone 2 Projektrau | 165 | - | 1.010 | 7.163 | - | 10.484 | 18.657 |
| Zone 3 Open Space | 1.282 | - | 13.315 | 55.976 | - | 40.060 | 109.352 |
| Zone 4 Besprechun | 430 | - | 5.513 | 10.119 | - | 10.669 | 26.302 |
| Zone 5 Multifunkt | 644 | - | 2.236 | 37.457 | - | 26.217 | 65.910 |
| Zone 6 Gastronomi | 451 | - | 3.748 | 35.762 | - | 55.629 | 95.138 |
| Zone 7 Küche/Lage | 212 | - | 2.247 | 24.099 | 129.875 | 6.768 | 162.989 |
| Zone 8 Sanitärräu | 224 | - | 1.228 | - | 18.121 | 7.949 | 27.299 |
| Zone 9 Foyer/Empf | 133 | - | 472 | 4.792 | - | 6.445 | 11.709 |
| Zone 10 Atrium | 795 | - | 4.162 | 24.663 | - | 26.422 | 55.248 |
| Zone 11 Sonstige | 762 | - | 3.141 | 15.661 | - | 26.201 | 45.003 |
| Zone 12 Nebenfläc | 1.279 | - | 1.212 | - | - | 86.300 | 87.512 |
| Zone 13 Technik U | 157 | - | 157 | - | - | 17.366 | 17.524 |
| Gebäude | 7.607 | - | 45.213 | 238.931 | 147.996 | 387.460 | 819.601 |

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

1.14.5 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

| | RLT kWh/m²a | Beleucht. kWh/m²a | Klima kWh/m²a | Warmwasser kWh/m²a | Heizung kWh/m²a | Summe kWh/m²a |
|---------------------|----------------|----------------------|------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Nutzenergiebedarf | 19,5 | 5,9 | 30,7 | 18,7 | 43,6 | 118,5 |
| Endenergiebedarf | 19,5 | 5,9 | 38,3 | 19,5 | 51,1 | 134,3 |
| Primärenergiebedarf | 35,2 | 10,7 | 18,9 | 8,0 | 11,0 | 83,7 |

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

1.15 Nachweise

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

1.15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

1.15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
zul $q_{P,REF} = 182,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung
zul $q_P = 182,1 - 45\% = 100,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh $q_P = 419.163 / 7606,9 = 55,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 55,1 \leq 100,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

1.15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

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

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

1.16 Nutzung von erneuerbaren Energien

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

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 774387 + 0 + -257 + 0 = 774.130 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
genutzte Fernwärme zu 98,4% aus erneuerbarer Energie

| Energiequelle | Energieertrag kWh/a | Deckungsanteil erzielt | Deckungsanteil gefordert | Nutzungs- anteil |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Umweltenergie [Kälte-1] [K | 238.931 | 30,9 % | 50,0 % | 61,8 % |
| Fernwärme [Warmwasser] [He | 517.335 | 65,8 % | 50,0 % | 131,6 % |
| PV-Strom [PV-Strom] | 121.030 | 15,6 % | 0,0 % | 0,0 % |
| | | | | 193,4 % |

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

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

| | | Grenzwert | erzielt | Unterschreitung | | Nutzungs- anteil |
|------------|----------|-----------|---------|-----------------|-----------|---------------------|
| | | | | erzielt | gefordert | |
| HT' - Wert | W/ (m²K) | 0,55 | 0,42 | 23,3 % | 15,0 % | 155,0 % |

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 348,4 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

1.17 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

Bundesförderung für effiziente NWG-Neubauten, Effizienzgebäude BEG NWG 2021

Referenzberechnung = "Gebäude-Anpassung-Referenz2020"

| | |
|-------------------------|---------------|
| Endenergieeinsparung | -57.999 kWh/a |
| Primärenergieeinsparung | 619.694 kWh/a |
| CO2-Einsparung | 133.868 kg/a |

| | Primärenergiebedarf Q _{P'} | mittlere U-Werte Opake Fenster | Vorhlf. | Oberl. | |
|---------------------|--|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| | kWh/(m²a) | W/(m²K) | W/(m²K) | W/(m²K) | W/(m²K) |
| Referenzberechnung | 100 % | 182,1 | | | |
| erreicht Ti ≥ 19°C | 30 % | 55,1 | 0,18 | 1,00 | 1,51 |
| Effizienzgebäude 55 | 55 % | 100,1 | 0,22 | 1,20 | 2,00 |
| Effizienzgebäude 40 | 40 % | 72,8 | 0,18 | 1,00 | 1,60 |

OK
OK

Das Förderniveau **Effizienzgebäude 40** wird erreicht.

Anhang D

Referenzgebäudeberechnung / Bilanzierung nach DIN V 18599

S:\BI\Proj\167\B167563\11_Waermeschutz\Abgabe\05_BER_6D\AnhangD_Ref.docx:16.05.2025

1. Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Brainergy Hub Jülich

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich

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

1.1 Gebäudeberechnung "Gebäude-Anpassung-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

1.2 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

| Zone | Typ | t_{nutz} d/a | ϑ_i °C | $\vartheta_{i,WE}$ °C | A_{NGF} m ² | V_i m ³ |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 202 Gruppenbüro | 250 | 19,9 | 17,3 | 1074 | 3282 |
| Zone 2 Projektraum | 204 Besprechung, | 250 | 19,9 | 17,2 | 165 | 496 |
| Zone 3 Open Space | 203 Großraumbüro | 250 | 19,9 | 17,3 | 1282 | 3847 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 204 Besprechung, | 250 | 19,9 | 17,6 | 430 | 1289 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 209 Hörsaal, Aud | 150 | 19,8 | 17,3 | 644 | 2575 |
| Zone 6 Gastronomie | 213 Restaurant | 300 | 20,2 | 17,2 | 451 | 1828 |
| Zone 7 Küche/Lager | 215 Küche - Vorb | 300 | 20,1 | 17,2 | 212 | 785 |
| Zone 8 Sanitärräume | 216 WC und Sanit | 250 | 19,9 | 17,8 | 224 | 772 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,3 | 133 | 531 |
| Zone 10 Atrium | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,4 | 795 | 3652 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 217 Sonstige Auf | 250 | 19,9 | 17,4 | 762 | 2372 |
| Zone 12 Nebenflächen | 218 Nebenflächen | 250 | 20,1 | 17,4 | 1279 | 4355 |
| Zone 13 Technik UG | 220 Lager, Techn | 250 | 20,0 | 17,3 | 157 | 533 |
| | | | | | | 7.607 26.317 |

Gebäude, $A_{NGF} = 7606,9 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

1.3 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

| Hüllfläche | Zone | A | U | F_x | Anmerkungen | H_T |
|------------|------|---|---|-------|-------------|-------|
|------------|------|---|---|-------|-------------|-------|

| | | m ² | W/ (m ² K) | | | W/K |
|--------------------|-----|----------------|-----------------------|----------|-------------|-------|
| Zone 1 Gruppenbüro | | | | | | |
| Stockwerk: EG | | | | | | |
| 0101-0 BP02 | 1:0 | 53,6 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 19 25 14 | 8,4 |
| 0102-0 BP02k | 1:0 | 12,3 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 74 19 25 | 1,9 |
| 0103-0 FA01 S-W | 1:0 | 27,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 37,8 |
| 0104-0 FA03 S-W | 1:0 | 10,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,0 |
| 0105-0 FA03 S-O | 1:0 | 10,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,9 |
| 0106-0 FA01 S-O | 1:0 | 22,9 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 32,1 |
| 0107-0 FA05 S-O | 1:0 | 6,3 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 8,8 |
| Stockwerk: OG1 | | | | | | |
| 0108-0 DE01 | 1:0 | 376,8 | 0,28 | 1,00 Fe | 51 02 82 | 105,5 |
| 0109-0 FA02 N-O | 1:0 | 17,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0110-0 FA03 N-O | 1:0 | 37,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 10,5 |
| 0111-0 FA01 N-W | 1:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 92,4 |
| 0112-0 FA03 S-W | 1:0 | 36,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 10,2 |
| 0113-0 FA04 S-W | 1:0 | 13,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,8 |
| 0114-0 FA03.2 S-W | 1:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,7 |
| 0115-0 FA03 N-W | 1:0 | 37,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 10,5 |
| 0116-0 FA02 N-W | 1:0 | 17,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0117-0 FA01 S-W | 1:0 | 57,5 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 80,5 |
| 0118-0 FA03 S-O | 1:0 | 37,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 10,5 |
| 0119-0 FA04 S-O | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0120-0 FA01 S-O | 1:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 92,4 |
| 0121-0 FA02 S-W | 1:0 | 17,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0122-0 FA04 N-O | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0123-0 FA01 N-O | 1:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 92,4 |
| 0124-0 FA04 N-W | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0125-0 FA02 S-O | 1:0 | 17,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| Stockwerk: OG2 | | | | | | |
| 0126-0 FA02 S-O | 1:0 | 17,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0127-0 FA03 N-O | 1:0 | 30,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,5 |
| 0128-0 FA01 N-O | 1:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 92,4 |
| 0129-0 FA04 N-W | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0130-0 FA01 N-W | 1:0 | 20,4 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 28,6 |
| 0131-0 DA04 | 1:0 | 0,6 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 0,1 |
| 0132-0 FA02 S-W | 1:0 | 17,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0133-0 FA04 N-O | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0134-0 FA02 N-W | 1:0 | 17,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 0135-0 FA03 N-W | 1:0 | 18,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 5,2 |
| 0136-0 FA03 S-W | 1:0 | 26,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,3 |
| 0137-0 FA01 S-W | 1:0 | 45,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 63,8 |
| 0138-0 FA03 S-O | 1:0 | 37,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 10,5 |
| 0139-0 FA04 S-O | 1:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 0140-0 DA01 | 1:0 | 478,4 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 95,7 |
| 0141-0 FA01 S-O | 1:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 92,4 |
| Zone 2 Projektraum | | | | | | |
| Stockwerk: OG2 | | | | | | |
| 0201-0 FA01 N-W | 2:0 | 84,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 118,4 |
| 0202-0 FA03 N-W | 2:0 | 32,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 9,1 |
| 0203-0 FA03 S-W | 2:0 | 18,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 5,1 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|------|
| 0204-0 | FA04 | S-W | 2:0 | 21,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 5,9 |
| 0205-0 | FA02 | N-O | 2:0 | 17,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,9 |
| 0206-0 | FA03 | N-O | 2:0 | 7,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 2,0 |
| 0207-0 | DA02 | | 2:0 | 144,1 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | 28,8 |
| 0208-0 | DA01 | | 2:0 | 52,2 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | 10,4 |
| 0209-0 | FA01 | S-W | 2:0 | 19,1 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 26,7 |
| 0210-0 | FA03.2 | S-W | 2:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |

Zone 3 OpenSpace

Stockwerk: OG1

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|-------|
| 0301-0 | DE01 | | 3:0 | 137,5 | 0,28 | 1,00 | Fe | 51 | 02 82 | 38,5 |
| 0302-0 | FA01 | N-W | 3:0 | 86,4 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 121,0 |
| 0303-0 | FA03 | N-W | 3:0 | 43,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 12,2 |
| 0304-0 | FA03 | S-W | 3:0 | 43,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 12,2 |
| 0305-0 | FA01 | S-W | 3:0 | 86,4 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 121,0 |
| 0306-0 | FA02 | S-W | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0307-0 | T02 | S-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0308-0 | FA04 | S-W | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |
| 0309-0 | DA02 | | 3:0 | 65,6 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | 13,1 |
| 0310-0 | FA03.2 | N-O | 3:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0311-0 | FA03 | S-O | 3:0 | 43,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 12,2 |
| 0312-0 | FA01 | S-O | 3:0 | 86,4 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 121,0 |
| 0313-0 | FA02 | S-O | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0314-0 | T02 | S-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0315-0 | FA04 | S-O | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |
| 0316-0 | FA02 | N-O | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0317-0 | T02 | N-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0318-0 | FA04 | N-O | 3:0 | 21,4 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 6,0 |
| 0319-0 | FA01 | N-O | 3:0 | 77,9 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 109,1 |
| 0320-0 | FA03 | N-O | 3:0 | 42,4 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 11,9 |
| 0321-0 | FA02 | N-W | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0322-0 | T02 | N-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0323-0 | DE02 | | 3:0 | 22,2 | 0,28 | 1,00 | Fe | 51 | 02 82 | 6,2 |
| 0324-0 | FA04 | N-W | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|-------|-------|
| 0325-0 | FA01 | N-O | 3:0 | 66,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 92,4 |
| 0326-0 | FA03 | N-O | 3:0 | 36,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 10,1 |
| 0327-0 | FA03 | N-W | 3:0 | 26,4 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 7,4 |
| 0328-0 | FA01 | N-W | 3:0 | 42,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 58,8 |
| 0329-0 | FA02 | N-W | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0330-0 | T02 | N-W | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0331-0 | FA04 | N-W | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |
| 0332-0 | DA01 | | 3:0 | 553,5 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | 110,7 |
| 0333-0 | FA01 | S-W | 3:0 | 64,8 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 90,7 |
| 0334-0 | FA03 | S-W | 3:0 | 24,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 6,9 |
| 0335-0 | FA03 | S-O | 3:0 | 43,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 12,2 |
| 0336-0 | FA01 | S-O | 3:0 | 86,4 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 02 | 121,0 |
| 0337-0 | FA02 | S-O | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0338-0 | T02 | S-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0339-0 | FA04 | S-O | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |
| 0340-0 | DA04 | | 3:0 | 130,6 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | 26,1 |
| 0341-0 | FA02 | N-O | 3:0 | 2,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,7 |
| 0342-0 | T02 | N-O | 3:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 02 | 3,4 |
| 0343-0 | FA04 | N-O | 3:0 | 14,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 4,0 |

Zone 4 Besprechung

Stockwerk: OG1

| | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|----------|-------|-----|
| 0401-0 FA02 N-W | 4:0 | 25,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,0 |
| 0402-0 FA02 S-W | 4:0 | 25,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,0 |
| 0403-0 FA02 S-O | 4:0 | 25,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,1 |
| 0404-0 FA02 N-O | 4:0 | 25,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,0 |
| 0405-0 FA03 S-W | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 0406-0 FA03 N-W | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 0407-0 FA03 S-O | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 0408-0 FA03 N-O | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | |
|-----------------|-----|-------|------|----------|-------|------|
| 0409-0 FA02 N-O | 4:0 | 25,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,0 |
| 0410-0 FA02 N-W | 4:0 | 23,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,6 |
| 0411-0 FA02 S-W | 4:0 | 3,0 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 0412-0 FA03 N-W | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 0413-0 AW04 N-O | 4:0 | 21,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,0 |
| 0414-0 AW04 N-W | 4:0 | 29,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,2 |
| 0415-0 AW04 S-W | 4:0 | 21,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,0 |
| 0416-0 FA02 S-O | 4:0 | 23,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,6 |
| 0417-0 DA01 | 4:0 | 168,3 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 33,7 |
| 0418-0 AW04 S-O | 4:0 | 29,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,2 |
| 0419-0 DA08 | 4:0 | 20,8 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 4,2 |
| 0420-0 DA02 | 4:0 | 0,2 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 0,0 |
| 0421-0 FA03 S-O | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 0422-0 DA04 | 4:0 | 50,2 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 10,0 |
| 0423-0 FA03 N-O | 4:0 | 0,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |

Zone 5 Multifunktionsrau

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|-----|-------|------|----------|-------------|-------|
| 0501-0 BP02 | 5:0 | 326,3 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 19 25 14 | 51,4 |
| 0502-0 FA02 N-W | 5:0 | 31,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,8 |
| 0503-0 FA02 S-W | 5:0 | 31,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,9 |
| 0504-0 BP02k | 5:0 | 343,2 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 74 19 25 | 54,1 |
| 0505-0 FA03 N-W | 5:0 | 50,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 14,2 |
| 0506-0 FA01 N-W | 5:0 | 133,8 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 187,3 |
| 0507-0 FA03 S-W | 5:0 | 14,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,1 |
| 0508-0 FA01 S-W | 5:0 | 27,7 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 38,8 |
| 0509-0 T02 S-W | 5:0 | 3,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 0,9 |
| 0510-0 FA02 S-O | 5:0 | 1,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,5 |
| 0511-0 DE03 | 5:0 | 24,0 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 4,6 |
| 0512-0 FA03 N-O | 5:0 | 11,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,1 |
| 0513-0 T02 N-W | 5:0 | 4,1 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 7,4 |
| 0514-0 FA01 N-O | 5:0 | 1,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,5 |
| 0515-0 FA02 N-O | 5:0 | 25,7 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 36,0 |
| 0516-0 T03 N-O | 5:0 | 5,5 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 7,2 |
| 0517-0 T03 N-W | 5:0 | 10,9 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 14,2 |
| 0518-0 T03 S-W | 5:0 | 5,5 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 7,2 |
| 0519-0 IW01 | 5:0 | 19,6 | 0,35 | 0,50 Fu | 51 08 | 3,4 |
| 0520-0 T01 N-O | 5:0 | 3,6 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 4,7 |
| 0521-0 DA06 | 5:0 | 4,2 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 0,8 |
| 0522-0 DA05 | 5:0 | 53,3 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 10,7 |

Zone 6 Gastronomie

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|-----|-------|------|----------|----------|------|
| 0601-0 FA02 N-W | 6:0 | 25,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,2 |
| 0602-0 DE03 | 6:0 | 147,3 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 28,4 |
| 0603-0 FA03 N-W | 6:0 | 9,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,5 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|-------|-------|
| 0604-0 | T02 | N-W | 6:0 | 2,7 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 | 02 | 4,9 |
| 0605-0 | FA03 | S-W | 6:0 | 38,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 10,8 |
| 0606-0 | FA01 | S-W | 6:0 | 84,1 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 117,7 |
| 0607-0 | T01 | S-W | 6:0 | 6,5 | 1,30 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | 8,4 |
| 0608-0 | FA03 | S-O | 6:0 | 24,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 6,7 |
| 0609-0 | FA01 | S-O | 6:0 | 43,5 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 60,9 |
| 0610-0 | BP02 | | 6:0 | 162,8 | 0,35 | 0,45 | Ffb | 51 | 19 | 25 14 | 25,6 |
| 0611-0 | BP02k | | 6:0 | 63,4 | 0,35 | 0,45 | Ffb | 51 | 74 | 19 25 | 10,0 |
| 0612-0 | FA01 | N-O | 6:0 | 34,4 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 48,2 |
| 0613-0 | FA05 | S-W | 6:0 | 24,9 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 34,9 |
| 0614-0 | FA05 | S-O | 6:0 | 12,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 16,8 |
| 0615-0 | FA02 | S-O | 6:0 | 4,1 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,1 |
| 0616-0 | T02 | S-O | 6:0 | 2,7 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 85 | 02 | 4,9 |
| 0617-0 | FA02 | S-W | 6:0 | 1,9 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 0,5 |
| 0618-0 | FA03 | N-O | 6:0 | 7,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 2,1 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|----|------|
| 0619-0 | FA03.2 | S-W | 6:0 | 22,8 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 6,4 |
| 0620-0 | FA01 | S-W | 6:0 | 43,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 60,2 |
| 0621-0 | FA01 | N-O | 6:0 | 45,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 63,0 |
| 0622-0 | FA03.2 | N-O | 6:0 | 19,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 5,4 |
| 0623-0 | FA03.2 | N-W | 6:0 | 12,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 3,5 |
| 0624-0 | FA01 | N-W | 6:0 | 22,8 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 31,9 |
| 0625-0 | AW03 | S-W | 6:0 | 21,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 5,9 |
| 0626-0 | DA01 | | 6:0 | 1,9 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | | 0,4 |
| 0627-0 | AW03 | N-O | 6:0 | 21,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 5,9 |
| 0628-0 | AW03 | N-W | 6:0 | 67,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 18,9 |
| 0629-0 | DA07 | S-O | 6:0 | 171,2 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | | 34,2 |
| 0630-0 | FE01 | N-W | 6:0 | 24,6 | 1,30 | 1,00 | FF | 51 | 02 | | 32,0 |

Zone 7 Küche/Lager

Stockwerk: EG

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|----|----|-------|------|
| 0701-0 | DE03 | | 7:0 | 139,3 | 0,35 | 0,55 | FG | 51 | 25 | 21 | 26,8 |
| 0702-0 | FA04 | S-O | 7:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,7 |
| 0703-0 | FA03 | S-O | 7:0 | 7,7 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 2,2 |
| 0704-0 | FA04 | S-W | 7:0 | 6,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,8 |
| 0705-0 | FA04 | N-W | 7:0 | 6,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,7 |
| 0706-0 | FA03 | N-W | 7:0 | 7,7 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 2,2 |
| 0707-0 | BP02k | | 7:0 | 45,6 | 0,35 | 0,45 | Ffb | 51 | 74 | 19 25 | 7,2 |
| 0708-0 | FA01 | S-O | 7:0 | 20,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 28,0 |
| 0709-0 | FA01 | S-W | 7:0 | 21,2 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 29,7 |
| 0710-0 | FA01 | N-W | 7:0 | 20,0 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 28,0 |
| 0711-0 | FA03 | S-W | 7:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,7 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|------|------|------|-----|----|----|----|------|
| 0712-0 | FA03.2 | S-W | 7:0 | 12,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 3,4 |
| 0713-0 | FA01 | S-W | 7:0 | 22,3 | 1,40 | 1,00 | FF | 51 | 75 | 02 | 31,2 |
| 0714-0 | AW04 | S-W | 7:0 | 6,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,8 |
| 0715-0 | FA04 | S-W | 7:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 0,8 |
| 0716-0 | AW04 | N-W | 7:0 | 24,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 6,9 |
| 0717-0 | DA01 | | 7:0 | 64,5 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | | 12,9 |
| 0718-0 | AW04 | N-O | 7:0 | 6,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 1,8 |
| 0719-0 | DA08 | | 7:0 | 16,4 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 | 02 | | 3,3 |
| 0720-0 | AW04 | S-O | 7:0 | 24,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | | 6,9 |

Zone 8 Sanitärräume

Stockwerk: UG

| | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|----------|-------------|-----|
| 0801-0 BP01.2 | 8:0 | 11,6 | 0,35 | 0,40 Ffb | 51 19 25 12 | 1,6 |
| 0802-0 BP01.2k | 8:0 | 16,5 | 0,35 | 0,40 Ffb | 51 74 19 25 | 2,3 |

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|----------|----------|------|
| 0803-0 DE03 | 8:0 | 69,4 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 13,4 |
| 0804-0 FA04 N-W | 8:0 | 18,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 5,3 |
| 0805-0 FA03 N-W | 8:0 | 8,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,5 |
| 0806-0 FA04 N-O | 8:0 | 22,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,4 |
| 0807-0 FA03 N-O | 8:0 | 7,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,2 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | |
|-------------------|-----|------|------|----------|-------|-----|
| 0808-0 FA03.2 S-W | 8:0 | 4,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,3 |
| 0809-0 FA04 S-W | 8:0 | 13,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,7 |
| 0810-0 DA01 | 8:0 | 33,8 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 6,8 |

Zone 9 Foyer/Empfang

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|----------|-------------|------|
| 0901-0 DE03 | 9:0 | 5,4 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 1,0 |
| 0902-0 BP02k | 9:0 | 51,2 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 74 19 25 | 8,1 |
| 0903-0 BP02 | 9:0 | 85,6 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 19 25 14 | 13,5 |
| 0904-0 FA01 S-O | 9:0 | 42,2 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 59,1 |
| 0905-0 T03 S-W | 9:0 | 4,4 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 5,7 |
| 0906-0 T03 S-O | 9:0 | 11,0 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 14,3 |
| 0907-0 T03 N-O | 9:0 | 4,4 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 5,7 |
| 0908-0 FA04 S-O | 9:0 | 1,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,4 |
| 0909-0 T01 S-O | 9:0 | 3,8 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 4,9 |
| 0910-0 FA03 S-O | 9:0 | 12,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,6 |
| 0911-0 DA06 | 9:0 | 3,3 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 0,7 |

Zone 10 Atrium

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-------------|------|-------|------|---------|----------|------|
| 1001-0 DE03 | 10:0 | 219,8 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 42,3 |
|-------------|------|-------|------|---------|----------|------|

