

## **GEG- Nachweis**

(Genehmigung)

Stand: 09.03.2022

Aufgabe: Wärmeschutz und Energiebilanzierung – Nachweis GEG sowie  
Prüfung auf Einhaltung von Fördervoraussetzungen (BEG 40)

Projekt-Nr.: 20IB\_072ZAP

Projekt: Neubau Zentralapotheke ZAPO Hannover

Auftraggeber: Klinikum Region Hannover GmbH  
Stadionbrücke 6  
30459 Hannover

| <b><u>Inhalt</u></b>   | <b><u>Seite</u></b> |
|--|---------------------|
| <b>1 Einleitung .....</b>  | <b>3</b>            |
| <b>2 Zu Grunde gelegte Unterlagen.....</b>                             | <b>3</b>            |
| <b>3 Anforderungen.....</b>  | <b>4</b>            |
| 3.1 Gebäude-Energie-Gesetz (GEG).....                                  | 4                   |
| 3.2 Anforderungen an Effizienzgebäude 40 des BEG.....                  | 5                   |
| 3.3 Anforderungen an Mindestwärmeschutz im Winter.....                 | 5                   |
| 3.4 Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2..... | 5                   |
| <b>4 Randbedingungen und Zonierung.....</b>                            | <b>6</b>            |
| 4.1 Randbedingungen .....  | 6                   |
| 4.2 Zonierung .....  | 7                   |
| 4.3 Weitere Annahmen.....  | 7                   |
| <b>5 Dämmverlauf.....</b>  | <b>8</b>            |
| <b>6 Bauteile.....</b>   | <b>10</b>           |
| <b>7 Angaben zur Haustechnik.....</b>                                  | <b>10</b>           |
| 7.1 Heizung .....  | 10                  |
| 7.2 Beleuchtung .....  | 10                  |
| 7.3 Raumluftechnik.....  | 11                  |
| 7.4 Kühlung.....   | 11                  |
| 7.5 Trinkwarmwasser .....  | 12                  |
| 7.6 Photovoltaik.....  | 12                  |
| <b>8 Angaben zum sommerlichen Wärmeschutz .....</b>                    | <b>12</b>           |
| <b>9 Nachweis der Anforderungen aus GEG .....</b>                      | <b>15</b>           |
| 9.1 Nachweis Höchstwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten.....         | 15                  |
| 9.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs .....                            | 15                  |
| 9.3 Nachweis der Nutzung von erneuerbaren Energien.....                | 15                  |
| 9.4 Nachweis Einhaltung der Anforderungen nach BEG 40.....             | 16                  |

| <u>Anlagen:</u>                                      | <u>Seiten:</u> |
|--|----------------|
| Anlage 1: Bauteile                                   | 16             |
| Anlage 2: sommerlicher Wärmeschutz                   | 9              |
| Anlage 3: ausführliches Berechnungsprotokoll         | 48             |
| Anlage 4: Primärenergiefaktor-Bescheinigung Hannover | 1              |

## 1 Einleitung

Die Klinikum Region Hannover GmbH beabsichtigt am Campus Siloah in Hannover-Linden den Neubau einer Zentralapotheke, welche die zur KRH gehörigen Krankenhäuser mit den notwendigen Medikamenten, Infusionslösungen etc. versorgt.

Der geplante Neubau ist teilunterkellert und soll aus vier Geschossen bestehen. Im Keller befinden sich die Räume der Gebäudetechnik. Das Erdgeschoss soll den Versorgungsbereich für Anlieferung, Sortierung, Lagerung und Auslieferung der Arzneimittel aufnehmen. Dazu kommen auch ein Büro, Umkleieräume, Technikräume und Sanitärräume. Im ersten Obergeschoss befindet sich der Bereich der Arzneimittelherstellung mit Büro- und Besprechungsräumen, Laboren, Technik- und Lagerräumen sowie einem Sanitärraum. Das Dachgeschoß soll die Technikzentrale für Kälteversorgung und Lüftungsanlagen aufnehmen.

Im Folgenden werden die gesetzlichen Anforderungen nachgewiesen, welche seitens der Bauphysik im Zuge der weiteren Planung zu beachten sind.

Der geplante Neubau fällt unter die Regelungen des Gebäude-Energie-Gesetz (GEG), welches am 01.11.2020 in Kraft getreten ist. Für die Förderprogramme gilt ab dem 01.07.2021 die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die wesentlich die Anforderungen des GEG unterschreiten und so dabei mithelft, dem Klimawandel entgegenzuwirken.

## 2 Zu Grunde gelegte Unterlagen

- U1 GEG, Gebäudeenergiegesetz, „Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden“, 08. August 2020
- U2 DIN 4108-3, „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung“, Oktober 2018.
- U3 DIN 4108-2, „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Februar 2013
- U4 Planstand: agn Niederberghaus & Partner GmbH, November 2021

### 3 Anforderungen

#### 3.1 Gebäude-Energie-Gesetz (GEG)

Baurechtlich sind die Anforderungen aus dem GEG zu berücksichtigen. Zur Erfüllung des GEG sind grundsätzlich beim

Nichtwohngebäude:

- a) der **Jahres-Primärenergiebedarf** für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung einzuhalten, indem er den 0,75-fachen Wert für den Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes (siehe Anlage 2 GEG) einhält oder unterschreitet,
- b) beim Nichtwohngebäudebereich sind die Anforderungen an die U-Werte von **Außenbauteilen** (siehe Anlage 3 GEG) einzuhalten,
- c) **vorgeschriebene Deckungsanteile** am Wärme- und Kältebedarf durch erneuerbare Energien oder durch Ersatzmaßnahmen zu gewährleisten (Teil 2, Abschnitt 4 GEG).

Nach § 36 des GEG kann die Anforderung an die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Gebäude erfüllt werden, wenn durch die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 15 % gedeckt wird.

Nach § 44 des GEG kann die Anforderung an die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Gebäude erfüllt werden, wenn der Wärme- und Kältebedarf durch Fernwärme gedeckt wird und sie zu mindestens 50 % aus KWK-Anlagen stammt.

Nach § 45 des GEG kann die Anforderung an die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Nichtwohngebäude erfüllt werden, wenn die Anforderungen an die mittleren U-Werte nach Anlage 3 um mindestens 15% unterschritten werden.

Nach § 34 des GEG ist eine Kombination zwischen den o. g. Maßnahmen möglich, um die Anforderung an die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung bei einem zu errichtenden Gebäude erfüllen zu können. Die prozentualen Anteile der tatsächlichen Nutzung der einzelnen Maßnahmen im Verhältnis der vorgesehenen Nutzung müssen in der Summe 100 % Erfüllungsgrad ergeben.

### **3.2 Anforderungen an Effizienzgebäude 40 des BEG**

Für die geplante Zentralapotheke werden die Anforderungen des BEG an ein Effizienzgebäude 40 geprüft. Dazu sind

- a) der Jahres-Primärenergiebedarf des GEG-Referenzgebäudes um 60 % zu unterschreiten sowie
- b) Anforderungen an Außenbauteile mit den jeweiligen Grenzwerten für opake und transparente Bauteile sowie an vorgehängte Fassaden und Dachoberlichter einzuhalten.

### **3.3 Anforderungen an Mindestwärmeschutz im Winter**

Die DIN 4108-2 gibt Mindestwärmedurchlasswiderstände R für alle Arten von Außenbauteilen vor. Ziel dieser Vorgaben ist es, auch in Grenzfällen oder schwierigen baulichen Situationen Tauwasser- und Schimmelbildung zu vermeiden und damit dem Gesundheitsschutz und dem Bautenschutz zu dienen.

Die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes ist für Neubauten im GEG (§ 11) vorgeschrieben.

### **3.4 Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2**

Nach DIN 4108-2 sind Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz bei Aufenthaltsräumen nachzuweisen. Ziel hierbei ist es, langanhaltende hohe Innenraumtemperaturen im Sommer zu vermeiden und damit dem Gesundheitsschutz zu dienen.

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes ist für Neubauten im GEG (§ 13) vorgeschrieben.

### **3.5 Sonstige**

Die Anforderungen an den klimabedingten Feuchteschutz gegen Tauwasser an der Oberfläche und in Bauteilen ist nach DIN 4108-3:2018 einzuhalten.

## 4 Randbedingungen und Zonierung

### 4.1 Randbedingungen

Die Nachweise werden mit folgenden Randbedingungen geführt:

Tabelle 1: Randbedingungen zur Berechnung nach GEG und DIN V 18599

| Randbedingung                      | Symbol                 | Quelle                  | Wert            | Einheit                          | Bemerkung   |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------------|---|
| Verschmutzungsfaktor               | $F_v$                  | 18599-10<br>Tab.6 S.28  | 0,90            |                                  | bei solaren Gewinnen                                  |
| Verschmutzungsfaktor               | $k_2$                  | 18599-10<br>Tab. 5 S.20 | 0,90            |                                  | bei Tageslichtversorgung                              |
| nichtsenkrechter Lichteinfall      | $F_w$                  | 18599-2 S.73            | 0,90            |                                  | bei solaren Gewinnen                                  |
| nichtsenkrechter Lichteinfall      | $k_3$                  | 18599-4 S.39            | 0,85            |                                  | bei Tageslichtversorgung                              |
| Verschattung                       | $F_s$                  | 18599-2 S.77            | 0,90            |                                  |   |
| Verbauungsindex                    | $I_v$                  | GEG, § 25               | 0,90            |                                  |   |
| Wärmekapazität                     | $C_{\text{wirk}}$      | 18599-2 S.89            | $50 \times A_B$ | Wh/(m <sup>2</sup> K)            | mittelschweres Gebäude                                |
| Luftwechselrate beheizter Bereiche | $q_{E50}$              | GEG, § 26               | $\leq 6,00$     | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h | Dichtheitsprüfung ist nicht erforderlich              |
| Emissionsgrad Wände                | $\epsilon$             | 18599-2 S.78            | 0,90            |                                  |   |
| Windschutzkoeffizient              | $e_{\text{Wind}}$      | 18599-2 S.60            | 0,07            |                                  | gemäßigte Abschirmung                                 |
| Strahlungsabsorptionsgrad          | $\alpha$               | 18599-2 S.78            | 0,6             |                                  |   |
| kein fließendes GW                 |                        | 18599-2<br>S.42Tab.6    |                 |                                  |   |
| Leitfähigkeit Boden                | $\lambda$              | 18599-2 S.54            | 2,00            | W/(m <sup>2</sup> K)             |   |
| Heizunterbrechung                  |                        | GEG, § 25               |                 |                                  | Heizsysteme in Raumhöhen $\leq 4$ m mit Absenkbetrieb |
| Wärmebrückenzuschlag               | $\Delta U_{\text{wb}}$ |                         | 0,05            | W/(m <sup>2</sup> K)             | Nachweis ist erforderlich                             |

## 4.2 Zonierung

Das Gebäude wird entsprechend den Vorgaben nach DIN V 18599-1 wie folgt zониert:

Tabelle 2: Zonierung gemäß DIN V 18599-1

| Zone     | Bezeichnung        | Nutzungsart<br>(DIN V 18599-10) | A <sub>NGF</sub><br>[m <sup>2</sup> ] | Nettorauminhalt V<br>[m <sup>3</sup> ] |
|----------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1        | Büroräume          | 2                               | 394,03                                | 1102,15                                |
| 2        | Verkehrsflächen    | 19                              | 754,39                                | 2.709,41                               |
| 3        | Technikräume       | 20                              | 1.306,92                              | 4.906,95                               |
| 4        | Sanitärräume       | 16                              | 99,82                                 | 327,95                                 |
| 5        | Aufenthaltsräume   | 17                              | 134,67                                | 456,40                                 |
| 6        | Logistik           | 41                              | 1.150,31                              | 4.601,24                               |
| 7        | Labore             | 36                              | 243                                   | 656,10                                 |
| 8        | Herstellungslabore | 36                              | 75,51                                 | 203,88                                 |
| 9        | Lager              | 20                              | 225,41                                | 676,73                                 |
| 10       | Besprechung        | 4                               | 57,56                                 | 155,41                                 |
| <b>Σ</b> |                    |                                 | <b>4.441,62</b>                       | <b>15.796,21</b>                       |

## 4.3 Weitere Annahmen

Die Berechnung erfolgt unter folgenden Annahmen:

- Die wärmeübertragende Umfassungsfläche A eines Nichtwohngebäudes in m<sup>2</sup> ist nach DIN V 18599 Teil 1 zu ermitteln. Die zu berücksichtigenden Flächen sind die Begrenzungen der beheizten Zonen entsprechend den Festlegungen zu den Begrenzungen in der DIN V 18599 Teil 1.
- Die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen muss dem Stand der Technik entsprechen und dauerhaft luftundurchlässig ausgeführt werden.
- Durchdringungen der Wärmedämmung sind thermisch zu entkoppeln, bzw. flankierend zu dämmen.