Stockwerk: OG3

| | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1002-0 FA04 N-W | 10:0 | 0,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 1003-0 FA03.2 N-W | 10:0 | 20,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 5,8 |
| 1004-0 FA01 N-W | 10:0 | 42,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 59,6 |
| 1005-0 DA03 | 10:0 | 180,3 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 36,1 |
| 1006-0 FA03.2 S-O | 10:0 | 22,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,4 |
| 1007-0 AW02 N-W | 10:0 | 4,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,2 |
| 1008-0 AW02 West | 10:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,7 |
| 1009-0 AW02 S-W | 10:0 | 3,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,0 |
| 1010-0 AW02 Süd | 10:0 | 2,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1011-0 AW02 S-O | 10:0 | 4,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,2 |
| 1012-0 FA04 S-O | 10:0 | 0,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 1013-0 AW02 Ost | 10:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,7 |
| 1014-0 AW02 N-O | 10:0 | 4,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,1 |
| 1015-0 AW02 Nord | 10:0 | 2,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1016-0 FA02 S-O | 10:0 | 0,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,1 |
| 1017-0 FA01 S-O | 10:0 | 43,2 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 60,5 |
| 1018-0 FE02 N-W | 10:0 | 3,2 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 4,2 |
| 1019-0 FE02 West | 10:0 | 1,9 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 2,5 |
| 1020-0 FE02 S-W | 10:0 | 2,9 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 3,8 |
| 1021-0 FE02 Süd | 10:0 | 2,1 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 2,7 |
| 1022-0 FE02 S-O | 10:0 | 3,4 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 4,4 |
| 1023-0 FE02 Ost | 10:0 | 1,9 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 2,5 |
| 1024-0 FE02 N-O | 10:0 | 3,2 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 4,2 |

| | | | | | | |
|------------------|------|-------|------|---------|----------|-------|
| 1025-0 FE02 Nord | 10:0 | 2,1 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 2,7 |
| 1026-0 OL01 | 10:0 | 103,9 | 2,70 | 1,00 FF | 51 72 02 | 280,5 |

Zone 11 Sonstige Aufenth

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|-------------|------|
| 1101-0 FA03 S-O | 11:0 | 10,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,9 |
| 1102-0 FA03 N-O | 11:0 | 11,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,3 |
| 1103-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,8 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,5 |
| 1104-0 FA01 S-O | 11:0 | 22,9 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 32,1 |
| 1105-0 FA05 S-O | 11:0 | 6,3 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 8,8 |
| 1106-0 FA05 N-O | 11:0 | 6,0 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 8,4 |
| 1107-0 BP02k | 11:0 | 26,5 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 74 19 25 | 4,2 |
| 1108-0 BP02 | 11:0 | 66,9 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 19 25 14 | 10,5 |

Stockwerk: OG1

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|----------|------|
| 1109-0 FA01 S-W | 11:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1110-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1111-0 FA01 S-O | 11:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1112-0 FA03 S-W | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1113-0 FA03 N-O | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1114-0 FA03 S-O | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1115-0 FA03 N-W | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1116-0 FA01 N-W | 11:0 | 13,4 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 18,8 |
| 1117-0 FA04 N-W | 11:0 | 8,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,3 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1118-0 FA01 N-O | 11:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1119-0 FA03 N-O | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1120-0 FA01 S-O | 11:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1121-0 FA03 S-O | 11:0 | 6,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,7 |
| 1122-0 FA01 S-W | 11:0 | 43,8 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 61,3 |
| 1123-0 FA02 N-W | 11:0 | 1,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,4 |
| 1124-0 FA02 S-W | 11:0 | 22,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,2 |
| 1125-0 FA02 S-O | 11:0 | 1,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,4 |
| 1126-0 FA03 S-W | 11:0 | 13,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,7 |
| 1127-0 AW04 N-W | 11:0 | 4,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,3 |
| 1128-0 AW04 S-W | 11:0 | 11,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,2 |
| 1129-0 DA01 | 11:0 | 214,0 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 42,8 |
| 1130-0 AW04 N-O | 11:0 | 11,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,2 |
| 1131-0 DA08 | 11:0 | 6,0 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 1,2 |
| 1132-0 AW04 S-O | 11:0 | 4,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,3 |

Zone 12 Nebenflächen

Stockwerk: EG

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|-------------|------|
| 1201-0 BP02k | 12:0 | 141,2 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 74 19 25 | 22,2 |
| 1202-0 BP02 | 12:0 | 118,4 | 0,35 | 0,45 Ffb | 51 19 25 14 | 18,6 |
| 1203-0 FA04 N-O | 12:0 | 47,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 13,4 |
| 1204-0 IW01 | 12:0 | 44,0 | 0,35 | 0,50 Fu | 51 08 | 7,7 |
| 1205-0 FA04 S-O | 12:0 | 27,0 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 7,6 |
| 1206-0 FA04 N-W | 12:0 | 3,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,0 |
| 1207-0 T02 N-W | 12:0 | 4,4 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 7,9 |
| 1208-0 FA01 N-O | 12:0 | 3,5 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 4,9 |
| 1209-0 T01 N-O | 12:0 | 2,9 | 1,30 | 1,00 FF | 51 02 | 3,8 |
| 1210-0 FA03 N-W | 12:0 | 1,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,5 |
| 1211-0 FA02 N-W | 12:0 | 1,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,5 |
| 1212-0 FA02 S-O | 12:0 | 28,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 8,1 |
| 1213-0 FA02 N-O | 12:0 | 33,2 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 9,3 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|----------|------|
| 1214-0 FA03 S-O | 12:0 | 13,9 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,9 |
| 1215-0 FA03 N-O | 12:0 | 24,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 6,9 |
| 1216-0 T02 N-O | 12:0 | 13,5 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 24,3 |
| 1217-0 DE03 | 12:0 | 58,7 | 0,35 | 0,55 FG | 51 25 21 | 11,3 |

Stockwerk: OG1

| | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1218-0 FA02 S-W | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1219-0 FA01 N-W | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1220-0 T02 S-W | 12:0 | 2,0 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,6 |
| 1221-0 FA03 S-W | 12:0 | 7,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,1 |
| 1222-0 FA02 S-O | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1223-0 T02 S-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1224-0 FA01 S-W | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1225-0 FA03 S-O | 12:0 | 7,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,1 |
| 1226-0 DE01 | 12:0 | 107,3 | 0,28 | 1,00 Fe | 51 02 82 | 30,0 |
| 1227-0 FA02 N-O | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1228-0 T02 N-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1229-0 FA03 N-O | 12:0 | 7,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,1 |
| 1230-0 FA01 S-O | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1231-0 FA02 N-W | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1232-0 T02 N-W | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1233-0 FA03 N-W | 12:0 | 7,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,1 |
| 1234-0 FA01 N-O | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |

Stockwerk: OG2

| | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|----------|----------|------|
| 1235-0 AW04 S-O | 12:0 | 9,0 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,5 |
| 1236-0 AW04 N-O | 12:0 | 13,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,8 |
| 1237-0 AW04 N-W | 12:0 | 4,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,3 |
| 1238-0 DA04 | 12:0 | 71,9 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 14,4 |
| 1239-0 AW04 S-W | 12:0 | 13,7 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,8 |
| 1240-0 DA08 | 12:0 | 10,5 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 2,1 |
| 1241-0 FA03 S-W | 12:0 | 11,1 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,1 |
| 1242-0 FA02 S-W | 12:0 | 5,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 1,5 |
| 1243-0 T02 S-W | 12:0 | 3,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 7,0 |
| 1244-0 FA02 N-O | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1245-0 T02 N-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1246-0 FA01 N-W | 12:0 | 48,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 68,0 |
| 1247-0 FA03 N-W | 12:0 | 17,4 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 4,9 |
| 1248-0 FA03 N-O | 12:0 | 13,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,8 |
| 1249-0 DA01 | 12:0 | 237,5 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 47,5 |
| 1250-0 DA02 | 12:0 | 48,4 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 9,7 |
| 1251-0 FA03 S-O | 12:0 | 7,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,1 |
| 1252-0 FA01 S-O | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |
| 1253-0 FA03.2 N-O | 12:0 | 2,5 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,7 |
| 1254-0 FA02 N-W | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1255-0 T02 N-W | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1256-0 FA01 N-O | 12:0 | 40,7 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 57,0 |
| 1257-0 FA02 S-O | 12:0 | 2,8 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 0,8 |
| 1258-0 T02 S-O | 12:0 | 1,9 | 1,80 | 1,00 FAW | 51 85 02 | 3,4 |
| 1259-0 FA01 S-W | 12:0 | 21,6 | 1,40 | 1,00 FF | 51 75 02 | 30,2 |

Stockwerk: OG3

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|----------|-------|------|
| 1260-0 AW04 N-W | 12:0 | 8,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,3 |
| 1261-0 AW04 S-W | 12:0 | 11,0 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,1 |
| 1262-0 AW04 S-O | 12:0 | 8,3 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 2,3 |
| 1263-0 AW04 N-O | 12:0 | 11,0 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 3,1 |
| 1264-0 DA08 | 12:0 | 22,5 | 0,20 | 1,00 FD | 51 02 | 4,5 |
| 1265-0 FA04 N-O | 12:0 | 47,6 | 0,28 | 1,00 FAW | 51 02 | 13,3 |

| | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|------|------|-----|-------|------|
| 1266-0 FA03.2 N-O | 12:0 | 19,7 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 5,5 |
| 1267-0 FA03.2 N-W | 12:0 | 9,1 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 2,5 |
| 1268-0 FA04 N-W | 12:0 | 23,4 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 6,6 |
| 1269-0 DA01 | 12:0 | 141,0 | 0,20 | 1,00 | FD | 51 02 | 28,2 |
| 1270-0 FA02 S-O | 12:0 | 14,5 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 4,1 |
| 1271-0 FA04 S-W | 12:0 | 7,3 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 2,0 |
| 1272-0 FA03.2 S-W | 12:0 | 3,6 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 1,0 |
| 1273-0 FA03.2 S-O | 12:0 | 18,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 5,1 |
| 1274-0 FA04 S-O | 12:0 | 27,8 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 7,8 |

Zone 13 Technik UG

Stockwerk: UG

| | | | | | | | |
|-----------------|------|-------|------|------|-----|-------------|------|
| 1301-0 AW01 N-W | 13:0 | 45,9 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 12,9 |
| 1302-0 AW01 S-W | 13:0 | 2,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 0,6 |
| 1303-0 IW02 | 13:0 | 171,5 | 0,35 | 0,55 | FG | 51 25 21 | 33,0 |
| 1304-0 BP01.1 | 13:0 | 106,8 | 0,35 | 0,40 | Ffb | 51 19 25 12 | 15,0 |
| 1305-0 AW01 N-O | 13:0 | 2,0 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 0,6 |
| 1306-0 AW01 S-O | 13:0 | 45,1 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 02 | 12,6 |
| 1307-0 T02 S-W | 13:0 | 5,0 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 85 02 | 9,0 |
| 1308-0 BP01.1k | 13:0 | 66,6 | 0,35 | 0,40 | Ffb | 51 74 19 25 | 9,3 |
| 1309-0 T02 N-O | 13:0 | 11,5 | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 85 02 | 20,7 |
| 1310-0 BP01.3 | 13:0 | 5,3 | 0,35 | 0,40 | Ffb | 51 19 25 12 | 0,7 |
| 1311-0 BP01.3k | 13:0 | 10,8 | 0,35 | 0,40 | Ffb | 51 74 19 25 | 1,5 |

$\Sigma A [m^2] = 11.589,8$

$\Sigma H_T [W/K] = 5.832,7$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 2378,40 / 146,15 = 16,27 \text{ m}$
2. Bodenplattenmaß B' (26) = $663,90 / (0.5 * 123,60) = 10,74 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 82 Geschossdecke gegen Außenluft
- 12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 21 Kellerdecke / Innenwand zum unbeheizten Keller, Kellerfußboden ungedämmt, ohne Perimeterdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_X für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_X -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 72 Lichtkuppel
- 75 Vorhangfassade
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.
- 85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

1.3.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 579,5 \text{ W/K}$ (9,9 %, 0,050 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

1.3.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

| Transferkoeffizienten Transmission | $H_{T,D}$ W/K | $H_{T,S}$ W/K | $H_{T,iu}$ W/K | ΣH_T W/K | $H_{T,iz}$ W/K | $H_{T,zi}$ W/K |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 1138 | 10 | 0 | 1148 | 0 | 0 |
| Zone 2 Projektraum | 232 | 0 | 0 | 232 | 0 | 0 |
| Zone 3 Open Space | 1272 | 0 | 0 | 1272 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-----|-----|------|---|---|
| Zone 4 Besprechungsraum | 153 | 0 | 0 | 153 | 0 | 0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 412 | 105 | 8 | 525 | 0 | 0 |
| Zone 6 Gastronomie | 654 | 36 | 28 | 718 | 0 | 0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 189 | 7 | 27 | 223 | 0 | 0 |
| Zone 8 Sanitäräume | 38 | 4 | 13 | 56 | 0 | 0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 106 | 22 | 1 | 128 | 0 | 0 |
| Zone 10 Atrium | 518 | 0 | 42 | 560 | 0 | 0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume | 427 | 15 | 0 | 442 | 0 | 0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 756 | 41 | 19 | 816 | 0 | 0 |
| Zone 13 Technik UG | 80 | 27 | 33 | 139 | 0 | 0 |
| | 5974 | 266 | 172 | 6412 | | |

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

$HT_{S} = \sum F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_S -Wert aus der Bauteilberechnung

$HT_{iu} = \sum F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$HT_{iz} = \sum A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmekoeffizient

$H'_{T,vorh} = (HT_{D} + F_X \cdot HT_{iu} + F_X \cdot HT_{S}) / A = 6.412,3 / 11.589,8 = 0,55 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

1.3.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

| | | opake Bauteile [W/ (m ² K)] | Fenster [W/ (m ² K)] | Vorhangf. [W/ (m ² K)] | Oberl. [W/ (m ² K)] |
|------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| U _{max} | T _i ≥ 19°C | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,50 |
| U _{max} | T _i < 19°C | 0,50 | 2,80 | 3,00 | 3,10 |
| Zonen | T _i ≥ 19°C | 0,23 | 1,30 | 1,40 | 2,29 |

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 1,40 W/(m²K) = 1,50 W/(m²K) -6,7%

1.4 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), n₅₀ = 1,00 h⁻¹

Nettolumenvolumen > 1.500 m³ ⇒ n₅₀ = q₅₀ * Σ A / V = 2*11590 / 26317 = 0,88 (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

e_{wind} = 0.07 f_{wind} = 15 (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, f_{ATD} = (n₅₀ + 1.5) / n₅₀ = 2,50 (Gl.67)

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit

Präsenzmeldern) für die Zonen Zone 2 Projektraum, Zone 4 Besprechungsraum, Zone 5

Multifunktionsraum, Zone 6 Gastronomie

und mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern)

für die Zonen Zone 1 Gruppenbüro, Zone 2 Projektraum, Zone 3 Open Space, Zone 4

Besprechungsraum, Zone 5 Multifunktionsraum, Zone 6 Gastronomie, Zone 7 Küche/Lager, Zone 9

Foyer/Empfang, Zone 10 Atrium, Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

| Zone | ALD | n ₅₀ h ⁻¹ | V _A /V _{dc} m ³ / (m ² h) | Luftwechsel | | Fenster | Lüftungsanlage | |
|--------------------|-----|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | | | n _{nutz} h ⁻¹ | n _{inf} h ⁻¹ | n _{win} h ⁻¹ | n _{m,ZUL} h ⁻¹ | t _{V,m} h/d |
| Zone 1 Gruppenbüro | - | 1,15 | 4,00 | 1,31 | 0,08 | 0,10 | 1,31 | 13 |
| Zone 2 Projektraum | - | 1,61 | 8,75 | 2,92 | 0,11 | 0,10 | 2,92 | 13 |
| Zone 3 Open Space | - | 1,01 | 6,00 | 2,00 | 0,07 | 0,10 | 2,00 | 13 |
| Zone 4 Besprechung | - | 0,81 | 8,75 | 2,92 | 0,06 | 0,10 | 2,92 | 13 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|----|------|-------|------|------|------|------|----|
| Zone 5 Multifunktio | - | 0,88 | 19,00 | 4,75 | 0,06 | 0,10 | 4,75 | 12 |
| Zone 6 Gastronomie | - | 1,28 | 13,35 | 3,29 | 0,09 | 0,10 | 3,29 | 16 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 1,19 | 15,00 | 4,05 | 0,08 | 0,10 | 4,05 | 15 |
| Zone 8 Sanitäräum | - | 0,54 | 15,00 | 4,35 | 0,04 | 0,10 | 4,35 | 13 |
| Zone 9 Foyer/Empfa | - | 0,85 | 7,00 | 1,75 | 0,06 | 0,10 | 1,75 | 13 |
| Zone 10 Atrium | - | 0,37 | 7,00 | 1,52 | 0,03 | 0,10 | 1,52 | 13 |
| Zone 11 Sonstige A | - | 0,57 | 7,00 | 2,25 | 0,04 | 0,10 | 2,25 | 13 |
| Zone 12 Nebenfläch | - | 0,83 | 0,15 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,04 | 13 |
| Zone 13 Technik UG | ja | 1,77 | 0,15 | 0,04 | 0,23 | 0,10 | 0,04 | 13 |

⇒ WE-Betrieb ...

| | | | | | |
|-------------------------------|--|------|------|------|------|
| Zone 1 Gruppenbüro | | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,10 |
| Zone 2 Projektraum | | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,10 |
| Zone 3 Open Space | | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,10 |
| Zone 4 Besprechungsraum | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 6 Gastronomie | | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,10 |
| Zone 7 Küche/Lager | | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,10 |
| Zone 8 Sanitäräume | | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,10 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 10 Atrium | | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,10 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthaltsr | | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,10 |
| Zone 12 Nebenflächen | | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,10 |
| Zone 13 Technik UG | | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,10 |

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4296 / 4296 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1447 / 1447 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 7694 / 7694 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3759 / 3759 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 12231 / 12231 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 6016 / 6016 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3177 / 3177 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3360 / 3360 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 930 / 930 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5561 / 5561 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5336 / 5336 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 192 / 192 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <13> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 24 / 24 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ 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 | V | $H_{V,z,Jan}$ | $H_{V,inf}$ | $H_{V,win}$ | ΣH_V | $H_{V,mech}$ | $\theta_{V,Jan}$ |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------------------|
| Lüftung | m^3 | W/K | W/K | W/K | W/K | W/K | °C |
| Zone 1 Gruppenbüro | 3.282 | 0 | 90 | 112 | 202 | 791 | 18,0 |
| Zone 2 Projektraum | 496 | 0 | 19 | 17 | 36 | 267 | 18,0 |
| Zone 3 Open Space | 3.847 | 0 | 93 | 131 | 224 | 1417 | 18,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 1.289 | 0 | 25 | 44 | 69 | 692 | 15,2 |
| Zone 5 Multifunktion | 2.575 | 0 | 54 | 88 | 142 | 2079 | 18,0 |
| Zone 6 Gastronomie | 1.828 | 0 | 56 | 62 | 118 | 1363 | 15,1 |
| Zone 7 Küche/Lager | 785 | 0 | 22 | 27 | 49 | 675 | 18,0 |
| Zone 8 Sanitäräume | 772 | 0 | 10 | 26 | 36 | 619 | 15,2 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 531 | 0 | 11 | 18 | 29 | 171 | 18,0 |
| Zone 10 Atrium | 3.652 | 0 | 32 | 124 | 157 | 1024 | 18,0 |
| Zone 11 Sonstige Auf | 2.372 | 0 | 32 | 81 | 113 | 983 | 15,2 |

| | | | | | | | |
|----------------------|-------|---|-----|-----|------|-------|------|
| Zone 12 Nebenflächen | 4.355 | 0 | 86 | 148 | 234 | 35 | 15,2 |
| Zone 13 Technik UG | 533 | 0 | 42 | 18 | 60 | 4 | 15,2 |
| | | 0 | 571 | 895 | 1466 | 10121 | |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|-----|-----|------|--|--|
| ⇒ WE-Betrieb ... | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppenbüro | | 0 | 90 | 112 | 202 | | |
| Zone 2 Projektraum | | 0 | 19 | 17 | 36 | | |
| Zone 3 Open Space | | 0 | 93 | 131 | 224 | | |
| Zone 4 Besprechungsraum | | 0 | 25 | 44 | 69 | | |
| Zone 5 Multifunktionsraum | | 0 | 54 | 88 | 142 | | |
| Zone 6 Gastronomie | | 0 | 56 | 62 | 118 | | |
| Zone 7 Küche/Lager | | 0 | 22 | 27 | 49 | | |
| Zone 8 Sanitärräume | | 0 | 10 | 26 | 36 | | |
| Zone 9 Foyer/Empfang | | 0 | 11 | 18 | 29 | | |
| Zone 10 Atrium | | 0 | 32 | 124 | 157 | | |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | | 0 | 32 | 81 | 113 | | |
| Zone 12 Nebenflächen | | 0 | 86 | 148 | 234 | | |
| Zone 13 Technik UG | | 0 | 22 | 18 | 41 | | |
| | | 0 | 552 | 895 | 1447 | | |

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

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

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

1.5 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

1.5.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

| Kollektorfläche | Zone | A_g m ² | I_S , Jan/Jul W/m ² | g_{eff} , Jan/Jul % | Q_S , Jan/Jul kWh/d |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0103-0 FA01 S-W | 1 | 18,90 | 40/ 120 | 26/ 17 | 7104m 4,6/ 9,3 |
| 0106-0 FA01 S-O | 1 | 16,03 | 50/ 132 | 26/ 17 | " 4,9/ 8,6 |
| 0107-0 FA05 S-O | 1 | 4,41 | 50/ 132 | 35/ 22 | " 1,9/ 3,0 |
| 0111-0 FA01 N-W | 1 | 46,20 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 3,1/ 26,9 |
| 0117-0 FA01 S-W | 1 | 40,25 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 9,9/ 19,7 |
| 0120-0 FA01 S-O | 1 | 46,20 | 50/ 132 | 26/ 17 | " 14,1/ 24,9 |
| 0123-0 FA01 N-O | 1 | 46,20 | 11/ 112 | 26/ 26 | " 3,1/ 31,7 |
| 0128-0 FA01 N-O | 1 | 46,20 | 11/ 112 | 26/ 26 | " 3,1/ 31,7 |
| 0130-0 FA01 N-W | 1 | 14,28 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 1,0/ 8,3 |
| 0137-0 FA01 S-W | 1 | 31,92 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 7,8/ 15,6 |
| 0141-0 FA01 S-O | 1 | 46,20 | 50/ 132 | 26/ 17 | " 14,1/ 24,9 |
| 0201-0 FA01 N-W | 2 | 59,22 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 4,0/ 34,5 |
| 0209-0 FA01 S-W | 2 | 13,37 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 3,3/ 6,5 |
| 0302-0 FA01 N-W | 3 | 60,48 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 4,1/ 35,2 |
| 0305-0 FA01 S-W | 3 | 60,48 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 14,8/ 29,6 |
| 0312-0 FA01 S-O | 3 | 60,48 | 50/ 132 | 26/ 17 | " 18,5/ 32,6 |
| 0319-0 FA01 N-O | 3 | 54,53 | 11/ 112 | 26/ 26 | " 3,7/ 37,4 |
| 0325-0 FA01 N-O | 3 | 46,20 | 11/ 112 | 26/ 26 | " 3,1/ 31,7 |
| 0328-0 FA01 N-W | 3 | 29,40 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 2,0/ 17,1 |
| 0333-0 FA01 S-W | 3 | 45,36 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 11,1/ 22,2 |
| 0336-0 FA01 S-O | 3 | 60,48 | 50/ 132 | 26/ 17 | " 18,5/ 32,6 |
| 0506-0 FA01 N-W | 5 | 93,66 | 11/ 95 | 26/ 26 | " 6,3/ 54,5 |
| 0508-0 FA01 S-W | 5 | 19,39 | 40/ 120 | 26/ 17 | " 4,7/ 9,5 |
| 0515-0 FA01 N-O | 5 | 17,99 | 11/ 112 | 26/ 26 | " 1,2/ 12,3 |
| 0516-0 T03 N-O | 5 | 3,85 | 11/ 112 | 44/ 43 | " 0,4/ 4,5 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|----|-------|-----|-----|-----|----|-------|----------|-----------|
| 0517-0 | T03 | N-W | 5 | 7,63 | 11/ | 95 | 44/ | 43 | " | 0,9/ | 7,5 |
| 0518-0 | T03 | S-W | 5 | 3,85 | 40/ | 120 | 44/ | 26 | " | 1,6/ | 2,9 |
| 0520-0 | T01 | N-O | 5 | 2,52 | 11/ | 112 | 44/ | 43 | " | 0,3/ | 2,9 |
| 0606-0 | FA01 | S-W | 6 | 58,87 | 40/ | 120 | 26/ | 17 | " | 14,4/ | 28,8 |
| 0607-0 | T01 | S-W | 6 | 4,55 | 40/ | 120 | 44/ | 26 | " | 1,9/ | 3,4 |
| 0609-0 | FA01 | S-O | 6 | 30,45 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 9,3/ | 16,4 |
| 0612-0 | FA01 | N-O | 6 | 24,08 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,6/ | 16,5 |
| 0613-0 | FA05 | S-W | 6 | 17,43 | 40/ | 120 | 35/ | 22 | " | 5,9/ | 10,9 |
| 0614-0 | FA05 | S-O | 6 | 8,40 | 50/ | 132 | 35/ | 22 | " | 3,5/ | 5,8 |
| 0620-0 | FA01 | S-W | 6 | 30,10 | 40/ | 120 | 26/ | 17 | " | 7,4/ | 14,7 |
| 0621-0 | FA01 | N-O | 6 | 31,50 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 2,1/ | 21,6 |
| 0624-0 | FA01 | N-W | 6 | 15,96 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 1,1/ | 9,3 |
| 0630-0 | FE01 | N-W | 6 | 17,22 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 1,2/ | 10,0 |
| 0708-0 | FA01 | S-O | 7 | 14,00 | 50/ | 132 | 26/ | 26 | 7100 | 4,3/ | 11,3 |
| 0709-0 | FA01 | S-W | 7 | 14,84 | 40/ | 120 | 26/ | 26 | " | 3,6/ | 10,9 |
| 0710-0 | FA01 | N-W | 7 | 14,00 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 0,9/ | 8,1 |
| 0713-0 | FA01 | S-W | 7 | 15,61 | 40/ | 120 | 26/ | 26 | " | 3,8/ | 11,5 |
| 0904-0 | FA01 | S-O | 9 | 29,54 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | 7104m | 9,0/ | 15,9 |
| 0905-0 | T03 | S-W | 9 | 3,08 | 40/ | 120 | 44/ | 26 | " | 1,3/ | 2,3 |
| 0906-0 | T03 | S-O | 9 | 7,70 | 50/ | 132 | 44/ | 26 | " | 4,0/ | 6,3 |
| 0907-0 | T03 | N-O | 9 | 3,08 | 11/ | 112 | 44/ | 43 | " | 0,4/ | 3,6 |
| 0909-0 | T01 | S-O | 9 | 2,66 | 50/ | 132 | 44/ | 26 | " | 1,4/ | 2,2 |
| 1004-0 | FA01 | N-W | 10 | 29,82 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 2,0/ | 17,3 |
| 1017-0 | FA01 | S-O | 10 | 30,24 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 9,3/ | 16,3 |
| 1018-0 | FE02 | N-W | 10 | 2,24 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 0,2/ | 1,3 |
| 1019-0 | FE02 | West | 10 | 1,33 | 17/ | 117 | 26/ | 20 | " | 0,1/ | 0,8 |
| 1020-0 | FE02 | S-W | 10 | 2,03 | 40/ | 120 | 26/ | 17 | " | 0,5/ | 1,0 |
| 1021-0 | FE02 | Süd | 10 | 1,47 | 59/ | 113 | 26/ | 14 | " | 0,5/ | 0,6 |
| 1022-0 | FE02 | S-O | 10 | 2,38 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 0,7/ | 1,2 |
| 1023-0 | FE02 | Ost | 10 | 1,33 | 25/ | 138 | 26/ | 20 | " | 0,2/ | 0,9 |
| 1024-0 | FE02 | N-O | 10 | 2,24 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 0,2/ | 1,5 |
| 1025-0 | FE02 | Nord | 10 | 1,47 | 10/ | 81 | 26/ | 26 | " | 0,1/ | 0,7 |
| 1026-0 | OL01 | | 10 | 72,73 | 29/ | 210 | 47/ | 22 | " | 23,6/ | 82,4 |
| 1103-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,26 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,0/ | 10,5 |
| 1104-0 | FA01 | S-O | 11 | 16,03 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 4,9/ | 8,6 |
| 1105-0 | FA05 | S-O | 11 | 4,41 | 50/ | 132 | 35/ | 22 | " | 1,9/ | 3,0 |
| 1106-0 | FA05 | N-O | 11 | 4,20 | 11/ | 112 | 35/ | 35 | " | 0,4/ | 3,9 |
| 1109-0 | FA01 | S-W | 11 | 15,12 | 40/ | 120 | 26/ | 17 | " | 3,7/ | 7,4 |
| 1110-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,12 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,0/ | 10,4 |
| 1111-0 | FA01 | S-O | 11 | 15,12 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 4,6/ | 8,1 |
| 1116-0 | FA01 | N-W | 11 | 9,38 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 0,6/ | 5,5 |
| 1118-0 | FA01 | N-O | 11 | 15,12 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,0/ | 10,4 |
| 1120-0 | FA01 | S-O | 11 | 15,12 | 50/ | 132 | 26/ | 17 | " | 4,6/ | 8,1 |
| 1122-0 | FA01 | S-W | 11 | 30,66 | 40/ | 120 | 26/ | 17 | " | 7,5/ | 15,0 |
| 1208-0 | FA01 | N-O | 12 | 2,45 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | 7100 | 0,2/ | 1,7 |
| 1209-0 | T01 | N-O | 12 | 2,03 | 11/ | 112 | 44/ | 44 | " | 0,2/ | 2,4 |
| 1219-0 | FA01 | N-W | 12 | 15,12 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 1,0/ | 8,8 |
| 1224-0 | FA01 | S-W | 12 | 15,12 | 40/ | 120 | 26/ | 26 | " | 3,7/ | 11,1 |
| 1230-0 | FA01 | S-O | 12 | 15,12 | 50/ | 132 | 26/ | 26 | " | 4,6/ | 12,2 |
| 1234-0 | FA01 | N-O | 12 | 15,12 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,0/ | 10,4 |
| 1246-0 | FA01 | N-W | 12 | 34,02 | 11/ | 95 | 26/ | 26 | " | 2,3/ | 19,8 |
| 1252-0 | FA01 | S-O | 12 | 15,12 | 50/ | 132 | 26/ | 26 | " | 4,6/ | 12,2 |
| 1256-0 | FA01 | N-O | 12 | 28,49 | 11/ | 112 | 26/ | 26 | " | 1,9/ | 19,5 |
| 1259-0 | FA01 | S-W | 12 | 15,12 | 40/ | 120 | 26/ | 26 | " | 3,7/ | 11,1 |
| | | | | | | | | | | 1.798,80 | 335/ 1112 |

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängigBerechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 =$

5, G2 = 10 und G3 = 30

 $g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_{\perp}$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

 $g_{eff} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{tot} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend a_{Wi} / a_{So} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

1.5.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

| Hüllfläche | Zone | | A m ² | U W/ (m ² K) | α | h_r W/ (m ² K) | $I_{S, Jul}$ W/m ² | $Q_{S, Jul}$ kWh/d |
|-------------------|------|---|---------------------|----------------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0104-0 FA03 S-W | SW | 1 | 10,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0105-0 FA03 S-O | SO | 1 | 10,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0108-0 DE01 | - | 1 | 376,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 210 | 8,4 |
| 0109-0 FA02 N-O | NO | 1 | 17,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0110-0 FA03 N-O | NO | 1 | 37,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0112-0 FA03 S-W | SW | 1 | 36,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,4 |
| 0113-0 FA04 S-W | SW | 1 | 13,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0114-0 FA03.2 S-W | SW | 1 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0115-0 FA03 N-W | NW | 1 | 37,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0116-0 FA02 N-W | NW | 1 | 17,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0118-0 FA03 S-O | SO | 1 | 37,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0119-0 FA04 S-O | SO | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0121-0 FA02 S-W | SW | 1 | 17,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0122-0 FA04 N-O | NO | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0124-0 FA04 N-W | NW | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0125-0 FA02 S-O | SO | 1 | 17,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0126-0 FA02 S-O | SO | 1 | 17,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0127-0 FA03 N-O | NO | 1 | 30,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0129-0 FA04 N-W | NW | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0131-0 DA04 | - | 1 | 0,6 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0132-0 FA02 S-W | SW | 1 | 17,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0133-0 FA04 N-O | NO | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0134-0 FA02 N-W | NW | 1 | 17,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0135-0 FA03 N-W | NW | 1 | 18,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0136-0 FA03 S-W | SW | 1 | 26,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0138-0 FA03 S-O | SO | 1 | 37,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,4 |
| 0139-0 FA04 S-O | SO | 1 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0140-0 DA01 | - | 1 | 478,4 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 5,5 |
| 0202-0 FA03 N-W | NW | 2 | 32,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0203-0 FA03 S-W | SW | 2 | 18,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0204-0 FA04 S-W | SW | 2 | 21,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0205-0 FA02 N-O | NO | 2 | 17,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0206-0 FA03 N-O | NO | 2 | 7,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0207-0 DA02 | - | 2 | 144,1 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,7 |
| 0208-0 DA01 | - | 2 | 52,2 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,6 |
| 0210-0 FA03.2 S-W | SW | 2 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0301-0 DE01 | - | 3 | 137,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 210 | 3,0 |
| 0303-0 FA03 N-W | NW | 3 | 43,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0304-0 FA03 S-W | SW | 3 | 43,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,4 |
| 0306-0 FA02 S-W | SW | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0307-0 T02 S-W | SW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0308-0 FA04 S-W | SW | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0309-0 DA02 | - | 3 | 65,6 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,8 |
| 0310-0 FA03.2 N-O | NO | 3 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0311-0 FA03 S-O | SO | 3 | 43,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,5 |
| 0313-0 FA02 S-O | SO | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0314-0 T02 S-O | SO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0315-0 FA04 S-O | SO | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0316-0 FA02 N-O | NO | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0317-0 T02 N-O | NO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0318-0 FA04 N-O | NO | 3 | 21,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0320-0 FA03 N-O | NO | 3 | 42,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,4 |

S:\BProj\167B16756311_WaermeschutzAbgabe05_BER_6D\AnhangD_Ref.docx:16. 05. 2025

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|----|---|-------|------|------|------|-----|-----|
| 0321-0 | FA02 | N-W | NW | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0322-0 | T02 | N-W | NW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0323-0 | DE02 | | - | 3 | 22,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,5 |
| 0324-0 | FA04 | N-W | NW | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0326-0 | FA03 | N-O | NO | 3 | 36,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 0327-0 | FA03 | N-W | NW | 3 | 26,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0329-0 | FA02 | N-W | NW | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0330-0 | T02 | N-W | NW | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0331-0 | FA04 | N-W | NW | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0332-0 | DA01 | | - | 3 | 553,5 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 6,4 |
| 0334-0 | FA03 | S-W | SW | 3 | 24,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0335-0 | FA03 | S-O | SO | 3 | 43,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,5 |
| 0337-0 | FA02 | S-O | SO | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0338-0 | T02 | S-O | SO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0339-0 | FA04 | S-O | SO | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0340-0 | DA04 | | - | 3 | 130,6 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,5 |
| 0341-0 | FA02 | N-O | NO | 3 | 2,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0342-0 | T02 | N-O | NO | 3 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0343-0 | FA04 | N-O | NO | 3 | 14,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0401-0 | FA02 | N-W | NW | 4 | 25,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0402-0 | FA02 | S-W | SW | 4 | 25,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0403-0 | FA02 | S-O | SO | 4 | 25,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0404-0 | FA02 | N-O | NO | 4 | 25,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0405-0 | FA03 | S-W | SW | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0406-0 | FA03 | N-W | NW | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0407-0 | FA03 | S-O | SO | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0408-0 | FA03 | N-O | NO | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0409-0 | FA02 | N-O | NO | 4 | 25,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0410-0 | FA02 | N-W | NW | 4 | 23,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0411-0 | FA02 | S-W | SW | 4 | 3,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0412-0 | FA03 | N-W | NW | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0413-0 | AW04 | N-O | NO | 4 | 21,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0414-0 | AW04 | N-W | NW | 4 | 29,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0415-0 | AW04 | S-W | SW | 4 | 21,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0416-0 | FA02 | S-O | SO | 4 | 23,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0417-0 | DA01 | | - | 4 | 168,3 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,9 |
| 0418-0 | AW04 | S-O | SO | 4 | 29,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0419-0 | DA08 | | - | 4 | 20,8 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| 0420-0 | DA02 | | - | 4 | 0,2 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0421-0 | FA03 | S-O | SO | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0422-0 | DA04 | | - | 4 | 50,2 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,6 |
| 0423-0 | FA03 | N-O | NO | 4 | 0,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0502-0 | FA02 | N-W | NW | 5 | 31,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0503-0 | FA02 | S-W | SW | 5 | 31,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 0505-0 | FA03 | N-W | NW | 5 | 50,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 0507-0 | FA03 | S-W | SW | 5 | 14,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0509-0 | T02 | S-W | SW | 5 | 3,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0510-0 | FA02 | S-O | SO | 5 | 1,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0512-0 | FA03 | N-O | NO | 5 | 11,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0513-0 | T02 | N-W | NW | 5 | 4,1 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0514-0 | FA02 | N-O | NO | 5 | 1,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 0521-0 | DA06 | | - | 5 | 4,2 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| 0522-0 | DA05 | | - | 5 | 53,3 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,6 |
| 0601-0 | FA02 | N-W | NW | 6 | 25,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0603-0 | FA03 | N-W | NW | 6 | 9,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0604-0 | T02 | N-W | NW | 6 | 2,7 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0605-0 | FA03 | S-W | SW | 6 | 38,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,4 |
| 0608-0 | FA03 | S-O | SO | 6 | 24,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0615-0 | FA02 | S-O | SO | 6 | 4,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0616-0 | T02 | S-O | SO | 6 | 2,7 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0617-0 | FA02 | S-W | SW | 6 | 1,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0618-0 | FA03 | N-O | NO | 6 | 7,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0619-0 | FA03.2 | S-W | SW | 6 | 22,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 0622-0 | FA03.2 | N-O | NO | 6 | 19,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0623-0 | FA03.2 | N-W | NW | 6 | 12,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0625-0 | AW03 | S-W | SW | 6 | 21,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|----|-------|-------|------|------|------|-----|-----|
| 0626-0 | DA01 | - | 6 | 1,9 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 | |
| 0627-0 | AW03 | N-O | NO | 6 | 21,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0628-0 | AW03 | N-W | NW | 6 | 67,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,5 |
| 0629-0 | DA07 | S-O | SO | 6 | 171,2 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 212 | 2,0 |
| 0702-0 | FA04 | S-O | SO | 7 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0703-0 | FA03 | S-O | SO | 7 | 7,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 0704-0 | FA04 | S-W | SW | 7 | 6,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0705-0 | FA04 | N-W | NW | 7 | 6,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 0706-0 | FA03 | N-W | NW | 7 | 7,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0711-0 | FA03 | S-W | SW | 7 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0712-0 | FA03.2 | S-W | SW | 7 | 12,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0714-0 | AW04 | S-W | SW | 7 | 6,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0715-0 | FA04 | S-W | SW | 7 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0716-0 | AW04 | N-W | NW | 7 | 24,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 0717-0 | DA01 | - | 7 | 64,5 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,7 | |
| 0718-0 | AW04 | N-O | NO | 7 | 6,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0719-0 | DA08 | - | 7 | 16,4 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 | |
| 0720-0 | AW04 | S-O | SO | 7 | 24,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 0804-0 | FA04 | N-W | NW | 8 | 18,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0805-0 | FA03 | N-W | NW | 8 | 8,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 0806-0 | FA04 | N-O | NO | 8 | 22,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 0807-0 | FA03 | N-O | NO | 8 | 7,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 0808-0 | FA03.2 | S-W | SW | 8 | 4,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 0809-0 | FA04 | S-W | SW | 8 | 13,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 0810-0 | DA01 | - | 8 | 33,8 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 | |
| 0908-0 | FA04 | S-O | SO | 9 | 1,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 0910-0 | FA03 | S-O | SO | 9 | 12,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 0911-0 | DA06 | - | 9 | 3,3 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 | |
| 1002-0 | FA04 | N-W | NW | 10 | 0,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1003-0 | FA03.2 | N-W | NW | 10 | 20,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1005-0 | DA03 | - | 10 | 180,3 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 2,1 | |
| 1006-0 | FA03.2 | S-O | SO | 10 | 22,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 1007-0 | AW02 | N-W | NW | 10 | 4,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1008-0 | AW02 | West | W | 10 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,0 |
| 1009-0 | AW02 | S-W | SW | 10 | 3,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1010-0 | AW02 | Süd | S | 10 | 2,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,0 |
| 1011-0 | AW02 | S-O | SO | 10 | 4,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1012-0 | FA04 | S-O | SO | 10 | 0,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1013-0 | AW02 | Ost | O | 10 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,0 |
| 1014-0 | AW02 | N-O | NO | 10 | 4,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1015-0 | AW02 | Nord | N | 10 | 2,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81 | 0,0 |
| 1016-0 | FA02 | S-O | SO | 10 | 0,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1101-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 10,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1102-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 11,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1112-0 | FA03 | S-W | SW | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1113-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1114-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1115-0 | FA03 | N-W | NW | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1117-0 | FA04 | N-W | NW | 11 | 8,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1119-0 | FA03 | N-O | NO | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1121-0 | FA03 | S-O | SO | 11 | 6,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1123-0 | FA02 | N-W | NW | 11 | 1,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1124-0 | FA02 | S-W | SW | 11 | 22,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,2 |
| 1125-0 | FA02 | S-O | SO | 11 | 1,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1126-0 | FA03 | S-W | SW | 11 | 13,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1127-0 | AW04 | N-W | NW | 11 | 4,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1128-0 | AW04 | S-W | SW | 11 | 11,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1129-0 | DA01 | - | 11 | 214,0 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 2,5 | |
| 1130-0 | AW04 | N-O | NO | 11 | 11,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1131-0 | DA08 | - | 11 | 6,0 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 | |
| 1132-0 | AW04 | S-O | SO | 11 | 4,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1203-0 | FA04 | N-O | NO | 12 | 47,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,4 |
| 1205-0 | FA04 | S-O | SO | 12 | 27,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 1206-0 | FA04 | N-W | NW | 12 | 3,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1207-0 | T02 | N-W | NW | 12 | 4,4 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 1210-0 | FA03 | N-W | NW | 12 | 1,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|----|----|-------|------|------|------|-----|-----|
| 1211-0 | FA02 | N-W | NW | 12 | 1,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1212-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 28,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 1213-0 | FA02 | N-O | NO | 12 | 33,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,3 |
| 1214-0 | FA03 | S-O | SO | 12 | 13,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1215-0 | FA03 | N-O | NO | 12 | 24,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 1216-0 | T02 | N-O | NO | 12 | 13,5 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,8 |
| 1218-0 | FA02 | S-W | SW | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1220-0 | T02 | S-W | SW | 12 | 2,0 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1221-0 | FA03 | S-W | SW | 12 | 7,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1222-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1223-0 | T02 | S-O | SO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1225-0 | FA03 | S-O | SO | 12 | 7,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1226-0 | DE01 | - | - | 12 | 107,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 210 | 2,4 |
| 1227-0 | FA02 | N-O | NO | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1228-0 | T02 | N-O | NO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1229-0 | FA03 | N-O | NO | 12 | 7,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1231-0 | FA02 | N-W | NW | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1232-0 | T02 | N-W | NW | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1233-0 | FA03 | N-W | NW | 12 | 7,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1235-0 | AW04 | S-O | SO | 12 | 9,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1236-0 | AW04 | N-O | NO | 12 | 13,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1237-0 | AW04 | N-W | NW | 12 | 4,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1238-0 | DA04 | - | - | 12 | 71,9 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,8 |
| 1239-0 | AW04 | S-W | SW | 12 | 13,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1240-0 | DA08 | - | - | 12 | 10,5 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| 1241-0 | FA03 | S-W | SW | 12 | 11,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1242-0 | FA02 | S-W | SW | 12 | 5,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1243-0 | T02 | S-W | SW | 12 | 3,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 1244-0 | FA02 | N-O | NO | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1245-0 | T02 | N-O | NO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1247-0 | FA03 | N-W | NW | 12 | 17,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1248-0 | FA03 | N-O | NO | 12 | 13,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1249-0 | DA01 | - | - | 12 | 237,5 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 2,7 |
| 1250-0 | DA02 | - | - | 12 | 48,4 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,6 |
| 1251-0 | FA03 | S-O | SO | 12 | 7,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1253-0 | FA03.2 | N-O | NO | 12 | 2,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1254-0 | FA02 | N-W | NW | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,0 |
| 1255-0 | T02 | N-W | NW | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1257-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 2,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,0 |
| 1258-0 | T02 | S-O | SO | 12 | 1,9 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1260-0 | AW04 | N-W | NW | 12 | 8,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1261-0 | AW04 | S-W | SW | 12 | 11,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1262-0 | AW04 | S-O | SO | 12 | 8,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,1 |
| 1263-0 | AW04 | N-O | NO | 12 | 11,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,1 |
| 1264-0 | DA08 | - | - | 12 | 22,5 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| 1265-0 | FA04 | N-O | NO | 12 | 47,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,4 |
| 1266-0 | FA03.2 | N-O | NO | 12 | 19,7 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,2 |
| 1267-0 | FA03.2 | N-W | NW | 12 | 9,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,1 |
| 1268-0 | FA04 | N-W | NW | 12 | 23,4 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,2 |
| 1269-0 | DA01 | - | - | 12 | 141,0 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,6 |
| 1270-0 | FA02 | S-O | SO | 12 | 14,5 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1271-0 | FA04 | S-W | SW | 12 | 7,3 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,1 |
| 1272-0 | FA03.2 | S-W | SW | 12 | 3,6 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1273-0 | FA03.2 | S-O | SO | 12 | 18,2 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,2 |
| 1274-0 | FA04 | S-O | SO | 12 | 27,8 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,3 |
| 1301-0 | AW01 | N-W | NW | 13 | 45,9 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 95 | 0,3 |
| 1302-0 | AW01 | S-W | SW | 13 | 2,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,0 |
| 1305-0 | AW01 | N-O | NO | 13 | 2,0 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,0 |
| 1306-0 | AW01 | S-O | SO | 13 | 45,1 | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 132 | 0,5 |
| 1307-0 | T02 | S-W | SW | 13 | 5,0 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 120 | 0,3 |
| 1309-0 | T02 | N-O | NO | 13 | 11,5 | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 112 | 0,7 |

6.405,8

78,0

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

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 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)
 $\Delta\vartheta_{er}$ = scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)

1.5.3 solare Wärmegewinne

| Zone | Sep kWh | Okt kWh | Nov kWh | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Jahr kWh |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| über Fenster ... | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 5.591 | 4.191 | 1.557 | 1.083 | 2.097 | 1.874 | 4.546 | 54.029 |
| Zone 2 Projekt | 820 | 518 | 218 | 135 | 225 | 265 | 638 | 9.019 |
| Zone 3 Open Sp | 6.371 | 4.729 | 1.769 | 1.223 | 2.350 | 2.130 | 5.167 | 62.080 |
| Zone 4 Besprec | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zone 5 Multifu | 1.792 | 1.121 | 472 | 289 | 481 | 584 | 1.405 | 20.133 |
| Zone 6 Gastron | 4.092 | 3.040 | 1.146 | 805 | 1.500 | 1.331 | 3.290 | 37.906 |
| Zone 7 Küche/L | 1.021 | 779 | 289 | 207 | 393 | 332 | 820 | 10.589 |
| Zone 8 Sanitär | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zone 9 Foyer/E | 1.120 | 926 | 321 | 236 | 500 | 390 | 932 | 9.841 |
| Zone 10 Atrium | 4.214 | 2.783 | 1.066 | 642 | 1.159 | 1.385 | 3.355 | 36.245 |
| Zone 11 Sonsti | 2.553 | 1.931 | 713 | 500 | 971 | 855 | 2.082 | 24.386 |
| Zone 12 Nebenf | 2.150 | 1.516 | 586 | 389 | 723 | 718 | 1.733 | 24.295 |
| Zone 13 Techni | - | - | - | - | - | - | - | - |
| über opake ... | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 248 | 94 | - | - | 3 | - | 136 | 3.262 |
| Zone 2 Projekt | 33 | 6 | - | - | - | - | 11 | 521 |
| Zone 3 Open Sp | 203 | 63 | - | - | 3 | - | 93 | 2.940 |
| Zone 4 Besprec | 63 | 22 | - | - | 2 | - | 28 | 930 |
| Zone 5 Multifu | 22 | 8 | - | - | 0 | - | 9 | 344 |
| Zone 6 Gastron | 66 | 27 | - | - | 1 | - | 34 | 867 |
| Zone 7 Küche/L | 29 | 12 | - | - | 1 | - | 14 | 375 |
| Zone 8 Sanitär | 10 | 3 | - | - | - | - | 4 | 166 |
| Zone 9 Foyer/E | 4 | 3 | - | - | 0 | - | 3 | 44 |
| Zone 10 Atrium | 30 | 7 | - | - | 1 | 0 | 11 | 465 |
| Zone 11 Sonsti | 46 | 13 | - | - | 1 | - | 18 | 669 |
| Zone 12 Nebenf | 182 | 66 | - | - | 4 | - | 86 | 2.686 |
| Zone 13 Techni | 24 | 14 | - | - | 1 | - | 14 | 330 |
| | 30.682 | 21.871 | 8.136 | 5.509 | 10.414 | 9.865 | 24.428 | 302.122 |