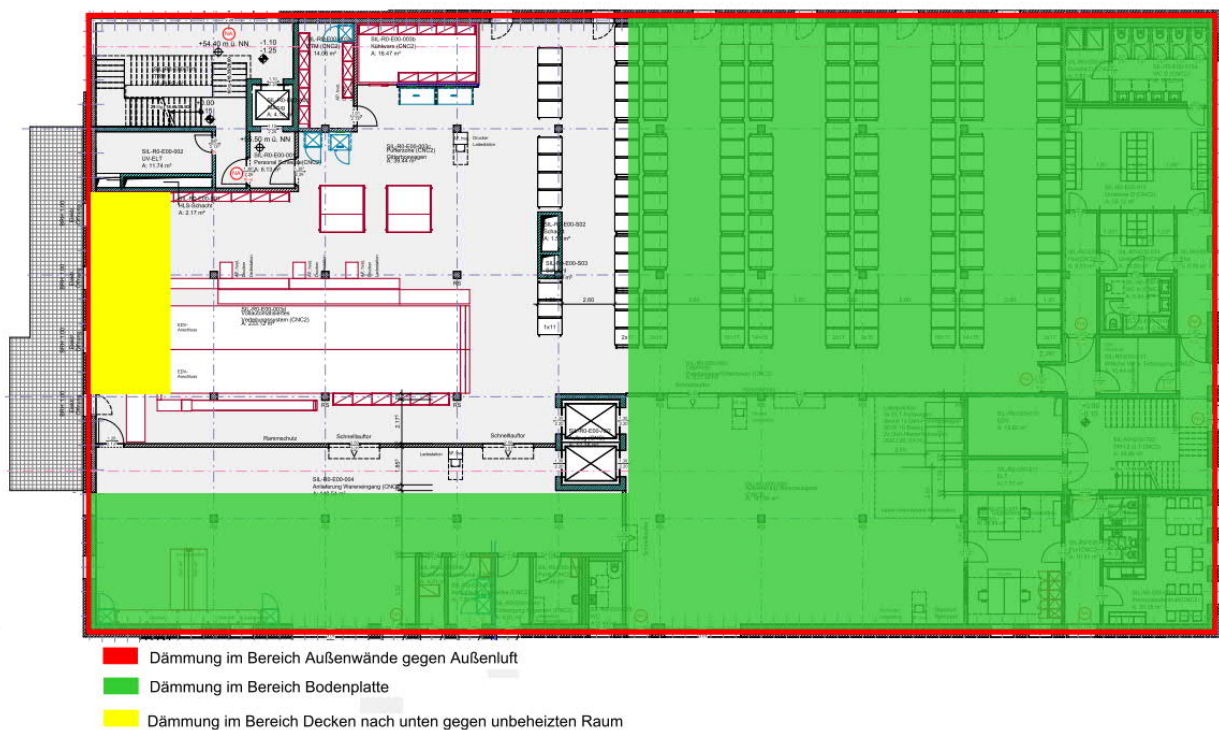
## 5 Dämmverlauf

Die thermische Hülle des berechneten Gebäudes verläuft wie folgt:



*Übersicht 1: Der Dämmverlauf im UG.*

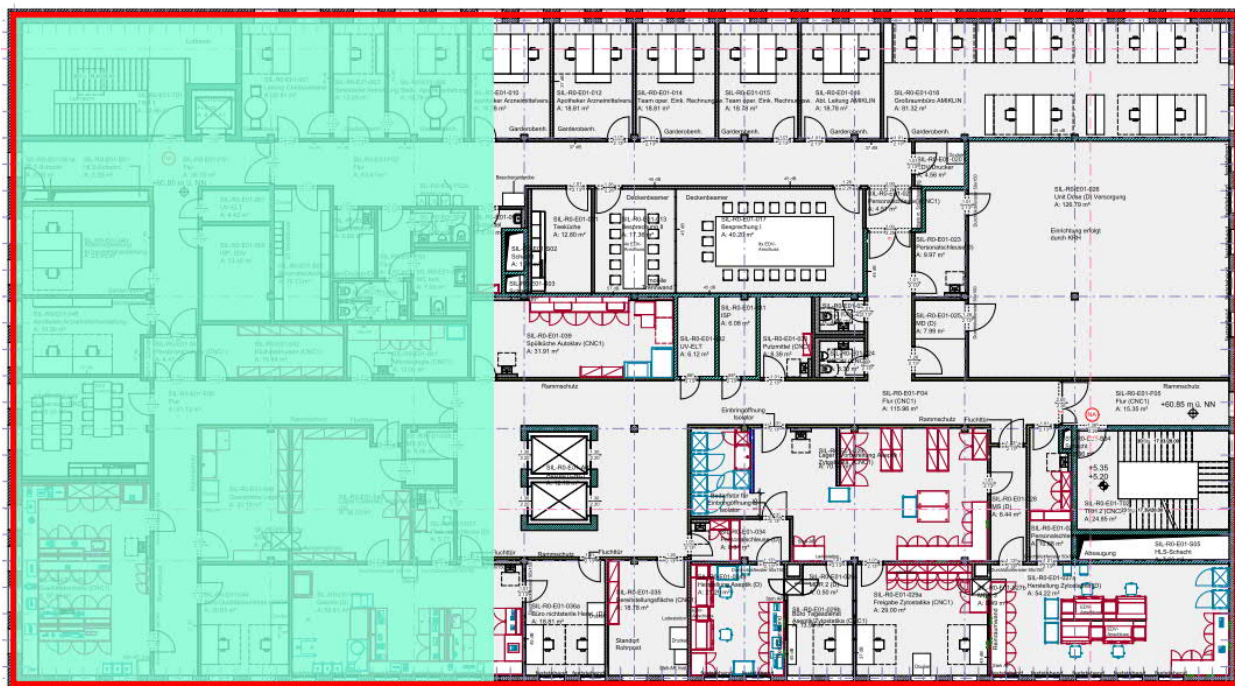
Hinweis: Die Bodenplatte ist mit Unterdämmung nur im Bereich 5-Meter-Dämmstreifen.



*Übersicht 2: Der Dämmverlauf im EG*

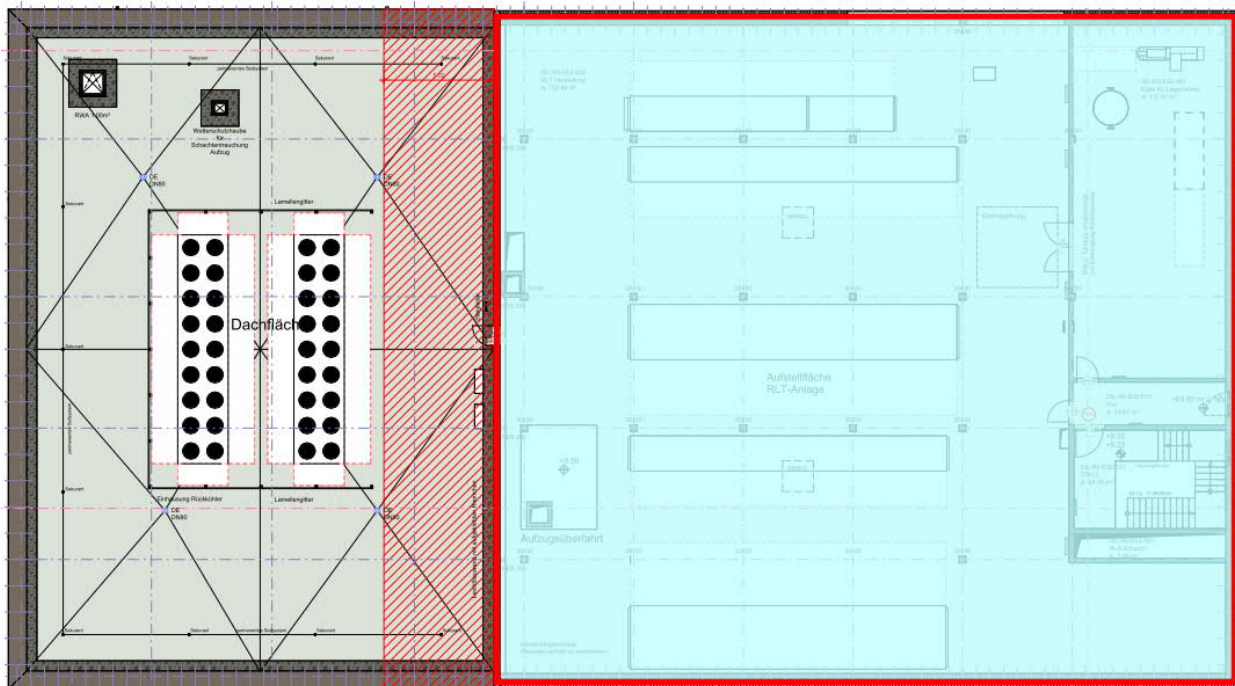
Hinweis: Die Bodenplatte ist mit Unterdämmung nur im Bereich 5-Meter-Dämmstreifen.





- Dämmung im Bereich Außenwände gegen Außenluft
- Dämmung im Bereich der Dächer

Übersicht 3: Der Dämmverlauf im 1. OG



- Dämmung im Bereich Außenwände gegen Außenluft
- Dämmung im Bereich der Dächer

Übersicht 4: Der Dämmverlauf im 2. OG

## 6 Bauteile

Die Bauteile können der Anlage 1 entnommen werden.

## 7 Angaben zur Haustechnik

### 7.1 Heizung

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 13

Tabelle 3: angesetztes Heizsystem

| Heizsystem                                   |  |
|--|--|
| Erzeugung:                                   | WT Fernwärme in unbeheiztem Raum, Heizkreis-Temperatur sekundäre Seite 120 °C/55 °C, $P_f = 0,15$ (siehe Anlage 4)   |
| Übergabe:<br>Zone 4, 5 und 6                 | Fußbodenheizung Nasssystem mit Mindestdämmung, Regelung mit Warmwasser, P-Regler   |
| Übergabe:<br>Zone 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 und 10 | Freie Heizflächen, Mindestdämmung, Regelung mit Warmwasser, P-Regler, vor Außenwand  |
| Übergabe:<br>Zone 7 und 8                    | RLT-Luftheizung mit Mindestdämmung, Regelung über Ablufttemperatur, hohe Regelgüte, dezentral  |
| Verteilung:                                  | Zweirohrnetz, hydraulisch abgeglichen, Pumpe: $\Delta p =$ variabel /konstant, bedarfsgerechte Auslegung, Pumpenmanagement, Netz-Typ: Steigstrangtyp, mehr als 8 Heizflächen, Absenkung, Ermittlung der Leitungslängen nach DIN V 18599-5<br><br>FBH: Vor-/Rücklauftemperatur: 35 °C/ 28 °C<br><br>Heizkörper: Vor-/Rücklauftemperatur: 60 °C/ 40 °C<br><br>Luftheizung: Vor-/Rücklauftemperatur: 60 °C/ 40 °C |

### 7.2 Beleuchtung

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 10

Tabelle 4: angesetzte Beleuchtungstechnik

| Zonen                        | Technik Beleuchtung   |
|------------------------------|---|
| Zonen 1, 5 und 10            | LED-Leuchten, Beleuchtung indirekt/direkt, Vorschaltgeräte mit elektronischem VG, |
| Zonen 2, 3, 4, 6, 7, 8 und 9 | LED-Leuchten, Beleuchtung direkt, Vorschaltgeräte mit elektronischem VG,          |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Zonen 2,4                         | Präsenzmelder  |
| Zonen 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10 und 11 | ohne Regelung der Beleuchtung  |
| Alle Zonen                        | Tageslichtabhängige Kontrollsystem: manuell  |
| Alle Zonen                        | Ermittlung der elektrischen Anschlussleistung mittels Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4 |

### 7.3 Raumluftechnik

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 9

*Tabelle 5: angesetzte Raumluftechnik*

| Zonen                               | Technik Raumluftechnik  |
|-------------------------------------|---|
| Zonen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 | Zu- und Abluftanlage balanciert mit Heiz- und Kühlfunktion (Zulufttemperatur im Heiz- und Kühlbetrieb 20 °C), Wärmerückgewinnung 68 % |

### 7.4 Kühlung

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 11

*Tabelle 6: angesetztes Kühlungssystem*

| Zonen  | Technik Kühlung  |
|--|--|
| Erzeugung:                                       | Kompressionskältemaschine, wassergekühlt, Schraubenverdichter, Trockenrückkühler 6°C, konstant, geschlossener Kreislauf, Axialventilator |
| Übergabe:<br>Zonen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 | RLT-Klimasystem; Kaltwasser 6°C/12°C, Kältemittel R515B, Brüstungs- und Deckengeräte 6 °C  |
| Verteilung                                       | mittlerer widerstand, intermittierend, praxisnah adaptiert, geregelt, drehzentralgeregeltte Pumpe  |

## 7.5 Trinkwarmwasser

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 12

*Tabelle 7: angesetzte Trinkwarmwasserversorgung*

| Zonen                | Trinkwarmwasserversorgung  |
|----------------------|--|
| Zone 4,5, 6, 7 und 8 | zentrale TWW-Versorgung, Zirkulation, Erzeugung FW wie Heizung, Netztyp, Steigestrangtyp, Leitungsführung: innen, gedämmt, Verteilungsumgebung: beheizt, Pumpe: bedarfsgerechte Auslegung, geregelt, hydraulisch abgeglichen, Speicher: Aufstellort beim Wärmeerzeuger, beheizt, stehend<br><br>Ermittlung Warmwasserbedarf flächenbezogen nach DIN V 18599-10 |

## 7.6 Photovoltaik

Detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 12

*Tabelle 8: angesetzte Photovoltaik*

| Photovoltaik  |
|---|
| Generator-Neigung: 15°, Orientierung: Ost-West, 55,50 kWp, Gesamtoberfläche der PV-anlage: 255 m², PV-Ertrag: 49.685 kWh/Jahr<br><br>Ermittlung nach DIN V 18599-9 mit Anrechnung nach GEG § 23 Abs 2/3 |

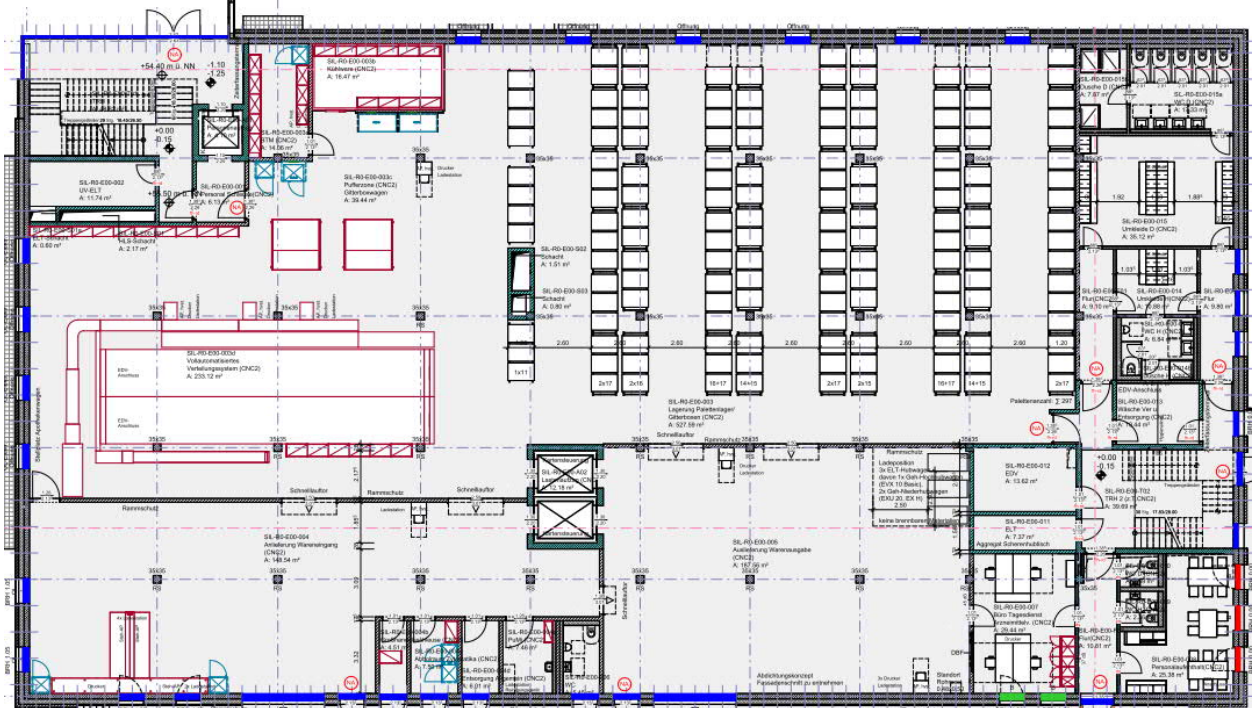
## 8 Angaben zum sommerlichen Wärmeschutz

Der Nachweis wurde mit dem vereinfachten Berechnungsverfahren (Standardverfahren gemäß DIN 4108-2 geführt.

Entsprechend der letztgenannten Norm befindet sich Hannover in der gemäßigten Klimaregion (B).

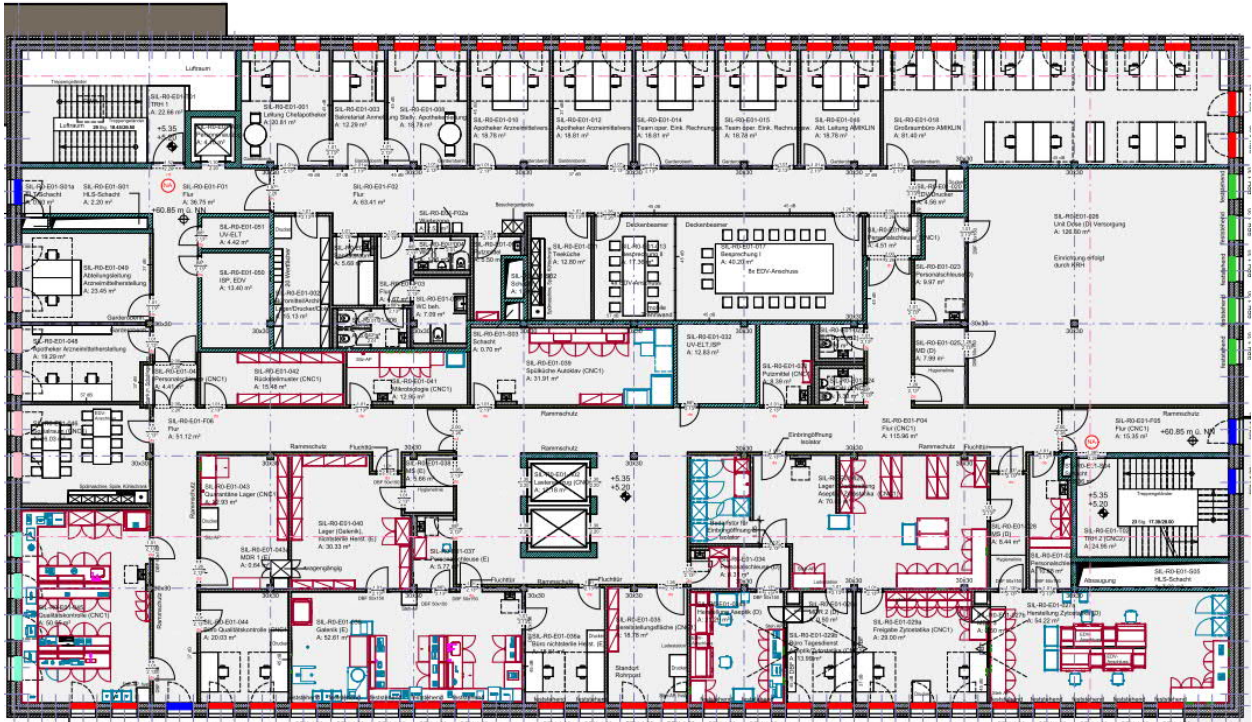
Aus den folgenden Übersichten sind die Berechnungsergebnisse ersichtlich. Die ausführlichen Berechnungen der maßgeblichen Räume sind in Anlage 2 enthalten.

- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, mit außenliegendem Sonnenschutz und mit RLT-Nachtlüftung
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, mit außenliegendem Sonnenschutz und ohne RLT-Nachtlüftung
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, konstruktiv (keine Anforderung an den sommerl. Wärmeschutz)



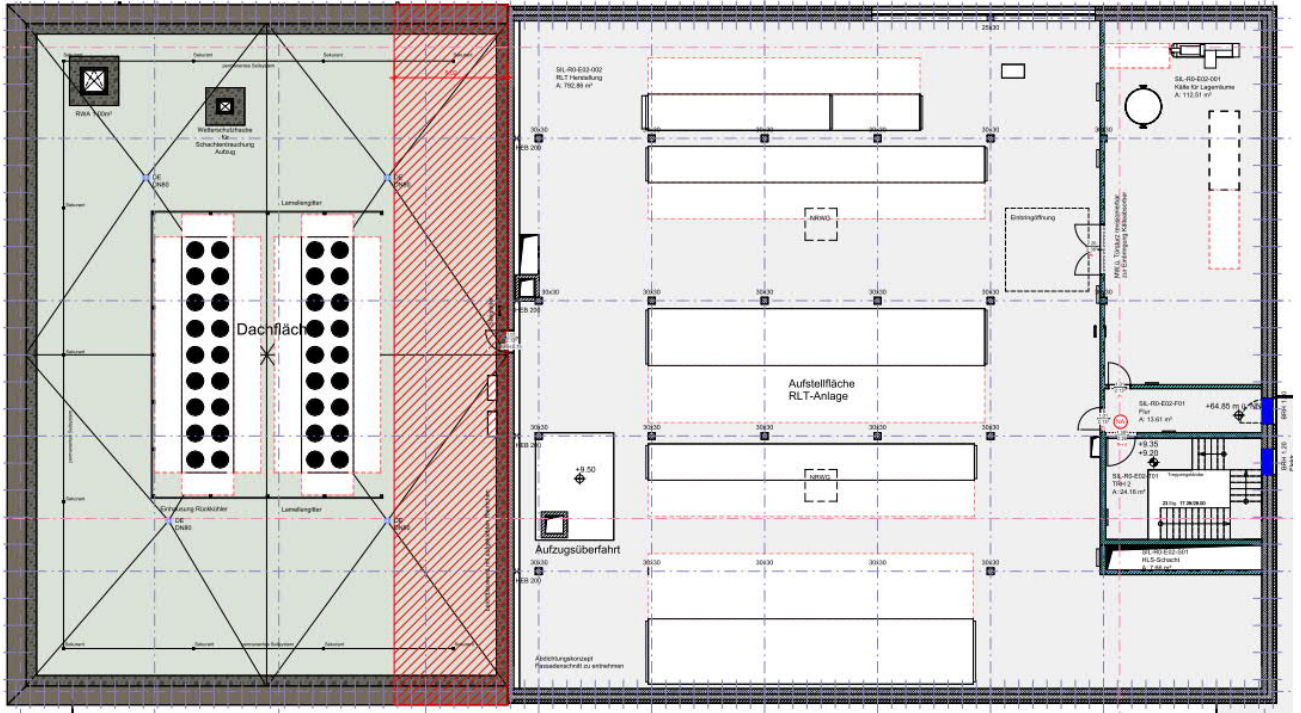
Übersicht 5: Ergebnisse sommerlicher Wärmeschutz EG

- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, mit außenliegendem Sonnenschutz und mit RLT-Nachtlüftung
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, mit außenliegendem Sonnenschutz und ohne RLT-Nachtlüftung
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, mit innenliegendem Sonnenschutz und ohne RLT-Nachtlüftung bzw. mit RLT-Nachtlüftung und ohne Sonnenschutz
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 58%, ohne außenliegenden Sonnenschutz und ohne RLT-Nachtlüftung
- Dreiseibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, konstruktiv (keine Anforderung an den sommerl. Wärmeschutz)



Übersicht 6: Ergebnisse sommerlicher Wärmeschutz 1. OG

Dreischeibenwärmeschutzverglasung, g = 60%, konstruktiv (keine Anforderung an den sommerl. Wärmeschutz)



Übersicht 7: Ergebnisse sommerlicher Wärmeschutz 2. OG

## 9 Nachweis der Anforderungen aus GEG

### 9.1 Nachweis Höchstwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG, A3

|                  |                       | opake Bauteile<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Fenster<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Vorhangf.<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Oberl.<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] |
|------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| U <sub>max</sub> | T <sub>i</sub> ≥ 19°C | 0,28                                     | 1,50                              | 1,50                                | 2,50                             |
| U <sub>max</sub> | T <sub>i</sub> < 19°C | 0,50                                     | 2,80                              | 3,00                                | 3,10                             |
| <hr/>            |                       |  |                                   |                                     |                                  |
| Zonen            | T <sub>i</sub> ≥ 19°C | 0,15                                     | 0,90                              | 0,90                                | 1,60                             |
| Zonen            | T <sub>i</sub> < 19°C | 0,22                                     |                                   |                                     | 1,60                             |

Die Anforderungen des GEG an die opaken und transparenten Außenbauteile sind eingehalten.

### 9.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Vorh. q<sub>p</sub> = 38,0 ≤ 84,6 kWh/(m<sup>2</sup>a), **Grenzwert wird eingehalten**

Die Anforderung des GEG an den Primärenergiebedarf ist eingehalten.

### 9.3 Nachweis der Nutzung von erneuerbaren Energien

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 369859 + 0 + 10410 + 0 = 380.269 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen  
genutzte Fernwärme zu 50% aus erneuerbarer Energie

| Energiequelle              | Energieertrag<br>kWh/a | Deckungsanteil |           | Nutzungs-<br>anteil |
|----------------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------------|
|                            |                        | erzielt        | gefordert |                     |
| Umweltenergie [Kälte-2]    | 17.759                 | 4,7 %          | 50,0 %    | 9,4 %               |
| Fernwärme [Heizwärme] [War | 362.510                | 47,7 %         | 50,0 %    | 95,4 %              |
| PV-Strom [PV-Strom]        | 28.741                 | 7,6 %          | 15,0 %    | 50,7 %              |
|                            |                        |                |           | 155,5 %             |

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

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

|         | Grenzwert            | erzielt | Unterschreitung |           | Nutzungs-<br>anteil |         |
|---------|----------------------|---------|-----------------|-----------|---------------------|---------|
|         |                      |         | erzielt         | gefordert |                     |         |
| U-Werte | W/(m <sup>2</sup> K) | 2,50    | 1,60            | 36,0 %    | 15,0 %              | 240,0 % |

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 395,5 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

#### 9.4 Nachweis Einhaltung der Anforderungen nach BEG 40

- Die U-Werte der Bauteile nach BEG 40 wurden eingehalten (sh. Anlage 3)
- Vorh.  $q_p = 38,0 \text{ kWh/m}^2\text{a} \leq \text{BEG 40 } q_p = 45,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , **Grenzwert wird eingehalten**

Bearbeiter:

Muhamad Ayas Harfosh  
Dr.-Ing.

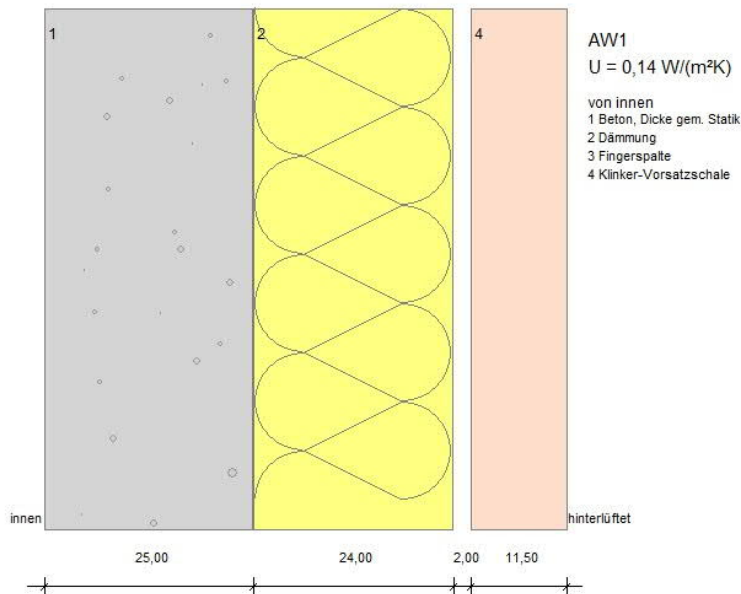
Heiko Winkler  
Dr.-Ing.



## Anlage 1: Bauteile

Im Folgenden werden prinzipielle Bauteilaufbauten aufgeführt, welche erfahrungsgemäß zur Erfüllung der Anforderungen des GEG und des BEG 40 führen.

### 1. AW1 (Außenwand mit WDVS)



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

#### Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{si}$                              |         |                 |       |                     | 0,13       |
| 01 Beton, Dicke gem. Statik           | 25,00   | 2300            | 575,0 | 2,300               | 0,11       |
| 02 Dämmung                            | 24,00   | 20              | 4,8   | 0,035               | 6,86       |
| 03 Fingerspalte                       | 2,00    | 1               | 0,0   | -                   | -          |
| 04 Klinker-Vorsatzschale              | 11,50   | 1800            | 207,0 | -                   | -          |
| $R_{se}$                              |         |                 |       |                     | 0,13       |
| d = 62,50      G = 786,8 $R_T = 7,23$ |         |                 |       |                     |            |

#### Wärmedurchgangskoeffizient

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

#### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R       $6,97 \geq 1,20$  m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018***Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)*

Dampfteildruck der Raumluft  $p_i = \phi_i \cdot p_{\text{sat}}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$  (Gl.3)  
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

|                                   | $\phi_{\text{si, cr}}$ | $p_{\text{sat}}$<br>Pa | $\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$<br>°C | R<br>m <sup>2</sup> K/W | ausrei-<br>chend |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--|-------------------------|------------------|
| vorhandene Werte                  | 0,53                   | 2.217                  | 19,14                                      | 6,97                    |                  |
| Grenzwert für Tauwasserbildung    | 1,00                   | 1.169                  | 9,27                                       | 0,29                    | ja               |
| Grenzwert für Schimmelpilzbildung | 0,80                   | 1.461                  | 12,62                                      | 0,56                    | ja               |

mit  $\phi_{\text{si, cr}}$  = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{\text{sat}} = p_i / \phi_{\text{si, cr}}$  = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und  $\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$  = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{\text{si}} / (1 - f_{\text{Rsi}}) - R_{\text{si}} - R_{\text{se}}$  = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit  $R_{\text{si}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )

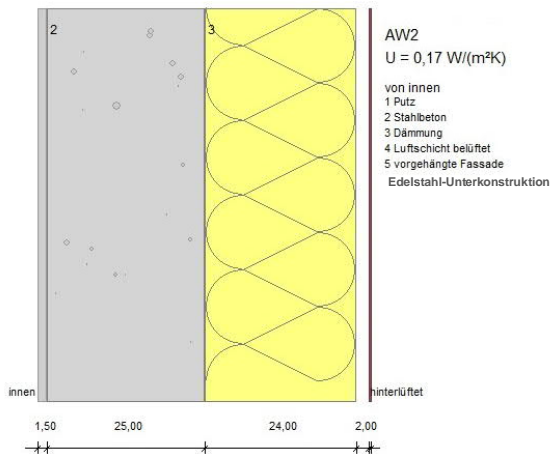
mit  $f_{\text{Rsi}} = (\theta_{\text{si}} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$  = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

*Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.

Diffusionsstromdichte = 0,028 g/m<sup>2</sup>h

**2. AW2 (Außenwand mit hinterlüfteter Vorhangfassade, Anlieferungsbereich)**



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

**Querschnitt**

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{si}$                              |         |                 |       |                     | 0,13       |
| 01 Putz                               | 1,50    | 1800            | 27,0  | 1,000               | 0,01       |
| 02 Stahlbeton                         | 25,00   | 2400            | 600,0 | 2,300               | 0,11       |
| 03 Dämmung                            | 24,00   | 20              | 4,8   | 0,035               | 6,86       |
| 04 Luftschicht belüftet               | 2,00    | 1               | 0,0   | -                   | -          |
| 05 vorgehängte Fassade                | -       | -               | -     | -                   | -          |
| 06                                    | -       | -               | -     | -                   | -          |
| $R_{se}$                              |         |                 |       |                     | 0,13       |
| d = 52,50      G = 631,8 $R_T = 7,24$ |         |                 |       |                     |            |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,138 + 0,030 = 0,17$  W/(m²K)

0,030 Abminderung vorgehängte Fassade mit **Edelstahlanker**  
0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur = 22%

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

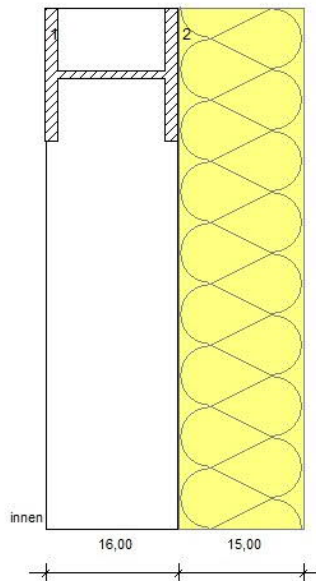
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 6,98 \geq 1,20$  m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls**

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt (Einschalige Außenwand aus Normalbeton mit Innenputz und hinterlüfteter Außenwandbekleidung nach DIN 18516 mit oder ohne Wärmedämmung).