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

| Zone | A _B m² | Q _{I,p} kWh/d | Q _{I,fac} kWh/d | Q _{I,g} kWh/d | Q _I kWh/d |
|------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 1074 | 32,2 | 46,2 | 0,0 | 78,4 |
| Zone 2 Projektraum | 165 | 15,4 | 1,3 | 0,0 | 16,7 |
| Zone 3 Open Space | 1282 | 53,9 | 76,9 | 0,0 | 130,8 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 430 | 40,0 | 3,4 | 0,0 | 43,4 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 644 | 270,4 | 15,4 | 0,0 | 285,8 |
| Zone 6 Gastronomie | 451 | 105,0 | 6,3 | 0,0 | 111,3 |
| Zone 7 Küche/Lager | 212 | 11,9 | 38,1 | 0,0 | 50,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | 224 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 133 | 12,4 | 1,1 | 0,0 | 13,4 |
| Zone 10 Atrium | 795 | 73,9 | 6,4 | 0,0 | 80,3 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 762 | 70,9 | 6,1 | 0,0 | 77,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 1279 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 13 Technik UG | 157 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| ⇒ WE-Betrieb ... | | | | | |
| Zone 1 Gruppenbüro | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | | - | - | 0,0 | 0,0 |

| | | | | |
|------------------------------|---|---|-----|-----|
| Zone 4 Besprechungsraum | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 6 Gastronomie | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Zone 13 Technik UG | - | - | 0,0 | 0,0 |

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

| Zone | Leuchtenabluft m³/hW | Q _{I,L} kWh/d | Q _{I,h} kWh/d | Q _{I,w} kWh/d | Q _{I,rv} kWh/d |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 0,0 | 71,1 | 31,7 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | 0,0 | 9,5 | 2,1 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | 0,0 | 119,5 | 16,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 0,0 | 45,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 0,0 | 40,4 | 18,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 6 Gastronomie | 0,0 | 28,9 | 12,8 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 0,0 | 16,2 | 6,0 | 1,2 | 0,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | 0,0 | 14,4 | 0,0 | 9,1 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 0,0 | 5,4 | 3,7 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | 0,0 | 49,1 | 19,2 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthaltsr | 0,0 | 38,7 | 9,6 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 12 Nebenflächen | 0,0 | 13,7 | 16,1 | 0,0 | 0,0 |
| Zone 13 Technik UG | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 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

1.7 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

| Zone | Σ H _T W/K | Σ H _V W/K | Σ H _{V, mech} W/K | Q _{sink} kWh/d | Q _{source} kWh/d | γ |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 1148 | 202 | 791 | 699 | 252 | 0,360 |
| Zone 2 Projektraum | 232 | 36 | 267 | 143 | 36 | 0,249 |
| Zone 3 Open Space | 1272 | 224 | 1417 | 797 | 344 | 0,431 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 153 | 69 | 692 | 197 | 89 | 0,449 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 525 | 142 | 2079 | 433 | 359 | 0,830 |
| Zone 6 Gastronomie | 718 | 118 | 1363 | 565 | 203 | 0,359 |
| Zone 7 Küche/Lager | 223 | 49 | 675 | 165 | 87 | 0,523 |
| Zone 8 Sanitärräume | 56 | 36 | 619 | 121 | 24 | 0,195 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 128 | 29 | 171 | 85 | 39 | 0,463 |
| Zone 10 Atrium | 560 | 157 | 1024 | 406 | 188 | 0,463 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 442 | 113 | 983 | 400 | 159 | 0,396 |
| Zone 12 Nebenflächen | 816 | 234 | 35 | 544 | 56 | 0,103 |
| Zone 13 Technik UG | 139 | 60 | 4 | 99 | 2 | 0,018 |
| Zone | C _{wirk} Wh/(m²K) | H W/K | τ h | a - | η - | η _{WE} |

| | | | | | | |
|------------------------------|----|------|-------|------|-------|-------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 50 | 2141 | 25,08 | 2,57 | 0,952 | 0,998 |
| Zone 2 Projektraum | 50 | 535 | 15,47 | 1,97 | 0,950 | 0,999 |
| Zone 3 Open Space | 50 | 2912 | 22,02 | 2,38 | 0,918 | 0,999 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 50 | 913 | 23,52 | 2,47 | 0,919 | 1,000 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 50 | 2746 | 11,72 | 1,73 | 0,691 | 1,000 |
| Zone 6 Gastronomie | 50 | 2199 | 10,25 | 1,64 | 0,872 | 0,993 |
| Zone 7 Küche/Lager | 50 | 948 | 11,18 | 1,70 | 0,808 | 0,999 |
| Zone 8 Sanitärräume | 50 | 711 | 15,76 | 1,99 | 0,968 | 1,000 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 50 | 328 | 20,22 | 2,26 | 0,898 | 0,991 |
| Zone 10 Atrium | 50 | 1741 | 22,82 | 2,43 | 0,911 | 1,000 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 50 | 1537 | 24,79 | 2,55 | 0,941 | 1,000 |
| Zone 12 Nebenflächen | 50 | 1085 | 58,93 | 4,68 | 1,000 | 1,000 |
| Zone 13 Technik UG | 50 | 204 | 38,50 | 3,41 | 1,000 | 1,000 |

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iu}$ 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

1.8 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

1.8.1 Temperaturrendbedingungen

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 | 19,9 | 20,1 | 20,3 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,6 | 20,4 | 20,1 | 19,9 |
| $T_{i,3}$ | °C | 19,9 | 20,0 | 20,1 | 20,4 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,6 | 20,4 | 20,1 | 19,9 |
| $T_{i,4}$ | °C | 19,9 | 20,0 | 20,1 | 20,4 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,6 | 20,4 | 20,1 | 19,9 |
| $T_{i,5}$ | °C | 19,8 | 19,8 | 20,0 | 20,3 | 20,6 | 20,7 | 20,9 | 20,9 | 20,6 | 20,3 | 20,0 | 19,8 |
| $T_{i,6}$ | °C | 20,2 | 20,2 | 20,3 | 20,5 | 20,7 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,7 | 20,5 | 20,3 | 20,2 |
| $T_{i,7}$ | °C | 20,1 | 20,1 | 20,2 | 20,4 | 20,7 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,7 | 20,5 | 20,2 | 20,1 |
| $T_{i,8}$ | °C | 19,9 | 19,9 | 20,1 | 20,3 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,6 | 20,4 | 20,1 | 19,9 |
| $T_{i,9}$ | °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 |
| $T_{i,10}$ | °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 |
| $T_{i,11}$ | °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 |
| $T_{i,12}$ | °C | 20,1 | 20,1 | 20,2 | 20,4 | 20,7 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,7 | 20,5 | 20,2 | 20,1 |
| $T_{i,13}$ | °C | 20,0 | 20,0 | 20,2 | 20,4 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 20,9 | 20,7 | 20,4 | 20,1 | 20,0 |
| ⇒ WE-Betrieb ... | | | | | | | | | | | | | |
| $T_{i,1}$ | °C | 17,3 | 17,4 | 17,9 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,7 | 18,8 | 17,8 | 17,2 |
| $T_{i,2}$ | °C | 17,2 | 17,4 | 17,9 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,5 | 19,7 | 18,8 | 17,8 | 17,2 |
| $T_{i,3}$ | °C | 17,3 | 17,4 | 18,0 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 18,9 | 17,9 | 17,3 |
| $T_{i,4}$ | °C | 17,6 | 17,8 | 18,2 | 19,0 | 19,8 | 20,3 | 20,7 | 20,6 | 19,9 | 19,1 | 18,1 | 17,6 |
| $T_{i,5}$ | °C | 17,3 | 17,5 | 18,0 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 18,9 | 17,9 | 17,3 |
| $T_{i,6}$ | °C | 17,2 | 17,3 | 17,9 | 18,7 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,5 | 19,7 | 18,8 | 17,8 | 17,2 |
| $T_{i,7}$ | °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,8} | °C | 17,8 | 17,9 | 18,4 | 19,1 | 19,9 | 20,3 | 20,7 | 20,6 | 19,9 | 19,1 | 18,3 | 17,8 |
| T _{i,9} | °C | 17,3 | 17,4 | 18,0 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 18,9 | 17,8 | 17,3 |
| T _{i,10} | °C | 17,4 | 17,5 | 18,0 | 18,8 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 18,9 | 17,9 | 17,3 |
| T _{i,11} | °C | 17,4 | 17,6 | 18,1 | 18,9 | 19,8 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 19,0 | 18,0 | 17,4 |
| T _{i,12} | °C | 17,4 | 17,6 | 18,1 | 18,9 | 19,8 | 20,2 | 20,6 | 20,6 | 19,8 | 18,9 | 17,9 | 17,4 |
| T _{i,13} | °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 |

1.8.2 Zone Zone 1 Gruppenbüro

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 78,4$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| η_{source} | | 0,677 | 0,844 | 0,947 | 0,961 | 0,952 | 0,952 | 0,896 | 0,718 |
| $\eta_{\text{source,WE}}$ | | 0,737 | 0,960 | 0,999 | 1,000 | 0,998 | 0,998 | 0,978 | 0,764 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.524 | 951 | 920 | 951 | 951 | 859 | 951 | 13.410 |
| t_h | h | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.018 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 1.501 | 4.055 | 7.987 | 10.242 | 9.748 | 8.443 | 6.480 | 53.769 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 672 | 2.654 | 3.668 | 3.325 | 2.808 | 1.675 | 14.801 |
| Q_T | kWh | 5.007 | 8.880 | 12.629 | 15.521 | 15.444 | 13.321 | 12.586 | 104.144 |
| Q_V | kWh | 1.382 | 2.478 | 3.032 | 3.498 | 3.486 | 3.057 | 3.065 | 23.143 |
| Q_S^* | kWh | 4.065 | 3.772 | 1.499 | 1.054 | 2.030 | 1.811 | 4.316 | 36.566 |
| Q_I^* | kWh | 2.036 | 2.891 | 3.664 | 4.258 | 3.969 | 3.402 | 3.185 | 30.381 |

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

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

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

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

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

1.8.3 Zone Zone 2 Projektraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 16,7$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,668 | 0,873 | 0,942 | 0,953 | 0,950 | 0,943 | 0,897 | 0,712 |
| $\eta_{\text{source,WE}}$ | | 0,825 | 0,984 | 0,999 | 1,000 | 0,999 | 0,999 | 0,986 | 0,774 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 90 | 147 | 142 | 147 | 147 | 132 | 147 | 1.805 |
| t_h | h | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.633 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 359 | 1.142 | 1.863 | 2.335 | 2.290 | 1.949 | 1.639 | 12.796 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 18 | 275 | 623 | 833 | 797 | 658 | 473 | 3.770 |
| Q_T | kWh | 1.009 | 1.790 | 2.546 | 3.129 | 3.113 | 2.685 | 2.537 | 20.994 |
| Q_V | kWh | 324 | 583 | 663 | 738 | 737 | 652 | 676 | 4.844 |
| Q_S^* | kWh | 612 | 476 | 209 | 130 | 217 | 255 | 600 | 5.682 |
| Q_I^* | kWh | 345 | 491 | 557 | 624 | 590 | 507 | 502 | 4.795 |

1.8.4 Zone Zone 3 Open Space

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 130,8 \text{ kWh/d}$

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} | | 0,612 | 0,790 | 0,906 | 0,929 | 0,918 | 0,917 | 0,850 | 0,660 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,750 | 0,969 | 0,999 | 1,000 | 0,999 | 0,999 | 0,984 | 0,764 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.685 | 1.136 | 1.099 | 1.136 | 1.136 | 1.026 | 1.136 | 14.209 |
| t_h | h | 397 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.954 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 1.475 | 4.296 | 8.403 | 10.831 | 10.353 | 8.947 | 6.890 | 56.700 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | 674 | 2.970 | 4.143 | 3.752 | 3.154 | 1.822 | 16.514 |
| Q_T | kWh | 5.544 | 9.835 | 13.986 | 17.188 | 17.103 | 14.753 | 13.939 | 115.336 |
| Q_V | kWh | 1.873 | 3.371 | 3.912 | 4.397 | 4.387 | 3.872 | 3.976 | 28.924 |
| Q_S^* | kWh | 4.307 | 4.054 | 1.655 | 1.163 | 2.220 | 2.008 | 4.691 | 38.352 |
| Q_I^* | kWh | 3.024 | 4.229 | 5.056 | 5.696 | 5.352 | 4.641 | 4.518 | 42.168 |

1.8.5 Zone Zone 4 Besprechungsraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 43,4 \text{ kWh/d}$

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} | | 0,519 | 0,757 | 0,886 | 0,921 | 0,919 | 0,910 | 0,868 | 0,676 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 208 | 369 | 368 | 381 | 381 | 344 | 381 | 3.374 |
| t_h | h | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.750 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 709 | 1.776 | 2.585 | 2.501 | 2.069 | 1.586 | 11.836 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 51 | 125 | 357 | 513 | 501 | 414 | 314 | 2.373 |
| Q_T | kWh | 669 | 1.187 | 1.688 | 2.075 | 2.065 | 1.781 | 1.683 | 13.923 |
| Q_V | kWh | 167 | 1.069 | 1.990 | 2.666 | 2.599 | 2.198 | 1.870 | 11.502 |
| Q_S^* | kWh | 42 | 19 | – | – | 2 | – | 25 | 601 |
| Q_I^* | kWh | 944 | 1.422 | 1.612 | 1.731 | 1.726 | 1.543 | 1.632 | 14.899 |

1.8.6 Zone Zone 5 Multifunktionsraum

Regelbetrieb (41,1%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,8 \text{ °C}$ und $Q_I = 285,8 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (58,9%)

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} | | 0,499 | 0,599 | 0,666 | 0,695 | 0,691 | 0,681 | 0,639 | 0,571 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,916 | 0,995 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,996 | 0,828 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 342 | 570 | 552 | 570 | 570 | 515 | 570 | 6.747 |
| t_h | h | 634 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.433 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 760 | 1.397 | 1.959 | 2.393 | 2.361 | 2.024 | 1.838 | 16.689 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 202 | 1.395 | 2.825 | 3.713 | 3.589 | 2.980 | 2.277 | 17.594 |
| Q_T | kWh | 2.194 | 3.891 | 5.534 | 6.801 | 6.767 | 5.837 | 5.515 | 45.636 |
| Q_V | kWh | 2.181 | 2.502 | 2.692 | 2.947 | 2.942 | 2.615 | 2.751 | 29.434 |
| Q_S^* | kWh | 1.350 | 940 | 407 | 253 | 420 | 507 | 1.201 | 12.936 |

Q_I^* kWh 2.062 2.673 3.063 3.426 3.369 2.961 2.954 30.369

1.8.7 Zone Zone 6 Gastronomie

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,2\text{ °C}$ und $Q_I = 111,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,428 | 0,678 | 0,851 | 0,890 | 0,872 | 0,866 | 0,776 | 0,599 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,639 | 0,903 | 0,994 | 0,998 | 0,993 | 0,992 | 0,941 | 0,735 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 492 | 399 | 386 | 399 | 399 | 360 | 399 | 4.545 |
| t_h | h | 243 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.354 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 620 | 3.306 | 7.600 | 10.474 | 9.931 | 8.382 | 6.246 | 49.750 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | 133 | 854 | 1.227 | 1.095 | 922 | 485 | 4.716 |
| Q_T | kWh | 3.226 | 5.722 | 8.138 | 10.001 | 9.951 | 8.584 | 8.110 | 67.107 |
| Q_V | kWh | 441 | 2.433 | 4.479 | 5.946 | 5.832 | 4.929 | 4.242 | 26.426 |
| Q_S^* | kWh | 1.936 | 2.203 | 1.004 | 732 | 1.341 | 1.182 | 2.679 | 20.462 |
| Q_I^* | kWh | 1.496 | 2.525 | 3.215 | 3.589 | 3.466 | 3.066 | 2.946 | 26.698 |

1.8.8 Zone Zone 7 Küche/Lager

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1\text{ °C}$ und $Q_I = 50,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,594 | 0,696 | 0,794 | 0,821 | 0,808 | 0,806 | 0,746 | 0,659 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,781 | 0,970 | 0,999 | 1,000 | 0,999 | 0,999 | 0,985 | 0,788 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 163 | 188 | 181 | 188 | 188 | 169 | 188 | 1.725 |
| t_h | h | 634 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 7.304 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 761 | 1.342 | 2.066 | 2.545 | 2.452 | 2.137 | 1.843 | 15.965 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | – | 13 | 235 | 347 | 311 | 263 | 135 | 1.304 |
| Q_T | kWh | 1.000 | 1.773 | 2.522 | 3.099 | 3.084 | 2.660 | 2.513 | 20.796 |
| Q_V | kWh | 1.293 | 1.406 | 1.436 | 1.531 | 1.529 | 1.370 | 1.476 | 16.546 |
| Q_S^* | kWh | 658 | 589 | 240 | 176 | 332 | 279 | 658 | 6.700 |
| Q_I^* | kWh | 993 | 1.241 | 1.440 | 1.593 | 1.540 | 1.367 | 1.354 | 13.963 |

1.8.9 Zone Zone 8 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} | | 0,695 | 0,886 | 0,955 | 0,970 | 0,968 | 0,965 | 0,948 | 0,749 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 104 | 184 | 192 | 198 | 198 | 179 | 198 | 1.698 |
| t_h | h | 116 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.201 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | – | 730 | 1.556 | 2.153 | 2.091 | 1.754 | 1.433 | 10.337 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 10 | 25 | 108 | 171 | 168 | 136 | 95 | 733 |
| Q_T | kWh | 245 | 435 | 618 | 760 | 756 | 652 | 616 | 5.098 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q _V | kWh | 35 | 754 | 1.491 | 2.030 | 1.972 | 1.662 | 1.386 | 7.913 |
| Q _S [*] | kWh | 8 | 2 | - | - | - | - | 3 | 117 |
| Q _I [*] | kWh | 329 | 436 | 459 | 484 | 484 | 434 | 471 | 4.338 |

1.8.10 Zone Zone 9 Foyer/Empfang

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 13,4$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,595 | 0,777 | 0,905 | 0,931 | 0,898 | 0,907 | 0,818 | 0,698 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,519 | 0,843 | 0,995 | 0,999 | 0,991 | 0,993 | 0,940 | 0,705 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 175 | 319 | 114 | 118 | 118 | 106 | 118 | 1.318 |
| t_h | h | 451 | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 5.946 |
| Q _{h,b,RE} | kWh | 194 | 558 | 913 | 1.186 | 1.051 | 935 | 642 | 5.988 |
| Q _{h,b,WE} | kWh | - | - | 256 | 382 | 300 | 267 | 85 | 1.290 |
| Q _T | kWh | 559 | 992 | 1.411 | 1.734 | 1.725 | 1.488 | 1.406 | 11.635 |
| Q _V | kWh | 348 | 429 | 492 | 555 | 553 | 488 | 499 | 5.048 |
| Q _S [*] | kWh | 642 | 742 | 299 | 224 | 464 | 365 | 801 | 6.291 |
| Q _I [*] | kWh | 236 | 343 | 435 | 499 | 465 | 410 | 378 | 3.761 |

1.8.11 Zone Zone 10 Atrium

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 80,3$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,615 | 0,776 | 0,895 | 0,923 | 0,911 | 0,898 | 0,820 | 0,708 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,625 | 0,966 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,980 | 0,743 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 802 | 704 | 681 | 704 | 704 | 636 | 704 | 8.019 |
| t_h | h | 410 | 628 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.113 |
| Q _{h,b,RE} | kWh | 914 | 2.174 | 4.059 | 5.271 | 4.995 | 4.134 | 3.077 | 28.277 |
| Q _{h,b,WE} | kWh | - | 27 | 1.143 | 1.716 | 1.549 | 1.197 | 453 | 6.085 |
| Q _T | kWh | 2.446 | 4.338 | 6.169 | 7.581 | 7.543 | 6.507 | 6.148 | 50.869 |
| Q _V | kWh | 2.016 | 2.453 | 2.776 | 3.116 | 3.108 | 2.744 | 2.823 | 28.836 |
| Q _S [*] | kWh | 2.623 | 2.332 | 989 | 608 | 1.088 | 1.289 | 2.931 | 23.669 |
| Q _I [*] | kWh | 1.672 | 2.267 | 2.791 | 3.150 | 3.057 | 2.658 | 2.511 | 25.438 |

1.8.12 Zone Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 77,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 0,519 | 0,804 | 0,923 | 0,950 | 0,941 | 0,938 | 0,869 | 0,657 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,764 | 0,987 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,996 | 0,777 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 627 | 1.167 | 654 | 675 | 675 | 610 | 675 | 6.865 |
| t_h | h | 7 | 510 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 4.634 |
| Q _{h,b,RE} | kWh | 14 | 1.905 | 3.990 | 5.614 | 5.265 | 4.437 | 3.137 | 25.640 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | - | 847 | 1.278 | 1.119 | 932 | 388 | 4.565 |
| Q_T | kWh | 1.934 | 3.430 | 4.878 | 5.995 | 5.965 | 5.145 | 4.862 | 40.226 |
| Q_V | kWh | 303 | 1.635 | 2.992 | 3.990 | 3.895 | 3.297 | 2.822 | 17.712 |
| Q_S^* | kWh | 1.549 | 1.675 | 676 | 483 | 932 | 819 | 1.909 | 14.931 |
| Q_I^* | kWh | 1.233 | 2.036 | 2.407 | 2.675 | 2.593 | 2.289 | 2.250 | 20.080 |

1.8.13 Zone Zone 12 Nebenflächen

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} | | 0,989 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,892 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 0,972 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,852 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 1.232 | 1.133 | 1.097 | 1.133 | 1.133 | 1.024 | 1.133 | 11.453 |
| t_h | h | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.341 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 2.610 | 5.545 | 8.642 | 10.656 | 10.353 | 8.893 | 7.730 | 60.817 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | - | 686 | 2.003 | 2.763 | 2.625 | 2.185 | 1.534 | 11.906 |
| Q_T | kWh | 3.587 | 6.362 | 9.048 | 11.120 | 11.065 | 9.544 | 9.018 | 74.614 |
| Q_V | kWh | 1.022 | 1.851 | 2.657 | 3.277 | 3.258 | 2.808 | 2.642 | 21.660 |
| Q_S^* | kWh | 2.294 | 1.580 | 586 | 389 | 727 | 717 | 1.819 | 21.588 |
| Q_I^* | kWh | 344 | 455 | 647 | 819 | 790 | 675 | 586 | 5.547 |

1.8.14 Zone Zone 13 Technik UG

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| η_{source} | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,998 |
| $\eta_{source,WE}$ | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 84 | 139 | 134 | 139 | 139 | 125 | 139 | 1.233 |
| t_h | h | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.750 |
| $Q_{h,b,RE}$ | kWh | 656 | 1.210 | 1.696 | 2.068 | 2.051 | 1.773 | 1.672 | 13.666 |
| $Q_{h,b,WE}$ | kWh | 131 | 255 | 434 | 560 | 554 | 472 | 418 | 3.324 |
| Q_T | kWh | 610 | 1.082 | 1.538 | 1.890 | 1.881 | 1.623 | 1.533 | 12.685 |
| Q_V | kWh | 237 | 425 | 607 | 747 | 743 | 641 | 604 | 4.974 |
| Q_S^* | kWh | 24 | 14 | - | - | 1 | - | 14 | 329 |
| Q_I^* | kWh | 35 | 36 | 35 | 36 | 36 | 33 | 36 | 428 |