**3. AW 3 (Außenwand der Lüftungszentrale, Nordfassade)**



AW3  
 $U = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 von innen  
 1 Tragkonstruktion gem. Statik  
 2 Isopaneel

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

**Querschnitt**

| von innen                            | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|--------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                             |         |                             |                   |                     | 0,13                    |
| 01 Tragkonstruktion gem. Statik      | 16,00   | -                           | 50,0              | -                   | -                       |
| 02 Isopaneel                         | 15,00   | 20                          | 3,0               | 0,050               | 3,00                    |
| $R_{se}$                             |         |                             |                   |                     | 0,04                    |
| d = 31,00      G = 53,0 $R_T = 3,17$ |         |                             |                   |                     |                         |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

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

$R = 3,00 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

**Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018**

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft  $p_i = \phi_i * p_{sat}(\theta_i) = 0,50 * 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$  (Gl.3)  
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

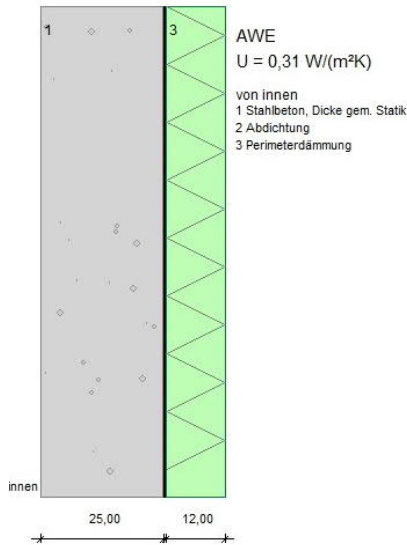
|                                   | $\phi_{si,cr}$ | $p_{sat}$<br>Pa | $\theta_{si}(p_{sat})$<br>°C | R<br>m <sup>2</sup> K/W | ausreichend |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|-------------|
| vorhandene Werte                  | 0,56           | 2.079           | 18,10                        | 3,00                    |             |
| Grenzwert für Tauwasserbildung    | 1,00           | 1.169           | 9,27                         | 0,29                    | ja          |
| Grenzwert für Schimmelpilzbildung | 0,80           | 1.461           | 12,62                        | 0,56                    | ja          |

mit  $\phi_{si,cr}$  = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche  
 $p_{sat} = p_i / \phi_{si,cr}$  = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und  $\theta_{si}(p_{sat})$  = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)  
 $R = R_{si} / (1 - f_{Rsi}) - R_{si} - R_{se}$  = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit  $R_{si} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )  
mit  $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$  = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

*Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.  
Diffusionsstromdichte = 1,826 g/m<sup>2</sup>h

4. AWE (Außenwand gegen Erdreich)



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,13$  und  $R_{Se} = 0,00$  m²K/W

Querschnitt

| von innen                        | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | $\gamma$<br>kg/m³ | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|----------------------------------|---------|-----------------|-------------------|---------------------|------------|
| $R_{Si}$                         |         |                 |                   |                     | 0,13       |
| 01 Stahlbeton, Dicke gem. Statik | 25,00   | 2300            | 575,0             | 2,300               | 0,11       |
| 02 Abdichtung                    | 0,50    | 1050            | 5,3               | 0,170               | 0,03       |
| 03 Perimeterdämmung              | 12,00   | 25              | 3,0               | 0,040               | 3,00       |
| $R_{Se}$                         |         |                 |                   |                     | 0,00       |
| $d =$                            |         |                 |                   |                     | 37,50      |
| $G =$                            |         |                 |                   |                     | 583,3      |
| $R_T =$                          |         |                 |                   |                     | 3,27       |

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,31$  W/(m²K)

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

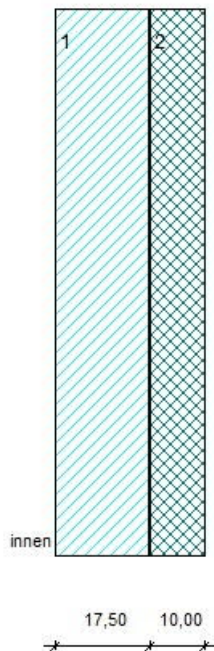
U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,306$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 3,14 \geq 1,20$  m²K/W erfüllt die Anforderungen

5. IW 1 (Innenwand gegen Trafo)



IW1  
 $U = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 von innen  
 1 Kalksandstein-MW 2200  
 2 Tektalan A2-TK

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

Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                              |         |                             |                   |                     | 0,13                    |
| 01 KS-Mauerwerk                       | 17,50   | 2200                        | 385,0             | 1,300               | 0,13                    |
| 02 Tektalan A2-TK                     | 10,00   | 120                         | 12,0              | 0,042               | 2,36                    |
| $R_{se}$                              |         |                             |                   |                     | 0,04                    |
| d = 27,50      G = 397,0 $R_T = 2,67$ |         |                             |                   |                     |                         |

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,375 + 0,035 = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

0,035 Korrektur für Befestigungsteile (Fe)  $\Delta U_f = 0,8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

3,33 Befestigungselemente / m<sup>2</sup> mit  $\lambda_f = 60,000 \text{ W}/(\text{mK})$ ,  $A_f = 28 \text{ mm}^2/\text{St}$ ,  $d_0 = 0,100 \text{ m}$ ,  $R_1 / R_{T,h} = 2,36 / 2,67 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

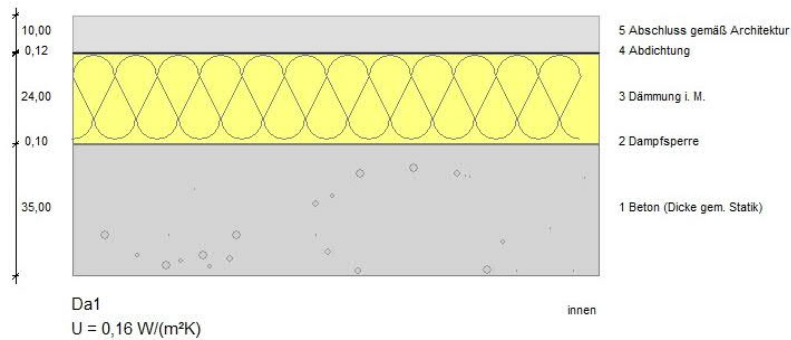
U-Wert Gesamtkorrektur = 9%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R      2,50  $\geq$  1,20 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

6. Da1 (Dach)



Bauteiltyp "Dachdecke" mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,10$  und  $R_{Se} = 0,04$  m²K/W

Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{Si}$                              |         |                 |       |                     | 0,10       |
| 01 Beton (Dicke gem. Statik)          | 35,00   | 2300            | 805,0 | 2,300               | 0,15       |
| 02 Dampfsperre                        | 0,10    | -               | -     | -                   | -          |
| 03 Dämmung i. M.                      | 24,00   | 20              | 4,8   | 0,040               | 6,00       |
| 04 Abdichtung                         | 0,12    | -               | 1,5   | -                   | -          |
| 05 Abschluss gemäß Architektur        | 10,00   | 1000            | 100,0 | -                   | -          |
| $R_{Se}$                              |         |                 |       |                     | 0,04       |
| d = 69,22      G = 911,3 $R_T = 6,29$ |         |                 |       |                     |            |

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,16$  W/(m²K)  
0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,159$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 6,15 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft  $p_i = \phi_i * p_{sat}(\theta_i) = 0,50 * 2.337 = 1.168$  Pa (Gl.3)  
erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

|                                   | $\phi_{Si,cr}$ | $p_{sat}$<br>Pa | $\theta_{Si}(p_{sat})$<br>°C | R<br>m²K/W | ausreichend |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------|-------------|
| vorhandene Werte                  | 0,53           | 2.196           | 19,03                        | 6,15       |             |
| Grenzwert für Tauwasserbildung    | 1,00           | 1.169           | 9,27                         | 0,29       | ja          |
| Grenzwert für Schimmelpilzbildung | 0,80           | 1.461           | 12,62                        | 0,56       | ja          |

mit  $\phi_{Si,cr}$  = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche  
 $p_{sat} = p_i / \phi_{Si,cr}$  = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und  $\theta_{Si}(p_{sat})$  = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)  
 $R = R_{Si} / (1 - f_{R_{Si}}) - R_{Si} - R_{Se}$  = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit  $R_{Si} = 0,25$  W/(m²K))  
 mit  $f_{R_{Si}} = (\theta_{Si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$  = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche



*Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

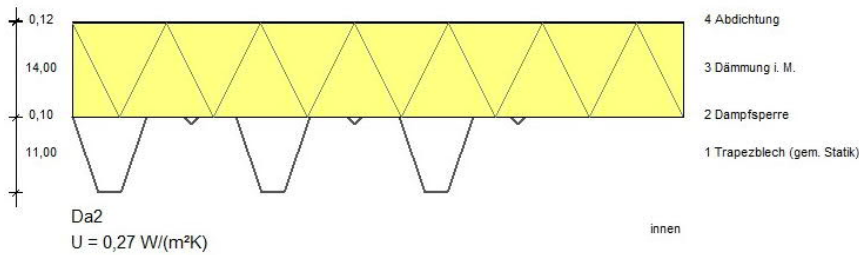
| Dampfdrücke              | $P_i$                     | $P_c$                        | $P_e$         |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------|
| Tauperiode [Pa]          | 1.169                     | 408                          | 321           |
| Verdunstungsperiode [Pa] | 1.200                     | 2.000                        | 1.200         |
| sd-Wert [m]              | 0                         | 128,24                       | 150,14        |
| Taubene / Taubereich     | $M_c$<br>g/m <sup>2</sup> | $M_{ev}$<br>g/m <sup>2</sup> | $t_{ev}$<br>h |
| vor Abdichtung           | * 3                       | 67                           | 99            |

\* Kapillar nicht wasseraufnahmefähige Baustoffschichten in der Tauebene

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 unschädlich (Abs.5.2.1)

Tauwassermassen  $M_c \leq 500$  g/m<sup>2</sup>, Verdunstungsmassen  $M_{ev} \geq M_c$

**7. Da2 (Dach im Bereich Technikzentrale)**



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

**Querschnitt**

| von innen                            | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W / (mK) | R<br>m²K/W |
|--------------------------------------|---------|-----------------|-------|-----------------------|------------|
| $R_{si}$                             |         |                 |       |                       | 0,10       |
| 01 Trapezblech (gem. Statik)         | 11,00   | -               | 10,0  | -                     | -          |
| 02 Dampfsperre                       | 0,10    | -               | -     | -                     | -          |
| 03 Dämmung i. M.                     | 14,00   | 80              | 11,2  | 0,040                 | 3,50       |
| 04 Abdichtung                        | 0,12    | -               | 1,5   | -                     | -          |
| $R_{se}$                             |         |                 |       |                       | 0,04       |
| d = 25,22      G = 22,7 $R_T = 3,64$ |         |                 |       |                       |            |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,27$  W/(m²K)

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,275$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

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

$R \quad 3,50 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

**Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018**

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{min} = 0,29 < 3,50 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh}$ , in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand  $R_{min} = R_{si} * ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{si} + R_{se}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit  $R_{si} / R_{se} = 0,25 / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ }^\circ\text{C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt  $\theta_s = 9,3 \text{ }^\circ\text{C}$  (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Taubene vor Schicht "Abdichtung"

$$m_{W,T} = 1440 * \left( \frac{1170 - 267}{130,14} - \frac{267 - 208}{21,60} \right) / 1500 = 4,0 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 * \left( \frac{2340 - 982}{130,14} + \frac{2340 - 982}{21,60} \right) / 1500 = 105,6 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

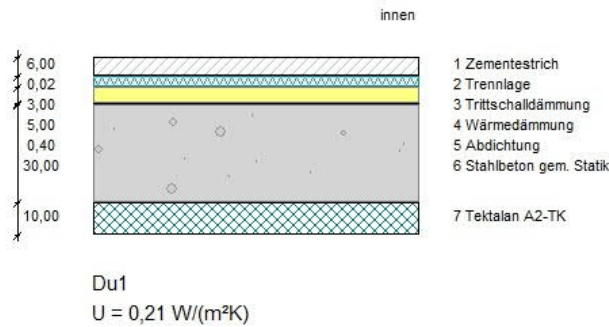
Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 unschädlich, da

$$m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T} \text{ und } m_{W,V} > m_{W,T}$$

Mindest- $s_d$ -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,erf} = s_{de} * (p_i - p_e) / (p_{sw} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 21,60 * (1170 - 208) / (267 - 208) - 130,14 - 21,60 = 200,4 \text{ m}$$

8. Du1 (Decke nach unten gegen Außenluft, Trafobereich)



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

Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                              |         |                             |                   |                     | 0,17                    |
| 01 Zementestrich                      | 6,00    | 2000                        | 120,0             | 1,400               | 0,04                    |
| 02 Trennlage                          | 0,02    | 1000                        | 0,2               | -                   | -                       |
| 03 Trittschalldämmung                 | 3,00    | 20                          | 0,6               | 0,040               | 0,75                    |
| 04 Wärmedämmung                       | 5,00    | 20                          | 1,0               | 0,040               | 1,25                    |
| 05 Abdichtung                         | 0,40    | 1100                        | 4,4               | 0,230               | 0,02                    |
| 06 Stahlbeton gem. Statik             | 30,00   | 2300                        | 690,0             | 2,300               | 0,13                    |
| 07 Tektalan A2-TK                     | 10,00   | 120                         | 12,0              | 0,042               | 2,36                    |
| $R_{se}$                              |         |                             |                   |                     | 0,04                    |
| d = 54,42      G = 828,2 $R_T = 4,76$ |         |                             |                   |                     |                         |

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,197 + 0,012 = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 Korrektur für Luftspalte, mehrlagige Dämmschicht

0,012 Korrektur für Befestigungsteile (Fe)  $\Delta U_f = 0.8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

3,33 Befestigungselemente / m<sup>2</sup> mit  $\lambda_f = 60,000 \text{ W/(mK)}$ ,  $A_f = 28 \text{ mm}^2/\text{St}$ ,  $d_0 = 0,100 \text{ m}$ ,  $R_1 / R_{T,h} = 2,67 / 5,07 \text{ m}^2\text{K/W}$

U-Wert Gesamtkorrektur = 6%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,86  $\geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2014

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft  $p_i = \phi_i \cdot p_{sat}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$  (Gl.3)

erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

|                  | $\phi_{si,cr}$ | $p_{sat}$<br>Pa | $\theta_{si}(p_{sat})$<br>°C | R<br>m <sup>2</sup> K/W | ausrei-<br>chend |
|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|------------------|
| vorhandene Werte | 0,54           | 2.172           | 18,79                        | 4,86                    |                  |

---

|                                   |      |       |       |      |    |
|-----------------------------------|------|-------|-------|------|----|
| Grenzwert für Tauwasserbildung    | 1,00 | 1.169 | 9,27  | 0,29 | ja |
| Grenzwert für Schimmelpilzbildung | 0,80 | 1.461 | 12,62 | 0,56 | ja |

mit  $\phi_{s_i,cr}$  = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{sat} = p_i / \phi_{s_i,cr}$  = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und  $\theta_{s_i}(p_{sat})$  = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{s_i} / (1 - f_{R_{s_i}}) - R_{s_i} - R_{s_e}$  = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit  $R_{s_i} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )

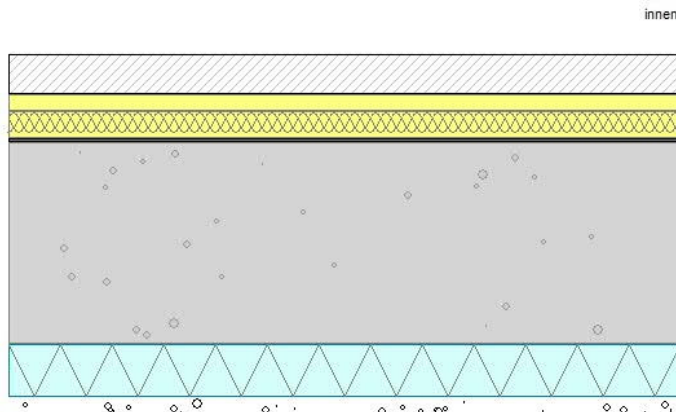
mit  $f_{R_{s_i}} = (\theta_{s_i} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$  = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

#### *Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.

Diffusionsstromdichte = 0,002 g/m<sup>2</sup>h

9. So1 (Bodenplatte im UG bzw. im EG innerhalb der 5m-Dämmstreifen)



So1-BEG40-EG  
U = 0,25 W/(m²K)

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

Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{si}$                              |         |                 |       |                     | 0,17       |
| 01 Zementestrich                      | 6,00    | 2000            | 120,0 | 1,400               | 0,04       |
| 02 Trennlage                          | 0,02    | 1000            | 0,2   | -                   | -          |
| 03 Trittschalldämmung                 | 2,50    | 20              | 0,5   | 0,040               | 0,63       |
| 04 Dämmung                            | 4,00    | 20              | 0,8   | 0,040               | 1,00       |
| 05 Abdichtung                         | 0,50    | 1050            | 5,3   | -                   | -          |
| 06 Stahlbeton gemäß Statik            | 30,00   | 2300            | 690,0 | 2,300               | 0,13       |
| 07 Perimeterdämmung                   | 8,00    | 20              | 1,6   | 0,040               | 2,00       |
| $R_{se}$                              |         |                 |       |                     | 0,00       |
| d = 51,02      G = 818,4 $R_T = 3,97$ |         |                 |       |                     |            |

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,25$  W/(m²K)

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

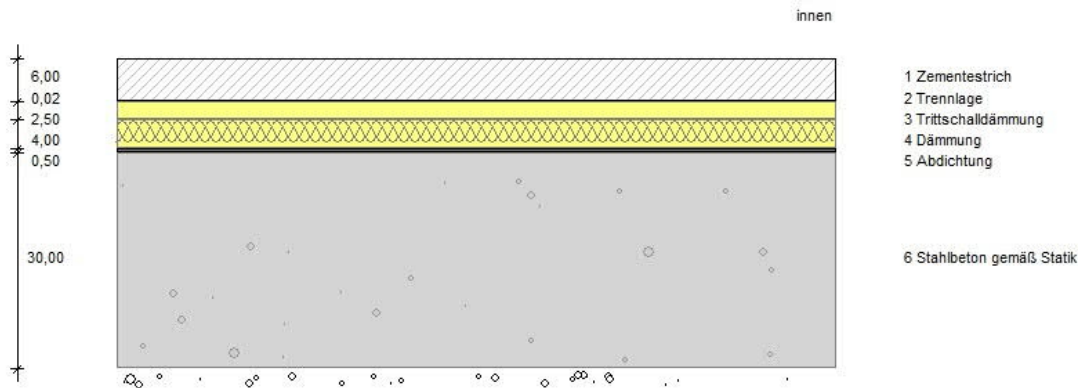
U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,252$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

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 3,80  $\geq$  0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

10. So1(Bodenplatte im EG außerhalb der 5m-Dämmstreifen)



SoK1-BEG40-EG  
U = 0,51 W/(m²K)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,17$  und  $R_{Se} = 0,00$  m²K/W

Querschnitt

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{Si}$                              |         |                 |       |                     | 0,17       |
| 01 Zementestrich                      | 6,00    | 2000            | 120,0 | 1,400               | 0,04       |
| 02 Trennlage                          | 0,02    | 1000            | 0,2   | -                   | -          |
| 03 Trittschalldämmung                 | 2,50    | 20              | 0,5   | 0,040               | 0,63       |
| 04 Dämmung                            | 4,00    | 20              | 0,8   | 0,040               | 1,00       |
| 05 Abdichtung                         | 0,50    | 1050            | 5,3   | -                   | -          |
| 06 Stahlbeton gemäß Statik            | 30,00   | 2300            | 690,0 | 2,300               | 0,13       |
| $R_{Se}$                              |         |                 |       |                     | 0,00       |
| d = 43,02      G = 816,8 $R_T = 1,97$ |         |                 |       |                     |            |

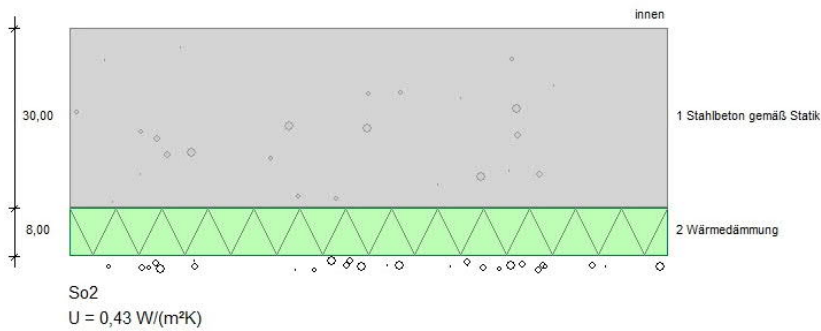
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,51$  W/(m²K)

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,508$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

**11. So2 (Bodenplatte des Aufzuges)**



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,17$  und  $R_{Se} = 0,00$  m²K/W

**Querschnitt**

| von innen                             | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|---------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| $R_{Si}$                              |         |                 |       |                     | 0,17       |
| 01 Stahlbeton gemäß Statik            | 30,00   | 2300            | 690,0 | 2,300               | 0,13       |
| 02 Wärmedämmung                       | 8,00    | 25              | 2,0   | 0,040               | 2,00       |
| $R_{Se}$                              |         |                 |       |                     | 0,00       |
| d = 38,00      G = 692,0 $R_T = 2,30$ |         |                 |       |                     |            |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,43$  W/(m²K)  
0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur < 3%  $\Rightarrow U = 0,435$  W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

**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.

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

## 12. Außentüren, Außenfenster und Pfosten-Riegelfassaden

### Außentüren

**Bauteil:** Außentür mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m<sup>2</sup>K/W

Gesamtbau teil  $U_d \leq 1,60$  W/m<sup>2</sup>K

**Bauteil:** Sektionaltor mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m<sup>2</sup>K/W

Gesamtbau teil  $U_d \leq 1,60$  W/m<sup>2</sup>K

### Posten-Riegel-Fassade bzw. Außenfenster

**Bauteil:** PRF-Fassade mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m<sup>2</sup>K/W

Gesamtbau teil:  $U_{PRF} \leq 0,90$  W/m<sup>2</sup>K, Dreischeibenverglasung

**Bauteil:** Außenfenster mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m<sup>2</sup>K/W

Gesamtbau teil:  $U_w \leq 0,90$  W/m<sup>2</sup>K, Dreischeibenverglasung



**Anlage 2: Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2: 02.2013****1 SIL-R0-E00-007 – Büro Tagesdienst im EG**

Der Nachweis für den Raum Büro Tagesdienst im EG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 29,44 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|----------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_W         | West 90°               | 3,71                    | 60    | 0,25  | 0,56            |
|                |                        | 3,7 m <sup>2</sup>      |       |       | 0,56            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0,4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $3,71 / 29,44 = 0,13$  (13%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,56 / 29,44 = \mathbf{0,019}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt       |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude |
| Bauart                       | mittel           |
| Nachtlüftung                 | ohne             |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,013           |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | +0,015 ( $f_{WG} = 0,13$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | -0,000                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,015                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,019 \leq 0,028 = S_{\text{zul}} (= 0,013 + 0,015)$  **Nachweis erbracht**

**2 SIL-R0-E00-008 – Personalaufenthalt im EG**

Der Nachweis für den Raum Personalaufenthalt im EG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 25,38 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen      | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|---------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_S              | Süd 90°                | 10,25                   | 60    | 0,25  | 1,54            |
| 10,2 m <sup>2</sup> |                        |                         |       |       | 1,54            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0,4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $10,25 / 25,38 = 0,40$  (40%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 1,54 / 25,38 = \mathbf{0,061}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt                        |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude                  |
| Bauart                       | mittel                            |
| Nachtlüftung                 | erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,081                            |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | -0,016 ( $f_{WG} = 0,40$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | -0,000                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | -0,016                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,061 \leq 0,065 = S_{\text{zul}} (= 0,081 - 0,016)$  **Nachweis erbracht**

**3 SIL-R0-E01-010 – Apotheker Arzneimittelver. im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Apotheker Arzneimittelver. im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 18,78 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen     | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_O             | Ost 90°                | 3,71                    | 60    | 0,25  | 0,56            |
| 3,7 m <sup>2</sup> |                        |                         |       |       | 0,56            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0.4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $3,71 / 18,78 = 0,20$  (20%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,56 / 18,78 = \mathbf{0,030}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt                        |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude                  |
| Bauart                       | leicht                            |
| Nachtlüftung                 | erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,060                            |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | +0,007 ( $f_{WG} = 0,20$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | -0,000                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,007                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,030 \leq 0,067 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,007)$  **Nachweis erbracht**

**4 SIL-R0-E01-018 – Großraumbüro AMIKLIN im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Großraumbüro AMIKLIN im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 81,40 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen      | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|---------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_O              | Ost 90°                | 12,99                   | 60    | 0,25  | 1,95            |
| 2 AF_S              | Süd 90°                | 3,71                    | 60    | 0,25  | 0,56            |
| 16,7 m <sup>2</sup> |                        |                         |       |       | 2,51            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0.4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $16,70 / 81,32 = 0,21$  (21%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 2,51 / 81,32 = \mathbf{0,031}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt                        |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude                  |
| Bauart                       | mittel                            |
| Nachtlüftung                 | erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,081                            |