1.8.15 Summe Heizwärmebedarf

| | Q_T kWh/a | Q_V kWh/a | Q_S^* kWh/a | Q_I^* kWh/a | $Q_{h,b}$ kWh/a | $Q_{h,b}$ kWh/(m²a) |
|---------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 104.144 | 23.143 | 36.566 | 30.381 | 68.570 | 63,9 |
| Zone 2 Projektraum | 20.994 | 4.844 | 5.682 | 4.795 | 16.566 | 100,2 |
| Zone 3 Open Space | 115.336 | 28.925 | 38.352 | 42.168 | 73.214 | 57,1 |
| Zone 4 Besprechungs | 13.924 | 11.502 | 601 | 14.899 | 14.209 | 33,1 |
| Zone 5 Multifunktio | 45.636 | 29.434 | 12.936 | 30.369 | 34.284 | 53,3 |
| Zone 6 Gastronomie | 67.107 | 26.426 | 20.462 | 26.698 | 54.466 | 120,9 |
| Zone 7 Küche/Lager | 20.796 | 16.546 | 6.700 | 13.963 | 17.269 | 81,5 |

| | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Zone 8 Sanitärräume | 5.098 | 7.913 | 117 | 4.338 | 11.070 | 49,4 |
| Zone 9 Foyer/Empfan | 11.635 | 5.048 | 6.291 | 3.761 | 7.278 | 54,8 |
| Zone 10 Atrium | 50.869 | 28.836 | 23.669 | 25.438 | 34.362 | 43,2 |
| Zone 11 Sonstige Au | 40.226 | 17.712 | 14.931 | 20.080 | 30.205 | 39,6 |
| Zone 12 Nebenfläche | 74.614 | 21.660 | 21.588 | 5.547 | 72.723 | 56,8 |
| Zone 13 Technik UG | 12.685 | 4.974 | 329 | 428 | 16.991 | 108,4 |
| | 583.062 | 226.961 | 188.223 | 222.866 | 451.206 | 59,3 |

1.9 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

1.9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

| Zone | Feuchteanf. | No Anlage | Komponenten | $\theta_{SUP, Jan}$ °C |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | - | 203 RLT-Anlage | VE LH rec60 | 18,0 |
| Zone 2 Projektraum | - | 203 RLT-Anlage | VE LH rec60 | 18,0 |
| Zone 3 Open Space | - | 203 RLT-Anlage | VE LH rec60 | 18,0 |
| Zone 4 Besprechungsraum | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,2 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | - | 203 RLT-Anlage | VE LH LK rec60 | 18,0 |
| Zone 6 Gastronomie | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,1 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 203 RLT-Anlage | VE LH LK rec60 | 18,0 |
| Zone 8 Sanitärräume | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,2 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | - | 203 RLT-Anlage | VE LH LK rec60 | 18,0 |
| Zone 10 Atrium | - | 203 RLT-Anlage | VE LH LK rec60 | 18,0 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,2 |
| Zone 12 Nebenflächen | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,2 |
| Zone 13 Technik UG | - | 203 RLT-Anlage | VE rec60 | 15,2 |

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4296 / 4296 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1447 / 1447 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 7694 / 7694 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3759 / 3759 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 12231 / 12231 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 6016 / 6016 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3177 / 3177 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3360 / 3360 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 930 / 930 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5561 / 5561 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5336 / 5336 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 192 / 192 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <13> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 24 / 24 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

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

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

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

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

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

1.9.2 Strombedarf der Ventilatoren

| | $V_{mech, m}$ m^3/h | $tv \cdot dv$ h/m | PV, SUP kW | PV, ETA kW | W_v, Jan kWh |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 4296 | 276 | 1,79 | 1,19 | 823 |
| Zone 2 Projektraum | 1447 | 276 | 0,60 | 0,40 | 277 |
| Zone 3 Open Space | 7694 | 276 | 3,21 | 2,14 | 1.475 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 3759 | 276 | 1,57 | 1,04 | 721 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 12231 | 153 | 5,10 | 3,40 | 1.299 |
| Zone 6 Gastronomie | 6016 | 408 | 2,51 | 1,67 | 1.703 |
| Zone 7 Küche/Lager | 3177 | 382 | 1,32 | 0,88 | 844 |
| Zone 8 Sanitärräume | 3360 | 276 | 1,40 | 0,93 | 644 |

| | | | | | |
|-----------------------------|------|-----|------|------|-------|
| Zone 9 Foyer/Empfang | 930 | 276 | 0,39 | 0,26 | 178 |
| Zone 10 Atrium | 5561 | 276 | 2,32 | 1,54 | 1.066 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 5336 | 276 | 2,22 | 1,48 | 1.023 |
| Zone 12 Nebenflächen | 192 | 276 | 0,08 | 0,05 | 37 |
| Zone 13 Technik UG | 24 | 276 | 0,01 | 0,01 | 5 |

monatliche Werte W_V [kWh]

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|
| Zone 1 Gruppenb | 797 | 823 | 797 | 823 | 823 | 744 | 823 | 9.694 |
| Zone 2 Projektr | 268 | 277 | 268 | 277 | 277 | 251 | 277 | 3.266 |
| Zone 3 Open Spa | 1.427 | 1.475 | 1.427 | 1.475 | 1.475 | 1.332 | 1.475 | 17.363 |
| Zone 4 Besprech | 697 | 721 | 697 | 721 | 721 | 651 | 721 | 8.485 |
| Zone 5 Multifun | 1.256 | 1.299 | 1.256 | 1.299 | 1.299 | 1.173 | 1.299 | 15.291 |
| Zone 6 Gastrono | 1.648 | 1.703 | 1.648 | 1.703 | 1.703 | 1.538 | 1.703 | 20.055 |
| Zone 7 Küche/La | 816 | 844 | 816 | 844 | 844 | 762 | 844 | 9.932 |
| Zone 8 Sanitär | 623 | 644 | 623 | 644 | 644 | 582 | 644 | 7.582 |
| Zone 9 Foyer/Em | 172 | 178 | 172 | 178 | 178 | 161 | 178 | 2.096 |
| Zone 10 Atrium | 1.032 | 1.066 | 1.032 | 1.066 | 1.066 | 963 | 1.066 | 12.550 |
| Zone 11 Sonstig | 990 | 1.023 | 990 | 1.023 | 1.023 | 924 | 1.023 | 12.040 |
| Zone 12 Nebenfl | 36 | 37 | 36 | 37 | 37 | 33 | 37 | 432 |
| Zone 13 Technik | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 55 |
| | 9.767 | 10.094 | 9.767 | 10.094 | 10.094 | 9.117 | 10.094 | 118.841 |

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

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

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

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

1.9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

| | θ_{HC} °C | $q_{H,12h}$ Wh/m ³ | f_H | q_H Wh/m ³ | $Q_{V,H}$ kWh | $A_{K,A}$ m ² |
|---------------------------|---------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 19,4 | 466 | 1,01 | 349 | 1.500 | 0,0 |
| Zone 2 Projektraum | 19,4 | 466 | 1,01 | 349 | 505 | 0,0 |
| Zone 3 Open Space | 19,4 | 466 | 1,01 | 349 | 2.687 | 0,0 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 19,4 | 466 | 1,00 | 192 | 2.342 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 19,4 | 466 | 1,02 | 488 | 1.551 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 19,4 | 466 | 1,01 | 349 | 325 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | 19,4 | 466 | 1,01 | 349 | 1.942 | 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 |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Zone 5 Multifunktionsraum | - | 551 | 1,00 | 226 | 2.770 | 0,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | - | 551 | 0,95 | 538 | 1.709 | 0,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | - | 551 | 0,98 | 401 | 373 | 0,0 |
| Zone 10 Atrium | - | 551 | 0,98 | 401 | 2.228 | 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

1.9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone Zone 1 Gruppenbüro

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| Q _{V,H} | kWh | 35 | 431 | 963 | 1.523 | 1.500 | 1.214 | 869 | 7.714 |
| t _{h*,op} | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 325 |
| Q _{h*,b} | kWh | 39 | 475 | 1.059 | 1.675 | 1.650 | 1.335 | 956 | 8.485 |
| | | 39 | 475 | 1.059 | 1.675 | 1.650 | 1.335 | 956 | 8.485 |

Zone Zone 2 Projektraum

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{V,H} | kWh | 12 | 145 | 324 | 513 | 505 | 409 | 293 | 2.598 |
| t _{h*,op} | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 325 |
| Q _{h*,b} | kWh | 13 | 160 | 357 | 564 | 556 | 450 | 322 | 2.858 |
| | | 52 | 634 | 1.416 | 2.239 | 2.206 | 1.785 | 1.278 | 11.344 |

Zone Zone 3 Open Space

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{V,H} | kWh | 63 | 773 | 1.724 | 2.727 | 2.687 | 2.174 | 1.557 | 13.816 |
| t _{h*,op} | h | 27 | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 325 |
| Q _{h*,b} | kWh | 70 | 850 | 1.896 | 3.000 | 2.956 | 2.391 | 1.713 | 15.197 |
| | | 122 | 1.484 | 3.312 | 5.239 | 5.162 | 4.176 | 2.991 | 26.541 |

Zone Zone 5 Multifunktionsraum

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{V,H} | kWh | – | 633 | 1.503 | 2.378 | 2.342 | 1.895 | 1.357 | 11.033 |
| t _{h*,op} | h | – | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 15 | 135 |
| Q _{h*,b} | kWh | – | 697 | 1.653 | 2.615 | 2.577 | 2.084 | 1.493 | 12.136 |
| | | 122 | 2.181 | 4.965 | 7.855 | 7.738 | 6.261 | 4.484 | 38.677 |

Zone Zone 7 Küche/Lager

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{V,H} | kWh | 20 | 419 | 995 | 1.575 | 1.551 | 1.255 | 899 | 7.368 |
| t _{h*,op} | h | 37 | 38 | 37 | 38 | 38 | 35 | 38 | 450 |
| Q _{h*,b} | kWh | 22 | 461 | 1.095 | 1.732 | 1.707 | 1.381 | 989 | 8.105 |
| | | 144 | 2.642 | 6.060 | 9.587 | 9.445 | 7.641 | 5.472 | 46.782 |

Zone Zone 9 Foyer/Empfang

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{V,H} | kWh | – | 88 | 208 | 330 | 325 | 263 | 188 | 1.530 |
| t _{h*,op} | h | – | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 243 |
| Q _{h*,b} | kWh | – | 97 | 229 | 363 | 357 | 289 | 207 | 1.683 |
| | | 144 | 2.739 | 6.289 | 9.950 | 9.802 | 7.930 | 5.679 | 48.464 |

Zone Zone 10 Atrium

| | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q _{V,H} | kWh | – | 525 | 1.246 | 1.971 | 1.942 | 1.571 | 1.125 | 9.148 |
| t _{h*,op} | h | – | 28 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 243 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Q _{h*,b} | kWh | - | 578 | 1.371 | 2.168 | 2.136 | 1.728 | 1.238 | 10.063 |
| | | 144 | 3.317 | 7.660 | 12.118 | 11.939 | 9.659 | 6.917 | 58.527 |

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

| | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-----------------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 1 statische Zen | 25 | 308 | 688 | 1.089 | 1.073 | 868 | 622 | 5.516 |
| 2 Umluftheizung | 14 | 166 | 371 | 586 | 578 | 467 | 335 | 2.970 |
| 3 Umluftheizung | 83 | 1.010 | 2.253 | 3.564 | 3.512 | 2.841 | 2.035 | 18.055 |
| 5 statische Zen | 22 | 1.255 | 2.977 | 4.710 | 4.640 | 3.754 | 2.689 | 21.924 |
| 6 statische Zen | - | 578 | 1.371 | 2.168 | 2.136 | 1.728 | 1.238 | 10.063 |
| | 144 | 3.317 | 7.660 | 12.118 | 11.939 | 9.659 | 6.917 | 58.527 |

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_{pv,mth} / b_{vh,a}, max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m} (DIN V 18599-7, Gl.4)
Q_{h*,b} nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)
Leitungsverluste mit A_{K,A} und f_{vh,d} = 16 W/m²

1.9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone Zone 5 Multifunktionsraum

| | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|
| Q _{V,C} | kWh | - | - | - | 166 | 960 | 1.825 | 10.666 |
| t _{c*,op} | h | - | - | - | 6 | 126 | 148 | 668 |
| Q _{c*,b} | kWh | - | - | - | 166 | 960 | 1.825 | 10.666 |
| | - | - | - | - | 166 | 960 | 1.825 | 10.666 |

Zone Zone 7 Küche/Lager

| | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q _{V,C} | kWh | - | - | - | 102 | 592 | 1.126 | 6.580 |
| t _{c*,op} | h | - | - | - | 13 | 297 | 370 | 1.641 |
| Q _{c*,b} | kWh | - | - | - | 102 | 592 | 1.126 | 6.580 |
| | - | - | - | - | 268 | 1.552 | 2.950 | 17.246 |

Zone Zone 9 Foyer/Empfang

| | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q _{V,C} | kWh | - | - | - | 22 | 129 | 245 | 1.435 |
| t _{c*,op} | h | - | - | - | 10 | 224 | 267 | 1.200 |
| Q _{c*,b} | kWh | - | - | - | 22 | 129 | 245 | 1.435 |
| | - | - | - | - | 291 | 1.681 | 3.196 | 18.681 |

Zone Zone 10 Atrium

| | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q _{V,C} | kWh | - | - | - | 133 | 772 | 1.468 | 8.581 |
| t _{c*,op} | h | - | - | - | 10 | 224 | 267 | 1.200 |
| Q _{c*,b} | kWh | - | - | - | 133 | 772 | 1.468 | 8.581 |
| | - | - | - | - | 424 | 2.454 | 4.664 | 27.262 |

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:

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<5>}} = 1,000$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<7>}} = 0,945$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3,<9>}} = 0,984$$

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

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

1.9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

1.10 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

1.10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (73), mit Dachoberlichtern (1)

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 | CTL % |
|-------------------|--------|-----|------|-----|--|-------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------|------------|
| 1 | 0103-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 1 | 500 | 36,1 | 27,0 | gut | 89 |
| 2 | 0106-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 1 | 500 | 19,9 | 22,9 | gut | 92 |
| 3 | 0111-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 1 | 500 | 110,2 | 66,0 | gut | 90 |
| 4 | 0117-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 1 | 500 | 111,6 | 57,5 | gut | 86 |
| 5 | 0120-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 1 | 500 | 111,6 | 66,0 | gut | 88 |
| 6 | 0123-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 1 | 500 | 110,4 | 66,0 | gut | 90 |
| 7 | 0128-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 1 | 500 | 110,1 | 66,0 | gut | 90 |
| 8 | 0130-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 1 | 500 | 35,3 | 20,4 | gut | 90 |
| 9 | 0137-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 1 | 500 | 75,4 | 45,6 | gut | 88 |
| 10 | 0141-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 1 | 500 | 111,9 | 66,0 | gut | 88 |
| 11 | 0203-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 2 | 500 | 98,2 | 84,6 | gut | 94 |
| 12 | 0209-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 2 | 500 | 30,3 | 19,1 | gut | 88 |
| 13 | 0302-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 3 | 500 | 125,5 | 86,4 | gut | 89 |
| 14 | 0306-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 3 | 500 | 124,3 | 86,4 | gut | 92 |
| 15 | 0312-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 3 | 500 | 87,9 | 86,4 | gut | 91 |
| 16 | 0319-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 3 | 500 | 123,9 | 77,9 | gut | 90 |
| 17 | 0325-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 3 | 500 | 90,2 | 66,0 | gut | 92 |
| 18 | 0328-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 3 | 500 | 65,1 | 42,0 | gut | 91 |
| 19 | 0333-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 3 | 500 | 95,7 | 64,8 | gut | 89 |
| 20 | 0336-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 3 | 500 | 121,1 | 86,4 | gut | 89 |
| 21 | 0506-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 5 | 500 | 216,7 | 133,8 | gut | 89 |
| 22 | 0508-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 5 | 500 | 46,3 | 27,7 | gut | 87 |
| 23 | 0515-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 5 | 500 | 28,4 | 25,7 | gut | 94 |
| 24 | 0516-0 | FF | T03 | N-O | | N-O 5 | 500 | 11,0 | 5,5 | gut | 85 |
| 25 | 0517-0 | FF | T03 | N-W | | N-W 5 | 500 | 13,8 | 10,9 | gut | 93 |
| 26 | 0518-0 | FF | T03 | S-W | | S-W 5 | 500 | 7,0 | 5,5 | gut | 90 |
| 27 | 0519-0 | FAW | T01 | N-O | | N-O 5 | 500 | 4,2 | 3,6 | gut | 94 |
| 28 | 0606-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 6 | 200 | 99,9 | 84,1 | gut | 93 |
| 29 | 0607-0 | FAW | T01 | S-W | | S-W 6 | 200 | 5,0 | 6,5 | gut | 93 |
| 30 | 0609-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 6 | 200 | 53,4 | 43,5 | gut | 93 |
| 31 | 0612-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 6 | 200 | 62,3 | 34,4 | gut | 96 |
| 32 | 0620-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 6 | 200 | 18,2 | 43,0 | gut | 93 |
| 33 | 0621-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 6 | 200 | 9,7 | 22,8 | gut | 99 |
| 34 | 0623-0 | FF | FA01 | N-O | | N-O 6 | 200 | 15,5 | 45,0 | gut | 99 |
| 35 | 0630-0 | FF | FE01 | N-W | | N-W 6 | 200 | 93,6 | 24,6 | mittel | 85 |
| 36 | 0708-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 7 | 300 | 48,2 | 20,0 | gut | 90 |
| 37 | 0709-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 7 | 300 | 55,6 | 21,2 | gut | 89 |
| 38 | 0710-0 | FF | FA01 | N-W | | N-W 7 | 300 | 21,4 | 20,0 | gut | 98 |
| 39 | 0713-0 | FF | FA01 | S-W | | S-W 7 | 300 | 36,2 | 22,3 | gut | 92 |
| 40 | 0904-0 | FF | FA01 | S-O | | S-O 9 | 300 | 75,3 | 42,2 | gut | 92 |
| 41 | 0905-0 | FF | T03 | S-W | | S-W 9 | 300 | 4,7 | 4,4 | gut | 93 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|------|----|-----|------|------|--------|----|
| 42 | 0906-0 | FF | T03 | S-O | S-O | 9 | 300 | 14,4 | 11,0 | gut | 92 |
| 43 | 0907-0 | FF | T03 | N-O | N-O | 9 | 300 | 7,1 | 4,4 | gut | 96 |
| 44 | 0909-0 | FAW | T01 | S-O | S-O | 9 | 300 | 7,6 | 3,8 | gut | 91 |
| 45 | 1005-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 10 | 300 | 12,8 | 42,6 | gut | 99 |
| 46 | 1014-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 10 | 300 | 11,4 | 43,2 | gut | 93 |
| 47 | 1018-0 | FF | FE02 | N-W | N-W | 10 | 300 | 20,9 | 3,2 | gering | 67 |
| 48 | 1019-0 | FF | FE02 | West | West | 10 | 300 | 14,9 | 1,9 | gering | 63 |
| 49 | 1020-0 | FF | FE02 | S-W | S-W | 10 | 300 | 19,0 | 2,9 | gering | 73 |
| 50 | 1021-0 | FF | FE02 | Süd | Süd | 10 | 300 | 15,6 | 2,1 | gering | 70 |
| 51 | 1022-0 | FF | FE02 | S-O | S-O | 10 | 300 | 19,3 | 3,4 | gering | 77 |
| 52 | 1023-0 | FF | FE02 | Ost | Ost | 10 | 300 | 15,5 | 1,9 | gering | 62 |
| 53 | 1024-0 | FF | FE02 | N-O | N-O | 10 | 300 | 21,7 | 3,2 | gering | 66 |
| 54 | 1025-0 | FF | FE02 | Nord | Nord | 10 | 300 | 16,3 | 2,1 | gering | 56 |
| 56 | 1103-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 23,0 | 21,8 | gut | 98 |
| 57 | 1104-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 25,8 | 22,9 | gut | 93 |
| 58 | 1109-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 11 | 300 | 37,3 | 21,6 | gut | 92 |
| 59 | 1110-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 36,5 | 21,6 | gut | 97 |
| 60 | 1111-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 41,1 | 21,6 | gut | 92 |
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 11 | 300 | 40,8 | 13,4 | gut | 89 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 11 | 300 | 37,1 | 21,6 | gut | 97 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 11 | 300 | 41,8 | 21,6 | gut | 92 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 11 | 300 | 56,8 | 43,8 | gut | 93 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 7,8 | 3,5 | gut | 94 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 4,6 | 2,9 | gut | 97 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 12 | 200 | 19,4 | 21,6 | gut | 99 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 12 | 200 | 19,5 | 21,6 | gut | 93 |
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 12 | 200 | 17,7 | 21,6 | gut | 93 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 19,1 | 21,6 | gut | 99 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N-W | N-W | 12 | 200 | 48,2 | 48,6 | gut | 98 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S-O | S-O | 12 | 200 | 5,4 | 21,6 | gut | 93 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N-O | N-O | 12 | 200 | 36,6 | 40,7 | gut | 99 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S-W | S-W | 12 | 200 | 20,6 | 21,6 | gut | 93 |

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

| Tageslichtbereich | Zone | Em lx | ATL m² | ARB m² | Tageslicht | CTL % |
|-------------------|------|----------|-----------|-----------|------------|----------|
| 55 1026-0 FF OL01 | 10 | 300 | 74,3 | 103,9 | gut | 95 |

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

| Zone | ANGF [m²] | ATL [m²] | AKTL [m²] |
|---------------------------|-----------|----------|-----------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 1074 | 833 | 241 |
| Zone 2 Projektraum | 165 | 129 | 37 |
| Zone 3 Open Space | 1282 | 834 | 449 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 430 | - | 430 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 644 | 327 | 316 |
| Zone 6 Gastronomie | 451 | 358 | 93 |
| Zone 7 Küche/Lager | 212 | 161 | 50 |
| Zone 8 Sanitärräume | 224 | - | 224 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 133 | 109 | 24 |
| Zone 10 Atrium | 795 | 242 | 553 |
| Zone 11 Sonstige Aufenth | 762 | 340 | 422 |
| Zone 12 Nebenflächen | 1279 | 199 | 1.080 |
| Zone 13 Technik UG | 157 | - | 157 |

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

$c_{TL} = \text{Tageslichtversorgungsfaktor} = c_{TL,Vers,SNA} * (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} * t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)
 c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