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Korrekturen                             |                            |
| für Fensterflächenanteil                | +0,006 ( $f_{WG} = 0,21$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung              | -0,000                     |
| für geneigte Fenster                    | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster $>60^\circ$ | -0,000                     |
| für passive Kühlung                     | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$            | +0,006                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,031 \leq 0,087 = S_{\text{zul}} (= 0,081 + 0,006)$  **Nachweis erbracht**

**5 SIL-R0-E01-026 – Uni Dose Versorgung im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Unit Dose Versorgung im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 126,80 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen     | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | $g$ [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|--------------------|------------------------|-------------------------|---------|-------|-----------------|
| 1 AF_S             | Süd 90°                | 9,28                    | 60      | 0,25  | 1,39            |
| 9,3 m <sup>2</sup> |                        |                         |         |       | 1,39            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0.4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $9,28 / 126,79 = 0,07$  ( 7%) (nachweisfrei)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 1,39 / 126,79 = \mathbf{0,011}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt       |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude |
| Bauart                       | mittel           |
| Nachtlüftung                 | ohne             |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,013           |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | +0,022 ( $f_{WG} = 0,07$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | -0,000                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,022                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,011 \leq 0,035 = S_{\text{zul}} (= 0,013 + 0,022)$  **Nachweis erbracht**

**6 SIL-R0-E01-029b Büro Tagesdienst Aspetik/Zytostatika im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Büro Tagesdienst Aspetik/Zytostatika im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 13,99 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen     | Orientierung / Neigung | $A_W$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_C$ | $A_W * g * F_C$ |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_W             | West 90°               | 3,71                    | 60    | 0,25  | 0,56            |
| 3,7 m <sup>2</sup> |                        |                         |       |       | 0,56            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_C = 0,25$  Verglasung  $g > 0.4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $3,71 / 13,99 = 0,27$  (27%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,56 / 13,99 = \mathbf{0,040}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt                        |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude                  |
| Bauart                       | leicht                            |
| Nachtlüftung                 | erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,060                            |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | -0,001 ( $f_{WG} = 0,27$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | -0,000                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | -0,001                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,040 \leq 0,059 = S_{\text{zul}} (= 0,060 - 0,001)$  **Nachweis erbracht**

**7 SIL-R0-E01-045 Qualitätskontrolle im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Qualitätskontrolle im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 50,65 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

**Variante 1:** Berechnung mit Innenliegendem Sonnenschutz und ohne RLT-Nachtlüftung

| Fensterflächen      | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | g [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$ |
|---------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|
| 1 AF_W              | West 90°               | 3,71                    | 60    | 0,25  | 0,56            |
| 2 AF_N              | Nord 90°               | 7,42                    | 60    | 0,70  | 3,12            |
| 11,1 m <sup>2</sup> |                        |                         |       |       | 3,67            |

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_c = 0,25$  Verglasung  $g > 0,4$  dreifach + Jalousien / Raffstore, 45°  
Lamellenstellung ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung ~  $F_c = 0,7$  Verglasung  $g > 0,4$  dreifach + Sonnenschutz innenliegend, weiß oder reflektierend

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $11,13 / 50,65 = 0,22$  (22%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 3,67 / 50,65 = \mathbf{0,072}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt       |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude |
| Bauart                       | leicht           |
| Nachtlüftung                 | ohne             |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,007           |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | +0,005 ( $f_{WG} = 0,22$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | +0,067                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,072                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,072 \leq 0,079 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,072)$  **Nachweis erbracht**

**Variante 2:** Berechnung mit RLT-Nachtlüftung und ohne Sonnenschutz

|        |      |     |                     |    |      |      |
|--------|------|-----|---------------------|----|------|------|
| 1 AF_W | West | 90° | 3,71                | 60 | 0,25 | 0,56 |
| 2 AF_N | Nord | 90° | 7,42                | 60 | 1,00 | 4,45 |
|        |      |     | 11,1 m <sup>2</sup> |    |      | 5,01 |

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

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $11,13 / 50,65 = 0,22$  (22%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} \cdot g_i \cdot F_{c,i}) / A_G = 5,01 / 50,65 = \mathbf{0,099}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt                        |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude                  |
| Bauart                       | leicht                            |
| Nachtlüftung                 | erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,060                            |

|                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Korrekturen                      |                                   |
| für Fensterflächenanteil         | +0,005 ( $f_{\text{WG}} = 0,22$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                            |
| für geneigte Fenster             | -0,000                            |
| für nordorientierte Fenster >60° | +0,067                            |
| für passive Kühlung              | -                                 |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,072                            |

$S_{\text{vorh}} = 0,099 \leq 0,132 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,072)$  **Nachweis erbracht**



**8 SIL-R0-E01-048 Apotheker Arzneimittelherstellung im 1. OG**

Der Nachweis für den Raum Apotheker Arzneimittelherstellung im 1.OG mit der Nettogrundfläche  $A_G = 19,29 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

| Fensterflächen | Orientierung / Neigung | $A_w$ [m <sup>2</sup> ] | $g$ [%] | $F_c$ | $A_w * g * F_c$    |      |
|----------------|------------------------|-------------------------|---------|-------|--------------------|------|
| 1 AF_N         | Nord 90°               | 3,71                    | 58      | 1,00  | 2,15               |      |
|                |                        |                         |         |       | 3,7 m <sup>2</sup> | 2,15 |

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $3,71 / 19,29 = 0,19$  (19%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 2,15 / 19,29 = \mathbf{0,111}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Klimaregion                  | B gemäßigt       |
| Gebäudenutzung               | Nichtwohngebäude |
| Bauart                       | leicht           |
| Nachtlüftung                 | ohne             |
| Sonneneintragskennwert $S_1$ | +0,007           |

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Korrekturen                      |                            |
| für Fensterflächenanteil         | +0,008 ( $f_{WG} = 0,19$ ) |
| für Sonnenschutzverglasung       | -0,000                     |
| für geneigte Fenster             | -0,000                     |
| für nordorientierte Fenster >60° | +0,100                     |
| für passive Kühlung              | -                          |
| Sonneneintragskennwert $S_+$     | +0,108                     |

$S_{\text{vorh}} = 0,111 \leq 0,115 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,108)$  **Nachweis erbracht**

## Anlage 3: Berechnung nach DIN V 18599

### Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 20IB-072ZAP

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 6946:2018, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich

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

#### Gebäudeberechnung "211130-EG40-Berechnung"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

#### 1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

| Zone                 | Typ              | $t_{\text{nutz}}$<br>d/a | $\vartheta_i$<br>°C | $\vartheta_{i,WE}$<br>°C | $A_{NGF}$<br>m <sup>2</sup> | $V_i$<br>m <sup>3</sup> |
|----------------------|------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1 Büro               | 202 Gruppenbüro  | 250                      | 20,0                | 17,4                     | 394                         | 1102                    |
| 2 Verkehrsflächen    | 218 Nebenflächen | 250                      | 20,1                | 17,3                     | 754                         | 2709                    |
| 3 Technik            | 220 Lager, Techn | 250                      | 16,2                | 14,1                     | 1307                        | 4907                    |
| 4 Sanitär            | 216 WC und Sanit | 250                      | 19,9                | 17,5                     | 100                         | 328                     |
| 5 Aufenthalt         | 217 Sonstige Auf | 250                      | 19,9                | 17,4                     | 135                         | 456                     |
| 6 Logistik           | 220 Lager, Techn | 250                      | 20,1                | 17,4                     | 1150                        | 4601                    |
| 7 Labor              | 236 Labor        | 250                      | 20,0                | 20,0                     | 243                         | 656                     |
| 8 Herstellungslabore | 236 Labor        | 250                      | 20,0                | 20,0                     | 76                          | 204                     |
| 9 Lager              | 220 Lager, Techn | 250                      | 20,0                | 20,0                     | 225                         | 677                     |
| 10 Besprechung       | 204 Besprechung, | 250                      | 19,9                | 17,9                     | 58                          | 155                     |

4.442 15.796

Gebäude,  $A_{NGF} = 4441,6 \text{ m}^2$ ,  $n_G = 4$  Geschosse

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

$A_{NGF}$  = Nettogrundfläche,  $V_i$  = Nettoluftvolumen

$\vartheta_i$  = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

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

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

$\vartheta_i$  Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

**2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)**

Transferkoeffizienten  $H_T$  aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2  
Begrenzung der U-Werte (U<sub>max</sub>-Nachweis) GEG § 19

| Hüllfläche | Zone  | A<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/(m <sup>2</sup> K) | F <sub>x</sub>       | Anmerkungen | H <sub>T</sub><br>W/K |
|------------|-------|---------------------|---------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|
| AF-ohne    | N 1:0 | 7,4                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 6,7                   |
| AF-mit     | O 1:0 | 52,0                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 46,8                  |
| AF-mit     | S 1:0 | 3,7                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 3,3                   |
| AF-mit     | W 1:0 | 22,3                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 20,0                  |
| AF-ohne    | N 5:0 | 3,7                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 3,3                   |
| AF-mit     | S 5:0 | 10,3                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 9,2                   |
| AF-mit     | W 5:0 | 3,7                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 3,3                   |
| AF-ohne    | N 7:0 | 7,4                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 6,7                   |
| AF-mit     | S 7:0 | 9,3                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 8,4                   |
| AF-mit     | W 7:0 | 13,0                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 11,7                  |
| AF-mit     | W 8:0 | 13,0                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 11,7                  |
| AF-ohne    | N 2:0 | 1,9                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 1,7                   |
| AF-ohne    | S 2:0 | 24,5                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 22,1                  |
| AF-ohne    | W 2:0 | 1,9                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 1,7                   |
| AF-ohne    | N 6:0 | 20,5                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 18,4                  |
| AF-ohne    | O 6:0 | 20,5                | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 18,4                  |
| AF-ohne    | W 6:0 | 3,7                 | 0,90                      | 1,00 F <sub>F</sub>  | 51 02       | 3,3                   |
| AT1        | O 2:0 | 5,5                 | 1,60                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 09 02 51    | 8,8                   |
| AT1        | S 2:0 | 4,5                 | 1,60                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 09 02 51    | 7,3                   |
| AT1        | N 3:0 | 2,2                 | 1,60                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 09 02 51    | 3,5                   |
| AT2        | W 2:0 | 4,5                 | 1,60                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 09 02 51    | 7,2                   |
| AT2        | W 6:0 | 16,0                | 1,60                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 09 02 51    | 25,6                  |
| Da1        | - 2:0 | 6,3                 | 0,16                      | 1,00 F <sub>D</sub>  | 02 51       | 1,0                   |
| AW1        | N 1:0 | 26,4                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,7                   |
| AW1        | O 1:0 | 180,7               | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 25,1                  |
| AW1        | S 1:0 | 19,0                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 2,6                   |
| AW1        | W 1:0 | 54,9                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 7,6                   |
| AW1        | N 2:0 | 59,3                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 8,2                   |
| AW1        | O 2:0 | 64,5                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 9,0                   |
| AW1        | S 2:0 | 115,0               | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 16,0                  |
| AW1        | W 2:0 | 9,8                 | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 1,4                   |
| AW1        | N 3:0 | 23,5                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,3                   |
| AW1        | O 3:0 | 171,1               | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 23,8                  |
| AW1        | S 3:0 | 63,8                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 8,9                   |
| AW1        | W 3:0 | 153,1               | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 21,3                  |
| AW1        | O 4:0 | 40,5                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 5,6                   |
| AW1        | S 4:0 | 24,6                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,4                   |
| AW1        | N 5:0 | 16,9                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 2,3                   |
| AW1        | S 5:0 | 54,8                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 7,6                   |
| AW1        | W 5:0 | 27,1                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,8                   |
| AW1        | N 6:0 | 97,1                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 13,5                  |
| AW1        | O 6:0 | 149,5               | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 20,8                  |
| AW1        | W 6:0 | 44,9                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 6,2                   |
| AW1        | N 7:0 | 33,2                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 4,6                   |
| AW1        | S 7:0 | 34,7                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 4,8                   |
| AW1        | W 7:0 | 60,9                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 8,5                   |
| AW1        | S 8:0 | 22,7                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,2                   |
| AW1        | W 8:0 | 50,1                | 0,14                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 7,0                   |
| AW2        | W 1:0 | 19,3                | 0,17                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 3,2                   |
| AW2        | N 2:0 | 7,2                 | 0,17                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 1,2                   |
| AW2        | W 2:0 | 3,1                 | 0,17                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 0,5                   |
| AW2        | W 5:0 | 15,3                | 0,17                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 2,6                   |
| AW2        | W 6:0 | 144,3               | 0,17                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 24,3                  |
| AW3        | N 3:0 | 136,1               | 0,32                      | 1,00 F <sub>AW</sub> | 02 51       | 42,9                  |