1.10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

| Bereich | | | | | | c_{TL} | $c_{TL,kon}$ | F_{TL} | | | | | | |
|---------|--------|-----|------|-----|----|----------|--------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | |
| | | | | | | | | % | % | % | % | % | % | |
| 1 | 0103-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 | |
| 2 | 0106-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 92 | 75 | 42 | 33 | 27 | 23 | 20 | 20 | |
| 3 | 0111-0 | FF | FA01 | N-W | 1 | 90 | 75 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 | |
| 4 | 0117-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 86 | 75 | 45 | 37 | 31 | 28 | 25 | 24 | |
| 5 | 0120-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 6 | 0123-0 | FF | FA01 | N-O | 1 | 90 | 75 | 43 | 34 | 28 | 24 | 22 | 21 | |
| 7 | 0128-0 | FF | FA01 | N-O | 1 | 90 | 75 | 43 | 35 | 29 | 24 | 22 | 21 | |
| 8 | 0130-0 | FF | FA01 | N-W | 1 | 90 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 21 | |
| 9 | 0137-0 | FF | FA01 | S-W | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 10 | 0141-0 | FF | FA01 | S-O | 1 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 24 | 23 | |
| 11 | 0203-0 | FF | FA01 | N-W | 2 | 94 | 75 | 40 | 31 | 25 | 21 | 18 | 17 | |
| 12 | 0209-0 | FF | FA01 | S-W | 2 | 88 | 75 | 44 | 36 | 30 | 26 | 23 | 22 | |
| 13 | 0302-0 | FF | FA01 | S-W | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 | |
| 14 | 0306-0 | FF | FA01 | N-W | 3 | 92 | 75 | 41 | 33 | 27 | 23 | 20 | 19 | |
| 15 | 0312-0 | FF | FA01 | S-O | 3 | 91 | 75 | 42 | 34 | 27 | 23 | 20 | 20 | |
| 16 | 0319-0 | FF | FA01 | N-O | 3 | 90 | 75 | 42 | 34 | 28 | 24 | 21 | 21 | |
| 17 | 0325-0 | FF | FA01 | N-O | 3 | 92 | 75 | 41 | 33 | 27 | 22 | 20 | 19 | |
| 18 | 0328-0 | FF | FA01 | N-W | 3 | 91 | 75 | 42 | 34 | 27 | 23 | 21 | 20 | |
| 19 | 0333-0 | FF | FA01 | S-W | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 23 | 22 | |
| 20 | 0336-0 | FF | FA01 | S-O | 3 | 89 | 75 | 43 | 35 | 29 | 25 | 22 | 22 | |
| 21 | 0506-0 | FF | FA01 | N-W | 5 | 89 | 57 | 57 | 51 | 46 | 43 | 41 | 41 | |
| 22 | 0508-0 | FF | FA01 | S-W | 5 | 87 | 57 | 58 | 52 | 47 | 45 | 43 | 42 | |
| 23 | 0515-0 | FF | FA01 | N-O | 5 | 94 | 57 | 54 | 48 | 43 | 40 | 38 | 37 | |
| 24 | 0516-0 | FF | T03 | N-O | 5 | 85 | 57 | 59 | 53 | 49 | 46 | 44 | 43 | |
| 25 | 0517-0 | FF | T03 | N-W | 5 | 93 | 57 | 55 | 49 | 44 | 41 | 39 | 38 | |
| 26 | 0518-0 | FF | T03 | S-W | 5 | 90 | 57 | 57 | 50 | 46 | 43 | 41 | 40 | |
| 27 | 0519-0 | FAW | T01 | N-O | 5 | 94 | 57 | 55 | 48 | 43 | 40 | 38 | 38 | |
| 28 | 0606-0 | FF | FA01 | S-W | 6 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 | |
| 29 | 0607-0 | FAW | T01 | S-W | 6 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 | |
| 30 | 0609-0 | FF | FA01 | S-O | 6 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 | |
| 31 | 0612-0 | FF | FA01 | N-O | 6 | 96 | 60 | 51 | 44 | 39 | 35 | 33 | 33 | |
| 32 | 0620-0 | FF | FA01 | S-W | 6 | 93 | 60 | 52 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 | |
| 33 | 0621-0 | FF | FA01 | N-W | 6 | 99 | 60 | 50 | 42 | 37 | 33 | 31 | 31 | |
| 34 | 0623-0 | FF | FA01 | N-O | 6 | 99 | 60 | 50 | 42 | 37 | 33 | 31 | 31 | |
| 35 | 0630-0 | FF | FE01 | N-W | 6 | 85 | 55 | 60 | 54 | 50 | 47 | 46 | 45 | |
| 36 | 0708-0 | FF | FA01 | S-O | 7 | 90 | 60 | 54 | 48 | 43 | 40 | 37 | 37 | |
| 37 | 0709-0 | FF | FA01 | S-W | 7 | 89 | 60 | 55 | 48 | 43 | 40 | 38 | 37 | |
| 38 | 0710-0 | FF | FA01 | N-W | 7 | 98 | 60 | 50 | 43 | 37 | 34 | 32 | 31 | |
| 39 | 0713-0 | FF | FA01 | S-W | 7 | 92 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 | |
| 40 | 0904-0 | FF | FA01 | S-O | 9 | 92 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 | |
| 41 | 0905-0 | FF | T03 | S-W | 9 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 35 | 35 | |
| 42 | 0906-0 | FF | T03 | S-O | 9 | 92 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 | |
| 43 | 0907-0 | FF | T03 | N-O | 9 | 96 | 60 | 51 | 44 | 39 | 35 | 33 | 32 | |
| 44 | 0909-0 | FAW | T01 | S-O | 9 | 91 | 60 | 54 | 47 | 42 | 39 | 37 | 36 | |
| 45 | 1005-0 | FF | FA01 | N-W | 10 | 99 | 60 | 50 | 42 | 37 | 33 | 31 | 31 | |
| 46 | 1014-0 | FF | FA01 | S-O | 10 | 93 | 60 | 52 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 | |
| 47 | 1018-0 | FF | FE02 | N-W | 10 | 67 | 50 | 71 | 67 | 64 | 62 | 61 | 61 | |
| 48 | 1019-0 | FF | FE02 | Wes | 10 | 63 | 50 | 73 | 69 | 66 | 64 | 63 | 63 | |
| 49 | 1020-0 | FF | FE02 | S-W | 10 | 73 | 50 | 69 | 65 | 61 | 59 | 58 | 57 | |
| 50 | 1021-0 | FF | FE02 | Süd | 10 | 70 | 50 | 70 | 66 | 63 | 61 | 59 | 59 | |
| 51 | 1022-0 | FF | FE02 | S-O | 10 | 77 | 50 | 67 | 63 | 59 | 57 | 56 | 55 | |
| 52 | 1023-0 | FF | FE02 | Ost | 10 | 62 | 50 | 73 | 70 | 67 | 65 | 64 | 63 | |
| 53 | 1024-0 | FF | FE02 | N-O | 10 | 66 | 50 | 72 | 68 | 65 | 63 | 62 | 61 | |
| 54 | 1025-0 | FF | FE02 | Nor | 10 | 56 | 50 | 76 | 73 | 70 | 68 | 67 | 67 | |
| 55 | 1026-0 | FF | OL01 | | 10 | 95 | 60 | 58 | 48 | 40 | 34 | 30 | 29 | |
| 56 | 1103-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 98 | 60 | 50 | 43 | 38 | 34 | 32 | 31 | |
| 57 | 1104-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 35 | 35 | |

S:\B\Proj\167B16756311_WaermeschutzAbgabe05_BER_6D\AnhangD_Ref.docx:16. 05. 2025

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 58 | 1109-0 | FF | FA01 | S-W | 11 | 92 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 |
| 59 | 1110-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 97 | 60 | 51 | 44 | 38 | 35 | 33 | 32 |
| 60 | 1111-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 92 | 60 | 53 | 47 | 42 | 38 | 36 | 36 |
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N-W | 11 | 89 | 55 | 58 | 52 | 48 | 45 | 43 | 43 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N-O | 11 | 97 | 60 | 51 | 44 | 38 | 35 | 33 | 32 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S-O | 11 | 92 | 60 | 53 | 47 | 42 | 38 | 36 | 36 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S-W | 11 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 36 | 35 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 94 | 60 | 52 | 45 | 40 | 37 | 35 | 34 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N-O | 12 | 97 | 60 | 51 | 44 | 39 | 35 | 33 | 32 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N-W | 12 | 99 | 60 | 50 | 43 | 37 | 34 | 31 | 31 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S-W | 12 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 35 | 35 |
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S-O | 12 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 99 | 60 | 50 | 43 | 37 | 34 | 31 | 31 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N-W | 12 | 98 | 60 | 50 | 43 | 37 | 34 | 32 | 31 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S-O | 12 | 93 | 60 | 52 | 46 | 41 | 37 | 35 | 35 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N-O | 12 | 99 | 60 | 50 | 43 | 37 | 34 | 31 | 31 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S-W | 12 | 93 | 60 | 53 | 46 | 41 | 38 | 35 | 35 |

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

1.10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (87)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

| Bereich | | | | | Zone | E_m lx | Lampen | p_j W/m ² | $f_{Prä}$ | $t_{T,TL}$ h/m | $t_{T,KTL}$ h/a | t_N h/a | $Q_{l,b}$ kWh/m |
|---------|--------|-----|------|-----|------|-------------|--------|---------------------------|-----------|-------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| 1 | 0103-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 71 | 2162 | 176 | 56 |
| 2 | 0106-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 69 | 2162 | 176 | 30 |
| 3 | 0111-0 | FF | FA01 | N- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 70 | 2162 | 176 | 169 |
| 4 | 0117-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 74 | 2162 | 176 | 179 |
| 5 | 0120-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 73 | 2162 | 176 | 175 |
| 6 | 0123-0 | FF | FA01 | N- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 70 | 2162 | 176 | 169 |
| 7 | 0128-0 | FF | FA01 | N- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 71 | 2162 | 176 | 169 |
| 8 | 0130-0 | FF | FA01 | N- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 71 | 2162 | 176 | 54 |
| 9 | 0137-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 73 | 2162 | 176 | 119 |
| 10 | 0141-0 | FF | FA01 | S- | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 73 | 2162 | 176 | 176 |
| 11 | 0203-0 | FF | FA01 | N- | 2 | 500 | 1-1-2 | 18,1 | 0,53 | 41 | 1335 | 109 | 89 |
| 12 | 0209-0 | FF | FA01 | S- | 2 | 500 | 1-1-2 | 18,1 | 0,53 | 44 | 1335 | 109 | 30 |
| 13 | 0302-0 | FF | FA01 | S- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 172 |
| 14 | 0306-0 | FF | FA01 | N- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 80 | 2543 | 207 | 164 |
| 15 | 0312-0 | FF | FA01 | S- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 81 | 2543 | 207 | 117 |
| 16 | 0319-0 | FF | FA01 | N- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 82 | 2543 | 207 | 167 |
| 17 | 0325-0 | FF | FA01 | N- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 80 | 2543 | 207 | 119 |
| 18 | 0328-0 | FF | FA01 | N- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 81 | 2543 | 207 | 87 |
| 19 | 0333-0 | FF | FA01 | S- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 131 |
| 20 | 0336-0 | FF | FA01 | S- | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 84 | 2543 | 207 | 165 |
| 21 | 0506-0 | FF | FA01 | N- | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 54 | 1232 | 81 | 175 |
| 22 | 0508-0 | FF | FA01 | S- | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 55 | 1232 | 81 | 38 |
| 23 | 0515-0 | FF | FA01 | N- | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 51 | 1232 | 81 | 22 |
| 24 | 0516-0 | FF | T03 | N-O | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 55 | 1232 | 81 | 9 |
| 25 | 0517-0 | FF | T03 | N-W | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 52 | 1232 | 81 | 11 |
| 26 | 0518-0 | FF | T03 | S-W | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 53 | 1232 | 81 | 6 |
| 27 | 0519-0 | FAW | T01 | N- | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 51 | 1232 | 81 | 3 |
| 28 | 0606-0 | FF | FA01 | S- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 108 | 2411 | 1789 | 151 |
| 29 | 0607-0 | FAW | T01 | S- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 108 | 2411 | 1789 | 8 |
| 30 | 0609-0 | FF | FA01 | S- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 108 | 2411 | 1789 | 81 |
| 31 | 0612-0 | FF | FA01 | N- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 104 | 2411 | 1789 | 93 |
| 32 | 0620-0 | FF | FA01 | S- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 108 | 2411 | 1789 | 27 |
| 33 | 0621-0 | FF | FA01 | N- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 101 | 2411 | 1789 | 14 |
| 34 | 0623-0 | FF | FA01 | N- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 101 | 2411 | 1789 | 23 |

S:\BProj\167B16756311_WaermeschutzAbgabe05_BER_6D\AnhangD_Ref.docx:16. 05. 2025

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|------|------|-----|----|-----|-------|------|------|-----|------|------|------|
| 35 | 0630-0 | FF | FE01 | N- | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 123 | 2411 | 1789 | 149 |
| 36 | 0708-0 | FF | FA01 | S- | 7 | 300 | 1-1-2 | 14,4 | 0,53 | 58 | 1266 | 782 | 86 |
| 37 | 0709-0 | FF | FA01 | S- | 7 | 300 | 1-1-2 | 14,4 | 0,53 | 59 | 1266 | 782 | 100 |
| 38 | 0710-0 | FF | FA01 | N- | 7 | 300 | 1-1-2 | 14,4 | 0,53 | 54 | 1266 | 782 | 37 |
| 39 | 0713-0 | FF | FA01 | S- | 7 | 300 | 1-1-2 | 14,4 | 0,53 | 57 | 1266 | 782 | 64 |
| 40 | 0904-0 | FF | FA01 | S- | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 57 |
| 41 | 0905-0 | FF | T03 | S-W | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 4 |
| 42 | 0906-0 | FF | T03 | S-O | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 11 |
| 43 | 0907-0 | FF | T03 | N-O | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 58 | 1335 | 109 | 5 |
| 44 | 0909-0 | FAW | T01 | S- | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 61 | 1335 | 109 | 6 |
| 45 | 1005-0 | FF | FA01 | N- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 56 | 1335 | 109 | 9 |
| 46 | 1014-0 | FF | FA01 | S- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 9 |
| 47 | 1018-0 | FF | FE02 | N- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 81 | 1335 | 109 | 21 |
| 48 | 1019-0 | FF | FE02 | We | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 83 | 1335 | 109 | 15 |
| 49 | 1020-0 | FF | FE02 | S- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 78 | 1335 | 109 | 18 |
| 50 | 1021-0 | FF | FE02 | Sü | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 80 | 1335 | 109 | 15 |
| 51 | 1022-0 | FF | FE02 | S- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 76 | 1335 | 109 | 18 |
| 52 | 1023-0 | FF | FE02 | Os | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 83 | 1335 | 109 | 16 |
| 53 | 1024-0 | FF | FE02 | N- | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 82 | 1335 | 109 | 21 |
| 54 | 1025-0 | FF | FE02 | No | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 86 | 1335 | 109 | 17 |
| 55 | 1026-0 | FF | OL01 | | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 66 | 1335 | 109 | 60 |
| 56 | 1103-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 57 | 1335 | 109 | 16 |
| 57 | 1104-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 19 |
| 58 | 1109-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 28 |
| 59 | 1110-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 57 | 1335 | 109 | 26 |
| 60 | 1111-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 31 |
| 61 | 1116-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 66 | 1335 | 109 | 33 |
| 62 | 1118-0 | FF | FA01 | N- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 57 | 1335 | 109 | 27 |
| 63 | 1120-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 32 |
| 64 | 1122-0 | FF | FA01 | S- | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 60 | 1335 | 109 | 43 |
| 65 | 1208-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 1 |
| 66 | 1209-0 | FAW | T01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 1 |
| 67 | 1219-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 3 |
| 68 | 1224-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 3 |
| 69 | 1230-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 2 |
| 70 | 1234-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 2 |
| 71 | 1244-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 6 |
| 72 | 1252-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 1 |
| 73 | 1256-0 | FF | FA01 | N- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 5 |
| 74 | 1259-0 | FF | FA01 | S- | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 16 | 369 | 30 | 3 |
| 75 | A in <1> | ohne | TL | | 1 | 500 | 1-1-2 | 17,9 | 0,85 | 0 | 2162 | 176 | 859 |
| 76 | A in <2> | ohne | TL | | 2 | 500 | 1-1-2 | 18,1 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 82 |
| 77 | A in <3> | ohne | TL | | 3 | 500 | 1-1-2 | 13,5 | 1,00 | 0 | 2543 | 207 | 1413 |
| 78 | Zone <4> | ohne | TL | | 4 | 500 | 1-1-2 | 18,1 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 956 |
| 79 | A in <5> | ohne | TL | | 5 | 500 | 1-1-2 | 13,3 | 0,88 | 0 | 1232 | 81 | 470 |
| 80 | A in <6> | ohne | TL | | 6 | 200 | 1-1-2 | 5,8 | 1,00 | 0 | 2411 | 1789 | 192 |
| 81 | A in <7> | ohne | TL | | 7 | 300 | 1-1-2 | 14,4 | 0,53 | 0 | 1266 | 782 | 126 |
| 82 | Zone <8> | ohne | TL | | 8 | 200 | 1-1-2 | 10,6 | 0,55 | 0 | 1399 | 114 | 305 |
| 83 | A in <9> | ohne | TL | | 9 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 32 |
| 84 | A in <10> | ohne | TL | | 10 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 823 |
| 85 | A in <11> | ohne | TL | | 11 | 300 | 1-1-2 | 10,9 | 0,53 | 0 | 1335 | 109 | 563 |
| 86 | A in <12> | ohne | TL | | 12 | 200 | 1-1-2 | 7,2 | 0,14 | 0 | 369 | 30 | 263 |
| 87 | Zone <13> | ohne | TL | | 13 | 200 | 1-1-2 | 14,4 | 0,07 | 0 | 175 | 14 | 36 |

10338

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 7.671 \text{ m}^2$

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

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

| Zone | Sep kWh | Okt kWh | Nov kWh | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Jahr kWh |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Zone 1 Gruppen | 1.247 | 1.404 | 1.504 | 1.726 | 1.508 | 1.237 | 1.266 | 15.676 |
| Zone 2 Projekt | 164 | 186 | 200 | 232 | 201 | 163 | 166 | 2.062 |

| | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|
| Zone 3 Open Sp | 2.180 | 2.401 | 2.510 | 2.816 | 2.534 | 2.128 | 2.222 | 27.161 |
| Zone 4 Besprec | 925 | 956 | 925 | 956 | 956 | 863 | 956 | 11.254 |
| Zone 5 Multifu | 470 | 500 | 503 | 541 | 514 | 448 | 483 | 5.782 |
| Zone 6 Gastron | 672 | 717 | 723 | 781 | 738 | 641 | 689 | 8.270 |
| Zone 7 Küche/L | 374 | 401 | 405 | 439 | 413 | 358 | 384 | 4.616 |
| Zone 8 Sanitär | 295 | 305 | 295 | 305 | 305 | 276 | 305 | 3.591 |
| Zone 9 Foyer/E | 96 | 107 | 113 | 128 | 114 | 95 | 98 | 1.205 |
| Zone 10 Atrium | 978 | 1.025 | 1.011 | 1.067 | 1.042 | 925 | 1.009 | 11.972 |
| Zone 11 Sonsti | 750 | 799 | 802 | 863 | 820 | 715 | 771 | 9.229 |
| Zone 12 Nebenf | 276 | 288 | 281 | 295 | 290 | 259 | 285 | 3.365 |
| Zone 13 Techni | 35 | 36 | 35 | 36 | 36 | 33 | 36 | 429 |
| | 8.462 | 9.124 | 9.307 | 10.186 | 9.468 | 8.141 | 8.670 | 104.611 |

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)

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

1.11 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

1.11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

| Zone | Q_{sink} | Q_{source} | γ | c_{wirk} | τ | η |
|------------------------------|------------|--------------|----------|------------|--------|--------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 97 | 356 | 3,665 | 50,000 | 25,08 | 0,266 |
| Zone 2 Projektraum | 19 | 68 | 3,524 | 50,000 | 15,47 | 0,266 |
| Zone 3 Open Space | 108 | 485 | 4,501 | 50,000 | 22,02 | 0,217 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 16 | 94 | 5,895 | 50,000 | 23,52 | 0,168 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 178 | 419 | 2,355 | 50,000 | 11,72 | 0,363 |
| Zone 6 Gastronomie | 60 | 280 | 4,649 | 50,000 | 10,25 | 0,201 |
| Zone 7 Küche/Lager | 62 | 110 | 1,775 | 50,000 | 11,18 | 0,446 |
| Zone 8 Sanitärräume | 7 | 24 | 3,603 | 50,000 | 15,76 | 0,261 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 22 | 48 | 2,192 | 50,000 | 20,22 | 0,411 |
| Zone 10 Atrium | 116 | 254 | 2,196 | 50,000 | 22,82 | 0,416 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalts | 40 | 207 | 5,188 | 50,000 | 24,79 | 0,190 |
| Zone 12 Nebenflächen | 76 | 138 | 1,829 | 50,000 | 58,93 | 0,532 |
| Zone 13 Technik UG | 14 | 4 | 0,250 | 50,000 | 38,50 | 0,993 |

Kühlenergiebedarf

| Zone | Dez kWh | Jan kWh | Feb kWh | Mär kWh | Apr kWh | Mai kWh | Jun kWh | Jahr kWh |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| $\Rightarrow Q_{C,b}$ (Raumklima) | | | | | | | | |
| Zone 1 Gruppen | 103 | 148 | 129 | 510 | 2.096 | 3.063 | 4.712 | 25.555 |
| Zone 2 Projekt | 25 | 28 | 31 | 85 | 302 | 613 | 983 | 4.821 |
| Zone 3 Open Sp | 373 | 464 | 421 | 1.153 | 3.416 | 4.970 | 7.213 | 41.494 |
| Zone 4 Besprec | 141 | 147 | 147 | 249 | 560 | 1.333 | 1.906 | 11.271 |
| Zone 5 Multifu | 1.153 | 1.189 | 1.134 | 1.582 | 2.209 | 2.815 | 3.122 | 25.219 |
| Zone 6 Gastron | 389 | 519 | 490 | 1.258 | 3.191 | 4.377 | 5.961 | 36.741 |
| Zone 7 Küche/L | 279 | 324 | 293 | 534 | 944 | 1.257 | 1.421 | 10.075 |
| Zone 8 Sanitär | 14 | 15 | 14 | 25 | 67 | 329 | 663 | 3.506 |
| Zone 9 Foyer/E | 27 | 56 | 43 | 173 | 536 | 412 | 520 | 3.714 |
| Zone 10 Atrium | 174 | 230 | 270 | 808 | 2.452 | 2.155 | 2.800 | 18.276 |
| Zone 11 Sonsti | 111 | 153 | 147 | 462 | 1.620 | 2.642 | 3.738 | 21.294 |
| Zone 12 Nebenf | - | - | - | - | 24 | 209 | 732 | 3.247 |
| Zone 13 Techni | - | - | - | - | - | - | 0 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------------------------|---|---|---|---|-----|-----|-------|--------|
| $\Rightarrow Q_{c*,b}$ (RLT) | | | | | | | | |
| Zone 5 Multifu | - | - | - | - | 166 | 960 | 1.825 | 10.666 |
| Zone 7 Küche/L | - | - | - | - | 102 | 592 | 1.126 | 6.580 |
| Zone 9 Foyer/E | - | - | - | - | 22 | 129 | 245 | 1.435 |
| Zone 10 Atrium | - | - | - | - | 133 | 772 | 1.468 | 8.581 |

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

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

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

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

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

| Zone | $t_{c,op,d}$ h/d | $Q_{c,max, Juli}$ kW | $Q_{c,max, Sept}$ kW | techn. gekühlt |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 13 | 73,6 | 60,6 | ja |
| Zone 2 Projektraum | 13 | 13,7 | 8,5 | ja |
| Zone 3 Open Space | 13 | 90,8 | 73,4 | ja |
| Zone 4 Besprechungsraum | 13 | 9,1 | 5,3 | ja |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 12 | 53,9 | 35,8 | ja |
| Zone 6 Gastronomie | 16 | 53,2 | 44,2 | ja |
| Zone 7 Küche/Lager | 15 | 15,4 | 12,4 | ja |
| Zone 8 Sanitärräume | 13 | 1,9 | -0,8 | nein |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 13 | 11,6 | 11,3 | ja |
| Zone 10 Atrium | 13 | 54,9 | 39,5 | ja |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 13 | 36,3 | 29,2 | ja |
| Zone 12 Nebenflächen | 13 | 29,1 | 19,5 | nein |
| Zone 13 Technik UG | 13 | 0,8 | -0,2 | nein |
| | | 444,3 | 338,7 | |

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

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

1.11.3 Zone 1 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (1.074 m²)

Zone 1 Gruppenbüro

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 $\beta_{c,grenz} = 0,15$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{c,b}$ | kWh | 103 | 148 | 129 | 510 | 2.096 | 3.063 | 4.712 | 25.555 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 127 | 182 | 158 | 627 | 2.578 | 3.768 | 5.795 | 31.433 |
| $t_{c,op}$ | h | 199 | 276 | 224 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.148 |

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 $Q_Z = 73,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 2 | 4 | 2 | 12 | 48 | 73 | 108 | 599 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 4 | 5 | 5 | 19 | 77 | 113 | 174 | 943 |
| | kWh | 6 | 9 | 7 | 31 | 126 | 186 | 282 | 1.542 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 73,6 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

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

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 127 | 182 | 158 | 627 | 2.578 | 3.768 | 5.795 | 31.433 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 47 | 67 | 59 | 232 | 955 | 1.395 | 2.146 | 11.642 |

1.11.4 Zone 2 Projektraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (165 m²)

Zone 2 Projektraum

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 Mindestdauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,15$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 25 | 28 | 31 | 85 | 302 | 613 | 983 | 4.821 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 31 | 35 | 38 | 104 | 371 | 754 | 1.208 | 5.929 |
| $t_{C,op}$ | h | 259 | 276 | 249 | 276 | 267 | 276 | 267 | 3.234 |

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung $P_{el} = 30$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 13,7$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 | 15 | 23 | 113 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 1 | 1 | 1 | 3 | 11 | 23 | 36 | 178 |
| | kWh | 1 | 2 | 2 | 5 | 18 | 37 | 59 | 291 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 13,7 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 Nutzungsart "Gruppenbüro"

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 | 31 | 35 | 38 | 104 | 371 | 754 | 1.208 | 5.929 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 11 | 13 | 14 | 39 | 137 | 279 | 448 | 2.196 |

1.11.5 Zone 3 Open Space

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (1.282 m²)
Zone 3 Open Space
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C,outg} = Q_{C,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
 $\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230$ (T7, Tab.14)
Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,15$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C,b}$ | kWh | 373 | 464 | 421 | 1.153 | 3.416 | 4.970 | 7.213 | 41.494 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 459 | 571 | 517 | 1.418 | 4.201 | 6.113 | 8.872 | 51.038 |
| $t_{C,op}$ | 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 $P_{el} = 30$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 90,8$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 9 | 11 | 9 | 27 | 79 | 118 | 166 | 974 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 14 | 17 | 16 | 43 | 126 | 183 | 266 | 1.531 |
| | kWh | 23 | 28 | 25 | 70 | 205 | 302 | 432 | 2.505 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 90,8 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
Teillastfaktor für Raumkühlung manuell $PLV_{AV} = 1$

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 | 459 | 571 | 517 | 1.418 | 4.201 | 6.113 | 8.872 | 51.038 |
| Q _{C,f,el} | kWh | 170 | 211 | 192 | 525 | 1.556 | 2.264 | 3.286 | 18.903 |

1.11.6 Zone 4 Besprechungsraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (430 m²)

Zone 4 Besprechungsraum

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 $\beta_{C,grenz} = 0,15$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q _{C,b} | kWh | 141 | 147 | 147 | 249 | 560 | 1.333 | 1.906 | 11.271 |
| Q _{C,outg} | kWh | 173 | 180 | 181 | 306 | 689 | 1.639 | 2.344 | 13.863 |
| 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 $Q_Z = 9,1$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Q _{C,ce,aux} | kWh | 3 | 3 | 3 | 6 | 13 | 32 | 44 | 265 |
| W _{Z,d} | kWh | 5 | 5 | 5 | 9 | 21 | 49 | 70 | 416 |
| | kWh | 9 | 9 | 9 | 15 | 34 | 81 | 114 | 681 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 9,1 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 Nutzungsart "Besprechung"

Teillastfaktor für Raumkühlung manuell PLV_{AV} = 1

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 | 173 | 180 | 181 | 306 | 689 | 1.639 | 2.344 | 13.863 |
| Q _{C,f,el} | kWh | 64 | 67 | 67 | 113 | 255 | 607 | 868 | 5.134 |

1.11.7 Zone 5 Multifunktionsraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (644 m²)

Zone 5 Multifunktionsraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c^*,outg} = Q_{c^*,b} \cdot \eta$ 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: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (644 m²)

Zone 5 Multifunktionsraum

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 $\beta_{c,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{c^*,b}$ | kWh | – | – | – | – | 166 | 960 | 1.825 | 10.666 |
| $Q_{c^*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | 212 | 1.229 | 2.335 | 13.653 |
| $Q_{c,b}$ | kWh | 1.153 | 1.189 | 1.134 | 1.582 | 2.209 | 2.815 | 3.122 | 25.219 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 1.419 | 1.462 | 1.394 | 1.945 | 2.717 | 3.462 | 3.840 | 31.020 |
| $t_{c^*,op}$ | h | – | – | – | – | 6 | 126 | 148 | 668 |
| $t_{c,op}$ | h | 153 | 153 | 138 | 153 | 148 | 153 | 148 | 1.800 |

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, $P_{el} = 50$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 53,9$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{c,ce,aux}$ | kWh | 15 | 16 | 13 | 21 | 28 | 37 | 40 | 327 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 71 | 73 | 70 | 97 | 146 | 235 | 309 | 2.234 |
| | kWh | 86 | 89 | 83 | 118 | 175 | 272 | 349 | 2.560 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 53,9 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

Teillastfaktor für Raumkühlung manuell $PLV_{AV} = 1$

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 | – | – | – | – | 212 | 1.229 | 2.335 | 13.653 |
| $Q_{c,outg}$ | kWh | 1.419 | 1.462 | 1.394 | 1.945 | 2.717 | 3.462 | 3.840 | 31.020 |
| $Q_{c,f,el}$ | kWh | 525 | 542 | 516 | 720 | 1.085 | 1.737 | 2.287 | 16.545 |

1.11.8 Zone 6 Gastronomie

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (451 m²)

Zone 6 Gastronomie

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C, \text{outg}} = Q_{C, b} \cdot \eta$ 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 $\beta_{C, grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C, b}$ | kWh | 389 | 519 | 490 | 1.258 | 3.191 | 4.377 | 5.961 | 36.741 |
| $Q_{C, outg}$ | kWh | 479 | 638 | 603 | 1.547 | 3.925 | 5.383 | 7.333 | 45.192 |
| $t_{C, op}$ | h | 311 | 408 | 353 | 408 | 395 | 408 | 395 | 4.688 |

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung $P_{el} = 30$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 53,2$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z, d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C, ce, aux}$ | kWh | 10 | 18 | 15 | 44 | 108 | 154 | 203 | 1.269 |
| $W_{Z, d}$ | kWh | 14 | 19 | 18 | 46 | 118 | 161 | 220 | 1.356 |
| | kWh | 25 | 37 | 33 | 91 | 226 | 315 | 423 | 2.625 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 53,2 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

Teillastfaktor für Raumkühlung manuell $PLV_{AV} = 1$

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 | 479 | 638 | 603 | 1.547 | 3.925 | 5.383 | 7.333 | 45.192 |
| $Q_{C, f, el}$ | kWh | 177 | 236 | 223 | 573 | 1.454 | 1.994 | 2.716 | 16.738 |

1.11.9 Zone 7 Küche/Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (212 m²)

Zone 7 Küche/Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*, outg} = Q_{C^*, b} \cdot \eta$ 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: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (212 m²)

Zone 7 Küche/Lager

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 $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | – | – | – | – | 102 | 592 | 1.126 | 6.580 |
| $Q_{C^*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | 131 | 758 | 1.441 | 8.422 |
| $Q_{C,b}$ | kWh | 279 | 324 | 293 | 534 | 944 | 1.257 | 1.421 | 10.075 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 343 | 399 | 360 | 657 | 1.161 | 1.546 | 1.748 | 12.393 |
| $t_{C^*,op}$ | h | – | – | – | – | 13 | 297 | 370 | 1.641 |
| $t_{C,op}$ | 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, $P_{el} = 50$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
 Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 15,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 9 | 11 | 9 | 18 | 30 | 41 | 45 | 327 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 17 | 20 | 18 | 33 | 65 | 115 | 159 | 1.041 |
| | kWh | 26 | 31 | 27 | 50 | 95 | 157 | 205 | 1.367 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 15,4 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

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 | – | – | – | – | 131 | 758 | 1.441 | 8.422 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 343 | 399 | 360 | 657 | 1.161 | 1.546 | 1.748 | 12.393 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 127 | 148 | 133 | 243 | 479 | 854 | 1.181 | 7.709 |

1.11.10 Zone 9 Foyer/Empfang

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (133 m²)

Zone 9 Foyer/Empfang

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ 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: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (133 m²)

Zone 9 Foyer/Empfang

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 $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C^*,b}$ | kWh | – | – | – | – | 22 | 129 | 245 | 1.435 |
| $Q_{C^*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | 29 | 165 | 314 | 1.837 |
| $Q_{C,b}$ | kWh | 27 | 56 | 43 | 173 | 536 | 412 | 520 | 3.714 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 33 | 68 | 53 | 213 | 659 | 506 | 639 | 4.568 |
| $t_{C^*,op}$ | h | – | – | – | – | 10 | 224 | 267 | 1.200 |
| $t_{C,op}$ | h | 82 | 169 | 119 | 276 | 267 | 276 | 267 | 2.682 |

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, $P_{el} = 50$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
 Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 11,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 0 | 1 | 0 | 4 | 12 | 10 | 12 | 85 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 2 | 3 | 3 | 11 | 34 | 34 | 48 | 320 |
| | kWh | 2 | 4 | 3 | 15 | 47 | 43 | 60 | 405 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 11,6 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
 Teillastfaktor für Raumkühlung manuell $PLV_{AV} = 1$

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 | – | – | – | – | 29 | 165 | 314 | 1.837 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 33 | 68 | 53 | 213 | 659 | 506 | 639 | 4.568 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 12 | 25 | 20 | 79 | 255 | 249 | 353 | 2.372 |

1.11.11 Zone 10 Atrium

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (795 m²)
 Zone 10 Atrium

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ 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: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (795 m²)

Zone 10 Atrium

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 $\beta_{C,grenz} = 0,60$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C*,b}$ | kWh | – | – | – | – | 133 | 772 | 1.468 | 8.581 |
| $Q_{C*,outg}$ | kWh | – | – | – | – | 171 | 989 | 1.879 | 10.984 |
| $Q_{C,b}$ | kWh | 174 | 230 | 270 | 808 | 2.452 | 2.155 | 2.800 | 18.276 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 213 | 283 | 331 | 994 | 3.015 | 2.650 | 3.444 | 22.479 |
| $t_{C*,op}$ | h | – | – | – | – | 10 | 224 | 267 | 1.200 |
| $t_{C,op}$ | h | 112 | 148 | 157 | 276 | 267 | 276 | 267 | 2.775 |

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, $P_{el} = 50$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 54,9$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{C,ce,aux}$ | kWh | 2 | 3 | 4 | 19 | 56 | 51 | 64 | 419 |
| $W_{Z,d}$ | kWh | 11 | 14 | 17 | 50 | 159 | 182 | 266 | 1.673 |
| | kWh | 12 | 17 | 20 | 69 | 216 | 233 | 331 | 2.092 |

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 54,9 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

Teillastfaktor für Raumkühlung manuell $PLV_{AV} = 1$

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 | – | – | – | – | 171 | 989 | 1.879 | 10.984 |
| $Q_{C,outg}$ | kWh | 213 | 283 | 331 | 994 | 3.015 | 2.650 | 3.444 | 22.479 |
| $Q_{C,f,el}$ | kWh | 79 | 105 | 123 | 368 | 1.180 | 1.348 | 1.972 | 12.394 |

1.11.12 Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (762 m²)

Zone 11 Sonstige Aufenthaltsräume

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 $\beta_{C,grenz} = 0,15$

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| Q _{C,b} | kWh | 111 | 153 | 147 | 462 | 1.620 | 2.642 | 3.738 | 21.294 |
| Q _{C,outg} | kWh | 136 | 188 | 181 | 568 | 1.993 | 3.249 | 4.597 | 26.191 |
| 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 = 36,3 kW, Hilfsenergieaufwand W_{Z,d}

weitere Hilfsenergien ...

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q _{C,ce,aux} | kWh | 3 | 4 | 3 | 11 | 37 | 63 | 86 | 500 |
| W _{Z,d} | kWh | 4 | 6 | 5 | 17 | 60 | 97 | 138 | 786 |
| | kWh | 7 | 9 | 9 | 28 | 97 | 160 | 224 | 1.286 |

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste Q_{C,s} nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 36,3 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

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 | 136 | 188 | 181 | 568 | 1.993 | 3.249 | 4.597 | 26.191 |
| Q _{C,f,el} | kWh | 51 | 70 | 67 | 210 | 738 | 1.203 | 1.703 | 9.701 |

1.11.13 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsendenergie

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| W _{C,f} | kWh | 1.265 | 1.484 | 1.414 | 3.103 | 8.094 | 11.931 | 16.960 | 103.334 |
| Q _{C,aux} | kWh | 196 | 235 | 217 | 492 | 1.237 | 1.786 | 2.477 | 15.353 |
| Strom-Mix | kWh | 1.265 | 1.484 | 1.414 | 3.103 | 8.094 | 11.931 | 16.960 | 103.334 |

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (202 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)), 3 (203 Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätze)) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

| Monat | | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Strom-Mix | kWh | 1.156 | 1.345 | 1.289 | 2.725 | 6.838 | 10.101 | 14.244 | 88.062 |

1.12 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

1.12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

| Zone | Nutzung | $q_{w,b}$ kWh/d je | Menge | $Q_{w,b,Jan}$ kWh/M |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|-------|------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | nicht relevant | | | - |
| Zone 2 Projektraum | nicht relevant | | | - |
| Zone 3 Open Space | nicht relevant | | | - |
| Zone 4 Besprechungsraum | nicht relevant | | | - |
| Zone 5 Multifunktion | nicht relevant | | | - |
| Zone 6 Gastronomie | nicht relevant | | | - |
| Zone 7 Küche/Lager | Restaurant, Gas | 0,920 m² Gastraum | 451 | 10.572 c |
| Zone 8 Sanitärräume | Bürogebäude | 0,030 m² Bürofläche | 2356 | 1.501 c |
| Zone 9 Foyer/Empfang | nicht relevant | | | - |
| Zone 10 Atrium | nicht relevant | | | - |
| Zone 11 Sonstige Auf | nicht relevant | | | - |
| Zone 12 Nebenflächen | nicht relevant | | | - |
| Zone 13 Technik UG | nicht relevant | | | - |

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche ANGF

1.12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

| Versorgungsbereich | Zonen (n) | f_{zapf} | $Q_{w,b}$ kWh/Jahr |
|----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| 1 dezentrale WW-Versorgung | 100% 8/ | 1,00 | 17.670 |
| 2 zentrale WW-Versorgung | 100% 7/ | 1,00 | 124.476 |
| 3 | | | |

1.12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

Verteilsystem: dezentral mit 28 Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

Verteilsystem: mit Zirkulation, Zirkulationsbetrieb an $z = 13,0$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,12$ m³/h, $\Delta p = 19,0$ kPa, $P_{hydr} = 0,622$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 21,7$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

| | Verteilung (V) | Stränge (S) | Stichtlg. (St) |
|---|----------------|--------------|----------------|
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8 | | | |
| Leitungslängen l_i | 0 m | 0 m | 168 m |
| Wärmedurchgangskoeffizient U_i | | | 0,255 W/(mK) |
| Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$ | | | 32,9 °C |
| Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$ | | | 19,9 °C |
| (2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7 | | | |
| Leitungslängen l_i | 40 m | 5 m | 0 m |
| Wärmedurchgangskoeffizient U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$ | 34,5 °C | 32,9 °C | 32,9 °C |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|------|--|
| Umgebungstemperatur $\theta_{I, Jan}$ | | | 13,0 °C | | | 20,1 °C | | | |
| Monat | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr | |

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

| | | | | | | | | | |
|----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w, b}$ | kWh | 1.452 | 1.501 | 1.452 | 1.501 | 1.501 | 1.356 | 1.501 | 17.670 |
| $Q_{w, d, St}$ | kWh | 258 | 273 | 271 | 283 | 283 | 255 | 279 | 3.213 |
| $Q_{w, d}$ | kWh | 258 | 273 | 271 | 283 | 283 | 255 | 279 | 3.213 |
| $Q_{I, w, d}$ | kWh | 258 | 273 | 271 | 283 | 283 | 255 | 279 | 3.213 |

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w, b}$ | kWh | 10.231 | 10.572 | 10.231 | 10.572 | 10.572 | 9.549 | 10.572 | 124.476 |
| $Q_{w, d, V}$ | kWh | 275 | 284 | 275 | 284 | 284 | 257 | 284 | 3.344 |
| $Q_{w, d, S}$ | kWh | 34 | 36 | 35 | 36 | 36 | 33 | 36 | 420 |
| $Q_{w, d}$ | kWh | 309 | 320 | 310 | 320 | 320 | 289 | 320 | 3.765 |
| $W_{w, d}$ | kWh | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 53 |
| $Q_{I, w, d}$ | kWh | 34 | 36 | 35 | 36 | 36 | 33 | 36 | 420 |

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

$Q_{w, d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2
Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell
 $Q_{I, w, d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"
 $W_{w, d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

1.12.4 Warmwasserspeicher

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8
nicht vorhanden

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7
indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 528$, $V_{sol} =$ - Liter
Bereitschafts-Wärmeverluste $(UA)_{s, P0} = 0,80$ W/K
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_{I, 13,0}$ °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C
Speicher-Wärmeverlust $Q_{w, s} = f_{con} \cdot (55 - T_{u}) / 45 \cdot d_{op, mth} \cdot Q_{s, P0, day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)
Speicherladepumpe mit $P_p = 83$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w, s}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w, outg} = Q_{w, b} + Q_{w, d}$ monatlich

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| Monat | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr | |
| (2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7 | | | | | | | | | |
| $Q_{w, outg}$ | kWh | 10.540 | 10.892 | 10.541 | 10.892 | 10.892 | 9.838 | 10.892 | 128.240 |
| $Q_{w, s}$ | kWh | 24 | 25 | 24 | 25 | 25 | 22 | 25 | 269 |
| $W_{w, s}$ | kWh | 40 | 42 | 40 | 42 | 42 | 38 | 42 | 490 |

1.12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7
Solaranlage (1) , Klimaregion 4
Kollektoren mit Apertur $A_C = 129,7$ m², Orientierung = Süd -45,0 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °
Solarspeicher mit $V_{sol} =$ - und $V_{aux} = 240$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 34.841 kWh/a (Klimaregion 4
Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 14.808 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 64,5%),
Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C, Sol} = 60,36$ m² und

$V_{\text{Sol}} = 1896 + 1265$ Liter, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,\text{gen}} = 0.025$ *

$Q_{w,\text{sol}}$

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{w,\text{sol}}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - |
| $W_{w,\text{gen}}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - |

1.12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w,\text{outg}}$ | kWh | 1.711 | 1.774 | 1.723 | 1.784 | 1.784 | 1.610 | 1.780 | 20.883 |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w,\text{outg}}$ | kWh | 10.564 | 10.916 | 10.565 | 10.917 | 10.917 | 9.860 | 10.917 | 128.510 |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|

1.12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

1.12.8 Wärmeerzeugung

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

Wärmeerzeuger 20 hydraulisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 2,0 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 99,0$ %, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000$ kW

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

Wärmeerzeuger 283 Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283) 169,1 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 5

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 96,2$ %, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0051$ kW

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{\text{aux},Pn} = 528$ W, im Schlumberbetrieb $P_{\text{aux},P0} = 15$ W

mittlere Kesseltemperatur 45 °C, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich (13 °C)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,\text{outg}} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 8

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w,\text{outg}}$ | kWh | 1.711 | 1.774 | 1.723 | 1.784 | 1.784 | 1.610 | 1.780 | 20.883 |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|

| | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w,f}$ | kWh | 1.728 | 1.791 | 1.740 | 1.802 | 1.802 | 1.627 | 1.797 | 21.091 |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 7

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|
| $Q_{w,\text{outg}}$ | kWh | 10.564 | 10.916 | 10.565 | 10.917 | 10.917 | 9.860 | 10.917 | 128.510 |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| $t_{w,Pn,d}$ | h/d | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|

| | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{w,g}$ | kWh | 276 | 252 | 220 | 213 | 213 | 196 | 230 | 3.039 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|

| | | | | | | | | | |
|-----------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{w,f}$ | kWh | 10.840 | 11.169 | 10.785 | 11.129 | 11.130 | 10.057 | 11.147 | 131.549 |
|-----------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $W_{w,\text{gen}}$ | kWh | 37 | 37 | 35 | 35 | 35 | 32 | 36 | 447 |
|--------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

mit $Q_{w,\text{outg}}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $t_{w,Pn,d}$ = Laufzeit des Kessels im WW-Betrieb, $Q_{w,g}$ = Wärmeverlust des Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig im Stillstand, $Q_{w,f} = Q_{w,\text{outg}} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf, $W_{w,\text{gen}}$ = Hilfsenergiebedarf

1.12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Q _{w, outg} | kWh | 12.275 | 12.690 | 12.287 | 12.701 | 12.701 | 11.471 | 12.696 | 149.393 |
| Q _{w, f} | kWh | 12.568 | 12.960 | 12.525 | 12.931 | 12.932 | 11.683 | 12.944 | 152.640 |
| W _{w, f} | kWh | 82 | 83 | 79 | 81 | 81 | 74 | 82 | 989 |
| solar | kWh | 1.711 | 1.774 | 198 | – | 464 | 165 | 1.780 | 14.808 |
| Strom-Mix | kWh | 1.728 | 1.791 | 1.740 | 1.802 | 1.802 | 1.627 | 1.797 | 21.091 |
| Erdgas | kWh | 10.840 | 11.169 | 10.785 | 11.129 | 11.130 | 10.057 | 11.147 | 131.549 |
| Q _{I, w, <7>} | kWh/d | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | |
| Q _{I, w, <8>} | kWh/d | 8,6 | 8,8 | 9,0 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 9,0 | |

Q_{w, outg} / Q_{w, f} = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

W_{w, f} = Hilfsenergiebedarf, Q_{I, w} = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

1.13 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

1.13.1 Maximal erforderliche Heizleistung Q_{h, max}

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

| Zone | Q _{T, max} kW | Q _{V, max} kW | V _{mech} m³/h | Q _{V, mech} kW | Φ _{h, max} kW |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Zone 1 Gruppenbüro | 36,7 | 3,2 | 4299 | 18,7 | 58,7 |
| Zone 2 Projektraum | 7,4 | 0,6 | 1449 | 6,3 | 14,3 |
| Zone 3 Open Space | 40,7 | 3,6 | 7694 | 33,5 | 77,8 |
| Zone 4 Besprechungsraum | 4,9 | 1,1 | 3764 | 16,4 | 22,4 |
| Zone 5 Multifunktionsraum | 16,8 | 2,3 | 12231 | 53,2 | 72,3 |
| Zone 6 Gastronomie | 23,0 | 1,9 | 6012 | 26,2 | 51,0 |
| Zone 7 Küche/Lager | 7,1 | 0,8 | 3180 | 13,8 | 21,8 |
| Zone 8 Sanitäräume | 1,8 | 0,6 | 3358 | 14,6 | 17,0 |
| Zone 9 Foyer/Empfang | 4,1 | 0,5 | 930 | 4,0 | 8,6 |
| Zone 10 Atrium | 17,9 | 2,5 | 5550 | 24,2 | 44,6 |
| Zone 11 Sonstige Aufenthalt | 14,1 | 1,8 | 5338 | 23,2 | 39,2 |
| Zone 12 Nebenflächen | 26,1 | 3,7 | 174 | 0,8 | 30,6 |
| Zone 13 Technik UG | 4,5 | 1,0 | 21 | 0,1 | 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} * V = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

Q_{V, mech} = 0,34 * V_{mech} * (θ_{i, h, min} - θ_v) = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

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

1.13.2 Eingesetzte Heizsysteme

| Anlage | Versorgungsbereich | Zone (n) | Q _{h, b} kWh/Jahr | Φ _{h, max} kW | Q _{N, h} kW |
|---------------------------------|--------------------|----------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 statische Zentralheizung (REF | 65% | 1/ | 50.086 | 58,7 | 64,5 |
| 2 Umluftheizung dezentral (REF | 35% | 1/ | 26.969 | 58,7 | 64,5 |
| 3 Umluftheizung dezentral (REF | 100% | *** | 210.762 | 161,9 | 178,0 |
| 4 Umluftheizung zentral (REF | 100% | 4/8/13/ | 42.270 | 44,9 | 49,3 |
| 5 statische Zentralheizung (REF | 100% | 5/6/7/9/ | 135.221 | 153,7 | 169,1 |
| 6 statische Zentralheizung (REF | 100% | 10/ | 44.425 | 44,6 | 49,0 |
| 7 | | | | | |
| *** = 2/3/11/12/ | | | | | |

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

- <2> Raumtemperaturregelung hohe Qualität
 <3> Raumtemperaturregelung hohe Qualität
 <4> Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität
 <5> 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
 <6> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,b}, <1>$ | kWh | 976 | 3.073 | 6.916 | 9.042 | 8.498 | 7.313 | 5.300 | 44.570 |
| $Q_{h^*,b}, <1>$ | kWh | 25 | 308 | 688 | 1.089 | 1.073 | 868 | 622 | 5.516 |
| $Q_{h,b}, <2>$ | kWh | 525 | 1.654 | 3.724 | 4.869 | 4.576 | 3.938 | 2.854 | 23.999 |
| $Q_{h^*,b}, <2>$ | kWh | 14 | 166 | 371 | 586 | 578 | 467 | 335 | 2.970 |
| $Q_{h,b}, <3>$ | kWh | 4.475 | 14.525 | 29.341 | 38.452 | 36.555 | 31.156 | 23.614 | 192.707 |
| $Q_{h^*,b}, <3>$ | kWh | 83 | 1.010 | 2.253 | 3.564 | 3.512 | 2.841 | 2.035 | 18.055 |
| $Q_{h,b}, <4>$ | kWh | 849 | 3.054 | 5.928 | 8.049 | 7.866 | 6.618 | 5.518 | 42.270 |
| $Q_{h,b}, <5>$ | kWh | 2.537 | 8.145 | 16.710 | 22.266 | 21.089 | 17.910 | 13.551 | 113.297 |
| $Q_{h^*,b}, <5>$ | kWh | 22 | 1.255 | 2.977 | 4.710 | 4.640 | 3.754 | 2.689 | 21.924 |
| $Q_{h,b}, <6>$ | kWh | 914 | 2.201 | 5.202 | 6.987 | 6.543 | 5.331 | 3.530 | 34.362 |
| $Q_{h^*,b}, <6>$ | kWh | - | 578 | 1.371 | 2.168 | 2.136 | 1.728 | 1.238 | 10.063 |

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

1.13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Zone 1 Gruppenbüro

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <1>$ | h/m | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.018 |
| $t_{h,rL,d} <1>$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h,rB} <1>$ | d/m | 14 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 198 |
| $t_{h,rL} <1>$ | h/m | 185 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.051 |

(2) Bereich "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Leitzone Zone 1 Gruppenbüro

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <1>$ | h/m | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.018 |
| $t_{h,rL,d} <1>$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h,rB} <1>$ | d/m | 14 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 198 |
| $t_{h,rL} <1>$ | h/m | 185 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.051 |

(3) Bereich "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Leitzone Zone 2 Projektraum

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <2>$ | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.633 |
| $t_{h,rL,d} <2>$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h,rB} <2>$ | d/m | 21 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 216 |
| $t_{h,rL} <2>$ | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.291 |

(4) Bereich "Umluftheizung zentral (REF '20)", Leitzone Zone 4 Besprechungsraum

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <4>$ | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.750 |
| $t_{h,rL,d} <4>$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |

| | | | | | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $d_{h,rB} <4>$ | d/m | 21 | 23 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 276 |
| $t_{h,rL} <4>$ | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 4.078 |

(5) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Zone 7 Küche/Lager

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <7>$ | h/m | 634 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 7.304 |
| $t_{h,rL,d} <7>$ | h/d | 15 | 15 | 17 | 19 | 19 | 18 | 17 | |
| $d_{h,rB} <7>$ | d/m | 22 | 27 | 27 | 28 | 28 | 25 | 28 | 265 |
| $t_{h,rL} <7>$ | h/m | 328 | 405 | 467 | 531 | 529 | 466 | 474 | 4.409 |

(6) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Zone 10 Atrium

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <10>$ | h/m | 410 | 628 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.113 |
| $t_{h,rL,d} <10>$ | h/d | 13 | 13 | 16 | 18 | 17 | 17 | 16 | |
| $d_{h,rB} <10>$ | d/m | 12 | 20 | 24 | 26 | 26 | 23 | 25 | 200 |
| $t_{h,rL} <10>$ | h/m | 154 | 260 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.080 |

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

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

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

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

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

1.13.4 Heizwärmeübergabe

(1) 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)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,7%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 1,3 = 1,30^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (8,5%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(3) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 1,3 = 1,30^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (8,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(4) Umluftheizung zentral (REF '20)

Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (5,0%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(5) 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) (12,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(6) 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) (13,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| (1) statische Zentralheizung (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 976 | 3.073 | 6.916 | 9.042 | 8.498 | 7.313 | 5.300 | 44.570 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 277 | 508 | 779 | 856 | 808 | 728 | 619 | 5.236 |
| (2) Umluftheizung dezentral (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 525 | 1.654 | 3.724 | 4.869 | 4.576 | 3.938 | 2.854 | 23.999 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 108 | 198 | 303 | 333 | 314 | 283 | 241 | 2.036 |
| (3) Umluftheizung dezentral (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 4.475 | 14.525 | 29.341 | 38.452 | 36.555 | 31.156 | 23.614 | 192.707 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 920 | 1.739 | 2.391 | 2.635 | 2.517 | 2.246 | 1.995 | 16.524 |
| (4) Umluftheizung zentral (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 849 | 3.054 | 5.928 | 8.049 | 7.866 | 6.618 | 5.518 | 42.270 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 94 | 197 | 260 | 296 | 291 | 256 | 251 | 2.111 |
| (5) statische Zentralheizung (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 2.537 | 8.145 | 16.710 | 22.266 | 21.089 | 17.910 | 13.551 | 113.297 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 715 | 1.337 | 1.867 | 2.091 | 1.991 | 1.770 | 1.570 | 14.619 |
| (6) statische Zentralheizung (REF '20) | | | | | | | | | |
| $Q_{h,b}$ | kWh | 914 | 2.201 | 5.202 | 6.987 | 6.543 | 5.331 | 3.530 | 34.362 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 260 | 364 | 586 | 662 | 623 | 531 | 412 | 4.577 |
| $\Sigma Q_{h,b+ce}$ | kWh | 12.648 | 36.995 | 74.005 | 96.537 | 91.671 | 78.081 | 59.455 | 496.309 |

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

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

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

1.13.5 Heizwärmeverteilung

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

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1073,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe
i.M. = 4,02 m, 3 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 26 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Umluftheizung dezentral (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- /
Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1073,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. =
4,02 m, 3 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 22 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Umluftheizung dezentral (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- /
Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 3489,4 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. =
4,02 m, 4 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<2>}} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 31 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(4) Umluftheizung zentral (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

(5) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1438,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe
i.M. = 4,90 m, 1 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<7>}} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 27 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(6) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 794,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe
i.M. = 4,02 m, 4 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<10>}} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 18 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$
Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

| | Verteilung (V) | Stränge (S) | Anbindung (A) |
|---|----------------|--------------|---------------|
| (1) statische Zentralheizung (REF '20) | | | |
| Leitungslängen l_i | 111,6 m | 19,8 m | 694,0 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (2) Umluftheizung dezentral (REF '20) | | | |
| Leitungslängen l_i | 187,0 m | 3,0 m | 266,0 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (3) Umluftheizung dezentral (REF '20) | | | |
| Leitungslängen l_i | 540,2 m | 9,8 m | 1.007,6 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (5) statische Zentralheizung (REF '20) | | | |
| Leitungslängen l_i | 381,9 m | 27,5 m | 960,6 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |
| (6) statische Zentralheizung (REF '20) | | | |
| Leitungslängen l_i | 74,0 m | 14,2 m | 496,9 m |
| Wärmedurchgangszahlen U_i | 0,200 W/(mK) | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK) |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ | 13,0 °C | 20,0 °C | 20,0 °C |

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

| Monat | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| (1) statische Zentralheizung (REF '20) | | | | | | | | |
| $\beta_{h,d}$ | 0,04 | 0,08 | 0,18 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,14 | |
| $\theta_{VL,av}$ °C | 24,0 | 26,0 | 30,2 | 31,8 | 31,4 | 31,0 | 28,3 | |
| $\theta_{RL,av}$ °C | 23,1 | 24,5 | 27,5 | 28,7 | 28,3 | 28,1 | 26,2 | |
| $Q_{h,d}$ kWh | 164 | 377 | 762 | 1.040 | 998 | 841 | 639 | 5.242 |
| $W_{h,d}$ kWh | 14 | 23 | 28 | 32 | 31 | 27 | 26 | 215 |
| $Q_{I,h,d}$ kWh | 121 | 293 | 625 | 862 | 825 | 694 | 514 | 4.290 |

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

| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| (2) Umluftheizung dezentral (REF '20) | | | | | | | | |
| $\beta_{h,d}$ | 0,02 | 0,04 | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,07 | |
| $\theta_{VL,av}$ °C | 22,1 | 22,9 | 25,0 | 25,9 | 25,7 | 25,5 | 24,1 | |
| $\theta_{RL,av}$ °C | 21,7 | 22,4 | 23,8 | 24,5 | 24,3 | 24,1 | 23,2 | |
| $Q_{h,d}$ kWh | 86 | 167 | 284 | 376 | 363 | 308 | 252 | 1.981 |
| $W_{h,d}$ kWh | 17 | 27 | 30 | 33 | 32 | 29 | 29 | 235 |
| $Q_{I,h,d}$ kWh | 24 | 56 | 118 | 165 | 157 | 132 | 97 | 819 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,4$ %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,2$ %
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Umluftheizung dezentral (REF '20)

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,05 | 0,14 | 0,27 | 0,34 | 0,32 | 0,31 | 0,21 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 23,1 | 26,5 | 31,4 | 33,8 | 33,2 | 32,6 | 29,3 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,5 | 24,9 | 28,3 | 30,0 | 29,6 | 29,2 | 26,9 | |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 479 | 877 | 1.704 | 2.371 | 2.278 | 1.907 | 1.459 | 12.026 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 83 | 106 | 133 | 153 | 149 | 131 | 124 | 1.065 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 194 | 455 | 995 | 1.427 | 1.363 | 1.133 | 821 | 6.946 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 1,4 \%$
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(5) statische Zentralheizung (REF '20)

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,03 | 0,08 | 0,17 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,13 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 23,5 | 26,0 | 29,6 | 31,3 | 30,9 | 30,5 | 28,2 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,8 | 24,5 | 27,1 | 28,3 | 28,0 | 27,7 | 26,1 | |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 511 | 916 | 1.527 | 1.996 | 1.929 | 1.639 | 1.361 | 11.340 |
| $W_{h,d}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 257 | 537 | 981 | 1.314 | 1.263 | 1.067 | 850 | 7.323 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,3 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 1,5 \%$
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(6) statische Zentralheizung (REF '20)

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$ | | 0,06 | 0,09 | 0,18 | 0,23 | 0,22 | 0,20 | 0,12 | |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 25,1 | 26,4 | 30,1 | 32,0 | 31,5 | 30,7 | 27,6 | |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 23,9 | 24,8 | 27,4 | 28,8 | 28,4 | 27,8 | 25,7 | |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| $Q_{h,d}$ | kWh | 117 | 238 | 535 | 745 | 711 | 579 | 416 | 3.756 |
| $W_{h,d}$ | kWh | 8 | 13 | 18 | 20 | 20 | 17 | 16 | 140 |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 90 | 190 | 444 | 626 | 596 | 483 | 337 | 3.129 |

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,8 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,6 \%$
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

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

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

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

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

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

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

1.13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 1.443 | 4.267 | 9.145 | 12.027 | 11.377 | 9.750 | 7.179 | 60.565 |

(2) Umluftheizung dezentral (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 733 | 2.185 | 4.681 | 6.164 | 5.831 | 4.996 | 3.681 | 30.986 |

(3) Umluftheizung dezentral (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 5.957 | 18.151 | 35.688 | 47.022 | 44.861 | 38.150 | 29.103 | 239.312 |

(4) Umluftheizung zentral (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}$ | kWh | 943 | 3.251 | 6.188 | 8.345 | 8.157 | 6.874 | 5.768 | 44.381 |

(5) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 3.784 | 11.652 | 23.081 | 31.063 | 29.649 | 25.073 | 19.170 | 161.179 |

(6) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 1.290 | 3.381 | 7.693 | 10.562 | 10.013 | 8.170 | 5.596 | 52.758 |

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ 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.

1.13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

1.13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

1.13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

1.13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3) (4) (5) (6)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1 ($A_{NGF} = 1.074 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 64,5 \text{ kW}$ (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 $\eta_{k,Pn} = 0,958$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,048$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0076 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 4,65 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 1,13 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,21 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,333 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,111 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Zonen 1 ($A_{NGF} = 1.074 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 64,5 \text{ kW}$ (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 $\eta_{k,Pn} = 0,958$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,048$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0076 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 4,11 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,99 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,16 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,333 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,111 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(3) "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Zonen 2/3/11/12 ($A_{NGF} = 3.489 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 178,0$ kW (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13$ °C, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00$ h/d
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,963$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,053$ (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0050$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 13,12$ kW, $P_{gen,Pint} = 3,13$ kW, $P_{gen,P0} = 0,45$ kW (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,541$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,180$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

(4) "Umluftheizung zentral (REF '20)", Zonen 4/8/13 ($A_{NGF} = 810$ m²)
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 49,3$ kW (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13$ °C, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00$ h/d
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,957$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,047$ (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0084$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 3,55$ kW, $P_{gen,Pint} = 0,86$ kW, $P_{gen,P0} = 0,17$ kW (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,292$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,097$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

(5) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 5/6/7/9 ($A_{NGF} = 1.439$ m²)
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 169,1$ kW (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13$ °C, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 2,53$ h/d
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,962$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,052$ (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0051$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 11,49$ kW, $P_{gen,Pint} = 2,75$ kW, $P_{gen,P0} = 0,37$ kW (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,528$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,176$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

(6) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 10 ($A_{NGF} = 795$ m²)
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 49,0$ kW (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13$ °C, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00$ h/d
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,957$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,047$ (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0084$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 3,71$ kW, $P_{gen,Pint} = 0,90$ kW, $P_{gen,P0} = 0,19$ kW (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,292$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,097$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|---------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 1.443 | 4.267 | 9.145 | 12.027 | 11.377 | 9.750 | 7.179 | 60.565 |
| $\beta_{h,1}$ | | 0,12 | 0,21 | 0,36 | 0,40 | 0,38 | 0,38 | 0,28 | |
| $Q_{h,gen,1}$ | kWh | 86 | 223 | 615 | 919 | 851 | 677 | 393 | 4.152 |
| $Q_{h,f}$ | kWh | 1.523 | 4.489 | 9.687 | 12.798 | 12.088 | 10.350 | 7.564 | 64.141 |
| $W_{h,gen}$ | kWh | 18 | 32 | 56 | 71 | 67 | 58 | 47 | 430 |

(2) Umluftheizung dezentral (REF '20)

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

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h,outg} | kWh | 733 | 2.185 | 4.681 | 6.164 | 5.831 | 4.996 | 3.681 | 30.986 |
| β _{h,1} | | 0,06 | 0,11 | 0,19 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,15 | |
| Q _{h,gen,1} | kWh | 82 | 208 | 550 | 806 | 751 | 600 | 357 | 3.718 |
| Q _{h,f} | kWh | 781 | 2.310 | 4.938 | 6.506 | 6.156 | 5.273 | 3.887 | 32.703 |
| W _{h,gen} | kWh | 14 | 22 | 34 | 42 | 40 | 35 | 29 | 284 |

(3) Umluftheizung dezentral (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Q _{h,outg} | kWh | 5.957 | 18.151 | 35.688 | 47.022 | 44.861 | 38.150 | 29.103 | 239.312 |
| β _{h,1} | | 0,12 | 0,33 | 0,52 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,42 | |
| Q _{h,gen,1} | kWh | 208 | 590 | 1.695 | 2.578 | 2.384 | 1.884 | 1.065 | 11.356 |
| Q _{h,f} | kWh | 6.238 | 19.041 | 37.972 | 50.305 | 47.928 | 40.704 | 30.781 | 254.266 |
| W _{h,gen} | kWh | 29 | 67 | 118 | 152 | 146 | 125 | 100 | 856 |

(4) Umluftheizung zentral (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q _{h,outg} | kWh | 943 | 3.251 | 6.188 | 8.345 | 8.157 | 6.874 | 5.768 | 44.381 |
| β _{h,1} | | 0,07 | 0,21 | 0,32 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,30 | |
| Q _{h,gen,1} | kWh | 65 | 174 | 467 | 698 | 652 | 517 | 309 | 3.171 |
| Q _{h,f} | kWh | 1.005 | 3.425 | 6.540 | 8.865 | 8.660 | 7.288 | 6.083 | 46.965 |
| W _{h,gen} | kWh | 16 | 29 | 45 | 58 | 57 | 48 | 43 | 379 |

(5) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Q _{h,outg} | kWh | 3.784 | 11.652 | 23.081 | 31.063 | 29.649 | 25.073 | 19.170 | 161.179 |
| β _{h,1} | | 0,08 | 0,20 | 0,34 | 0,40 | 0,38 | 0,37 | 0,28 | |
| Q _{h,gen,1} | kWh | 189 | 515 | 1.393 | 2.076 | 1.928 | 1.531 | 893 | 9.381 |
| Q _{h,f} | kWh | 3.981 | 12.210 | 24.323 | 32.917 | 31.381 | 26.501 | 20.123 | 169.947 |
| W _{h,gen} | kWh | 22 | 47 | 84 | 109 | 104 | 89 | 72 | 629 |

(6) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Q _{h,outg} | kWh | 1.290 | 3.381 | 7.693 | 10.562 | 10.013 | 8.170 | 5.596 | 52.758 |
| β _{h,1} | | 0,17 | 0,27 | 0,40 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,29 | |
| Q _{h,gen,1} | kWh | 70 | 178 | 486 | 734 | 680 | 535 | 306 | 3.299 |
| Q _{h,f} | kWh | 1.360 | 3.560 | 8.179 | 11.296 | 10.693 | 8.705 | 5.902 | 56.056 |
| W _{h,gen} | kWh | 18 | 30 | 54 | 70 | 67 | 56 | 42 | 427 |

1.13.11 Endenergie Heizwärme

| Monat | | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|
| Q _{h,f} | kWh | 14.888 | 45.034 | 91.639 | 122.687 | 116.905 | 98.821 | 74.340 | 624.079 |
| W _h | kWh | 239 | 398 | 600 | 739 | 714 | 616 | 529 | 4.658 |
| Erdgas | kWh | 14.888 | 45.034 | 91.639 | 122.687 | 116.905 | 98.821 | 74.340 | 623.908 |
| Q _{I,h,<1>} | kWh/d | 4,8 | 11,3 | 24,7 | 33,1 | 31,7 | 29,5 | 19,7 | |
| Q _{I,h,<2>} | kWh/d | 0,3 | 0,7 | 1,6 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 1,2 | |
| Q _{I,h,<3>} | kWh/d | 2,4 | 5,4 | 12,2 | 16,9 | 16,2 | 14,9 | 9,8 | |

| | | | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| $Q_{I,h,<5>}$ | kWh/d | 3,8 | 7,7 | 14,6 | 18,9 | 18,2 | 17,0 | 12,3 |
| $Q_{I,h,<6>}$ | kWh/d | 2,7 | 5,4 | 10,2 | 13,3 | 12,8 | 11,9 | 8,6 |
| $Q_{I,h,<7>}$ | kWh/d | 1,3 | 2,5 | 4,8 | 6,2 | 6,0 | 5,6 | 4,0 |
| $Q_{I,h,<9>}$ | kWh/d | 0,8 | 1,6 | 3,0 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 2,5 |
| $Q_{I,h,<10>}$ | kWh/d | 3,0 | 6,1 | 14,8 | 20,2 | 19,2 | 17,3 | 10,9 |
| $Q_{I,h,<11>}$ | kWh/d | 1,4 | 3,2 | 7,2 | 10,0 | 9,6 | 8,8 | 5,8 |
| $Q_{I,h,<12>}$ | kWh/d | 2,4 | 5,4 | 12,2 | 16,9 | 16,1 | 14,9 | 9,7 |

$Q_{h,f}$ = 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)

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

1.14 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

1.14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

1.14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

| Energieträger | Prozessbereich | Zonen | Endenergie kWh/a | f_P | $f_{Hs/Hi}$ | Q_P kWh/a |
|---------------------|----------------|-------|---------------------|-------|-------------|----------------|
| solar | Warmwasser | | 14.808 | 0,00 | 1,00 | – |
| Strom-Mix | Warmwasser | 8/ | 21.091 | 1,80 | 1,00 | 37.965 |
| Erdgas | Warmwasser | 7/ | 131.549 | 1,10 | 1,11 | 130.364 |
| Erdgas | Heizwärme | * | 623.908 | 1,10 | 1,11 | 618.287 |
| Strom-Mix | Klimakälte | ** | 88.062 | 1,80 | 1,00 | 158.511 |
| Strom-Mix | Beleuchtung | *** | 104.611 | 1,80 | 1,00 | 188.301 |
| Strom-Mix | Hilfsenergie | | 139.842 | 1,80 | 1,00 | 251.715 |
| Σ [kWh/Jahr] | | | 1.123.871 | | | 1.385.143 |

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 1.385.143 / 7.607 = 182,1$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 7.607$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 1.123.871 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 14808,2+21091,4+118512,4+562079,1+88061,5+104611,4+139841,7 = 1049006 kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 18,4 kWh/(m²a), solar 1,9 kWh/(m²a), Strom-Mix 28,1 kWh/(m²a),

Erdgas 99,3 kWh/(m²a)

1.14.3 Treibhausgasemissionen (CO2)

| Energieträger | Endenergie kWh/a | Emissionsfaktor g CO2/kWh | Emissionen kg/a | kg/ (m²a) |
|---------------|---------------------|------------------------------|--------------------|-----------|
| solar | 14.808 | | – | |
| Strom-Mix | 21.091 | 560 | 11.811 | |
| Erdgas | 118.512 | 240 | 28.443 | |
| Erdgas | 562.079 | 240 | 134.899 | |
| Strom-Mix | 88.062 | 560 | 49.315 | |
| Strom-Mix | 104.611 | 560 | 58.582 | |
| Strom-Mix | 139.842 | 560 | 78.311 | |

1.049.005

361.362

47,5

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

1.14.4 Endenergiebedarf nach Zonen

| siehe Abschnitt Zone | m ² | RLT 9 kWh/a | Beleucht. 10 kWh/a | Klima 11 kWh/a | Warmwasser 12 kWh/a | Heizung 13 kWh/a | Summe kWh/a |
|-------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| Zone 1 Gruppenbür | 1.074 | - | 15.676 | 11.642 | - | 96.844 | 124.162 |
| Zone 2 Projektrau | 165 | - | 2.062 | 2.196 | - | 21.867 | 26.125 |
| Zone 3 Open Space | 1.282 | - | 27.161 | 18.903 | - | 96.596 | 142.660 |
| Zone 4 Besprechun | 430 | - | 11.254 | 5.134 | - | 15.785 | 32.173 |
| Zone 5 Multifunkt | 644 | - | 5.782 | 16.545 | - | 51.426 | 73.754 |
| Zone 6 Gastronomi | 451 | - | 8.270 | 16.738 | - | 81.694 | 106.701 |
| Zone 7 Küche/Lage | 212 | - | 4.616 | 7.709 | 131.549 | 25.900 | 169.774 |
| Zone 8 Sanitärräu | 224 | - | 3.591 | - | 21.091 | 12.300 | 36.983 |
| Zone 9 Foyer/Empf | 133 | - | 1.205 | 2.372 | - | 10.911 | 14.488 |
| Zone 10 Atrium | 795 | - | 11.972 | 12.394 | - | 56.056 | 80.422 |
| Zone 11 Sonstige | 762 | - | 9.229 | 9.701 | - | 39.843 | 58.773 |
| Zone 12 Nebenfläc | 1.279 | - | 3.365 | - | - | 95.960 | 99.325 |
| Zone 13 Technik U | 157 | - | 429 | - | - | 18.880 | 19.308 |
| Gebäude | 7.607 | - | 104.611 | 103.334 | 152.640 | 624.061 | 984.648 |

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

1.14.5 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

| | RLT kWh/m ² a | Beleucht. kWh/m ² a | Klima kWh/m ² a | Warmwasser kWh/m ² a | Heizung kWh/m ² a | Summe kWh/m ² a |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Nutzenergiebedarf | 15,6 | 13,8 | 29,7 | 18,7 | 67,0 | 144,7 |
| Endenergiebedarf | 15,6 | 13,8 | 13,6 | 22,1 | 82,6 | 147,7 |
| Primärenergiebedarf | 28,1 | 24,8 | 24,5 | 22,4 | 82,4 | 182,1 |

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

1.15 Primärenergie-Referenzwert

vorh q_P = 182,1 kWh/(m²a)