|        |   |     |       |      |      |                 |    |    |    |    |       |
|--------|---|-----|-------|------|------|-----------------|----|----|----|----|-------|
| AWE    | - | 2:0 | 213,3 | 0,31 | 0,60 | F <sub>wb</sub> | 51 | 19 | 25 | 13 | 39,2  |
| AWE    | - | 3:0 | 188,2 | 0,31 | 0,60 | F <sub>wb</sub> | 51 | 19 | 25 | 13 | 34,6  |
| Da1    | - | 1:0 | 139,1 | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 22,1  |
| Da1    | - | 2:0 | 230,8 | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 36,7  |
| Da1    | - | 3:0 | 20,1  | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 3,2   |
| Da1    | - | 4:0 | 21,3  | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 3,4   |
| Da1    | - | 5:0 | 36,8  | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 5,9   |
| Da1    | - | 7:0 | 126,1 | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 20,1  |
| Da1    | - | 9:0 | 91,1  | 0,16 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 14,5  |
| Da2    | - | 2:0 | 62,3  | 0,27 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 17,1  |
| Da2    | - | 3:0 | 972,8 | 0,27 | 1,00 | F <sub>D</sub>  | 02 | 51 |    |    | 267,5 |
| Du1    | - | 6:0 | 38,5  | 0,21 | 1,00 | F <sub>e</sub>  | 51 | 82 |    |    | 8,1   |
| IW1    | - | 3:0 | 49,8  | 0,41 | 1,00 | F <sub>AW</sub> | 51 |    |    |    | 20,4  |
| PRK    | N | 2:0 | 10,6  | 0,90 | 1,00 | F <sub>F</sub>  | 75 | 55 | 02 |    | 9,5   |
| PRK    | O | 2:0 | 41,7  | 0,90 | 1,00 | F <sub>F</sub>  | 75 | 55 | 02 |    | 37,5  |
| So1 EG | - | 1:0 | 33,9  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 4,2   |
| So1 EG | - | 2:0 | 84,8  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 10,5  |
| So1 EG | - | 3:0 | 23,6  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 2,9   |
| So1 EG | - | 4:0 | 66,3  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 8,2   |
| So1 EG | - | 5:0 | 84,1  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 10,4  |
| So1 EG | - | 6:0 | 731,6 | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 90,9  |
| So1 EG | - | 9:0 | 50,0  | 0,51 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 31 |    | 6,2   |
| So1 UG | - | 2:0 | 180,7 | 0,25 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 33 |    | 41,7  |
| So1 UG | - | 3:0 | 385,0 | 0,25 |      | L <sub>S</sub>  | 18 | 51 | 33 |    | 88,8  |
| So2    | - | 2:0 | 21,6  | 0,43 | 0,40 | F <sub>fb</sub> | 51 | 19 | 25 | 12 | 3,8   |
| Tor    | W | 6:0 | 22,6  | 1,60 | 1,00 | F <sub>AW</sub> | 09 | 02 | 51 |    | 36,1  |

 $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 6.107,5$ 
 $\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.390,3$ 

 1. Bodenplattenmaß B' (25) =  $A_G / (0.5 P) = 587,31 / 54,02 = 10,87 \text{ m}$ 

 2. Bodenplattenmaß B' (26) =  $1119,31 / (0.5 * 122,63) = 18,26 \text{ m}$ 

#### Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F<sub>X</sub>-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5

02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).

09 Außentür

82 Geschossdecke gegen Außenluft

12 Bodenplatte des beheizten Kellers.

13 Wand des beheizten Kellers.

 18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U<sub>max</sub>-Nachweis reduziert (EnEV '14 / '09 A2, Abs.2.3, 5m-Streifen)

 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F<sub>x</sub> für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6

 25 F<sub>x</sub>-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.

 31 Der thermische Leitwert L<sub>S</sub> für die Bodenplatte auf Erdreich wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh.

Bauteilberechnung).

 33 Der thermische Leitwert L<sub>S</sub> des beheizten Kellers wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh.

Bauteilberechnung).

 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m<sup>2</sup>K) pauschal berücksichtigt.

55 Die verglaste Vorhangfassade wird bei der Berechnung des Wärmebrückeneinflusses ausgenommen.

75 Vorhangfassade

#### 2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

 $H_{T,WB} = 302,8 \text{ W/K}$  (21,8 %, 0,050 W/(m<sup>2</sup>K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

#### 2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

| Transferkoeffizienten<br>Transmission | H <sub>T,D</sub><br>W/K | H <sub>T,s</sub><br>W/K | H <sub>T,iu</sub><br>W/K | $\Sigma H_T$<br>W/K | H <sub>T,iz</sub><br>W/K | H <sub>T,zi</sub><br>W/K |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Büro                                | 169                     | 4                       | 0                        | 173                 | 0                        | 0                        |
| 2 Verkehrsflächen                     | 242                     | 95                      | 0                        | 337                 | 0                        | 0                        |
| 3 Technik                             | 504                     | 126                     | 0                        | 630                 | 0                        | 0                        |

|                      |     |    |   |     |   |   |
|----------------------|-----|----|---|-----|---|---|
| 4 Sanitär            | 20  | 8  | 0 | 28  | 0 | 0 |
| 5 Aufenthalt         | 51  | 10 | 0 | 61  | 0 | 0 |
| 6 Logistik           | 239 | 91 | 0 | 330 | 0 | 0 |
| 7 Labor              | 79  | 0  | 0 | 79  | 0 | 0 |
| 8 Herstellungslabore | 26  | 0  | 0 | 26  | 0 | 0 |
| 9 Lager              | 22  | 6  | 0 | 28  | 0 | 0 |
| 10 Besprechung       | 0   | 0  | 0 | 0   | 0 | 0 |

1352                  341                  1693

$H_{T,D} = \sum A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \sum A =$  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 Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.693,1 / 6.107,5 = \mathbf{0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

### 2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

|                                       | opake Bauteile<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Fenster<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Vorhangf.<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Oberl.<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| $U_{max}$ $T_i \geq 19^\circ\text{C}$ | 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 $T_i \geq 19^\circ\text{C}$     | 0,15                                     | 0,90                              | 0,90                                | 1,60                             |
| Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$        | 0,22                                     |                                   |                                     | 1,60                             |

für den  $U_{max}$ -Nachweis wurden reduzierte Grundflächen (Randstreifen) berücksichtigt:

- 70 "So1 EG",  $A_{Rand} = 33,9 - 9,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 71 "So1 EG",  $A_{Rand} = 84,8 - 32,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 72 "So1 EG",  $A_{Rand} = 23,6 - 64,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 73 "So1 EG",  $A_{Rand} = 66,3 - 20,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 74 "So1 EG",  $A_{Rand} = 84,1 - 24,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 75 "So1 EG",  $A_{Rand} = 731,6 - 144,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 76 "So1 EG",  $A_{Rand} = 50,0 - 0,0 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 77 "So1 UG",  $A_{Rand} = 180,7 - 460,6 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 78 "So1 UG",  $A_{Rand} = 385,0 - 2,7 \text{ m}^2$ ,  $U_{Rand} = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung:  $U = 1,60 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -36,0\%$

### 2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

| Bauteil                    | U-Wert<br>W/(m <sup>2</sup> K) | U/U <sub>EnEV</sub> | Fläche A<br>m <sup>2</sup> | H <sub>T</sub><br>W/K |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|
| AF_BEG EG40                | 0,90                           |                     | 211 3 %                    | 190 14 %              |
| AF_BEG EG40                | 0,90                           |                     | 7 0 %                      | 7 0 %                 |
| AT1 (transparent)          | 1,60                           |                     | 12 0 %                     | 19 1 %                |
| AT2 (opak)                 | 1,60                           |                     | 21 0 %                     | 33 2 %                |
| AW1 (Außenwand gegen Auße  | 0,14                           |                     | 1598 26 %                  | 222 16 %              |
| AW2_BEG EG40 (VHF)         | 0,17                           | 70 %                | 189 3 %                    | 32 2 %                |
| AW3                        | 0,32                           |                     | 136 2 %                    | 43 3 %                |
| AWE_BEG EG40               | 0,31                           |                     | 401 7 %                    | 74 5 %                |
| Da1_BEG EG40 (StB.-Dach)   | 0,16                           |                     | 671 11 %                   | 107 8 %               |
| Da2_BEG EG40 (Trapezblechd | 0,27                           |                     | 1035 17 %                  | 285 20 %              |
| Du1 (Traforaum)            | 0,21                           |                     | 39 1 %                     | 8 1 %                 |
| IW1 (Traforaum)            | 0,41                           |                     | 50 1 %                     | 20 1 %                |
| PRK_BEG EG40               | 0,90                           |                     | 52 1 %                     | 47 3 %                |
| So1-BEG40-UG               | 0,25                           |                     | 566 9 %                    | 130 9 %               |
| So2_BEG EG40 (Aufzugsunter | 0,43                           |                     | 22 0 %                     | 4 0 %                 |
| SoK1-BEG40-EG              | 0,51                           |                     | 1074 18 %                  | 133 10 %              |
| Tor                        | 1,60                           |                     | 23 0 %                     | 36 3 %                |
|                            |                                |                     | 6108 100 %                 | 1.390 100 %           |

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

### 3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie II, ohne Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7),  $n_{50} = 4,00 \text{ h}^{-1}$   
 Nettoraumvolumen  $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 6*6108 / 15796 = 2,32 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude mit Außenluftdurchlässen,  $f_{ATD} = (n_{50} + 1.5) / n_{50} = 1,38 \text{ (Gl.67)}$

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

| Zone               | ALD | Luftwechsel                 |  | Fenster                       |                              | Lüftungsanlage               |                                |                  |
|--------------------|-----|-----------------------------|--|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                    |     | $n_{50}$<br>h <sup>-1</sup> | $V_A$<br>m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> h) | $n_{nutz}$<br>h <sup>-1</sup> | $n_{inf}$<br>h <sup>-1</sup> | $n_{win}$<br>h <sup>-1</sup> | $n_{m,ZUL}$<br>h <sup>-1</sup> | $t_{V,m}$<br>h/d |
| 1 Büro             | -   | 3,04                        | 4,00   | 1,43                          | 0,21                         | 0,61                         | -                              | -                |
| 2 Verkehrsflächen  | -   | 2,55                        | 0,15   | 0,04                          | 0,18                         | 0,10                         | 0,04                           | 13               |
| 3 Technik          | -   | 2,68                        | 0,15   | 0,04                          | 0,19                         | 0,10                         | 0,04                           | 13               |
| 4 Sanitär          | -   | 2,80                        | 15,00  | 4,57                          | 0,20                         | 0,10                         | 4,57                           | 13               |
| 5 Aufenthalt       | -   | 3,32                        | 7,00   | 2,07                          | 0,23                         | 0,10                         | 2,07                           | 13               |
| 6 Logistik         | -   | 1,68                        | 0,15   | 0,04                          | 0,12                         | 0,10                         | 0,04                           | 13               |
| 7 Labor            | -   | 2,60                        | 25,00  | 9,26                          | 0,18                         | 0,10                         | 9,26                           | 24               |
| 8 Herstellungslabo | -   | 2,52                        | 25,00  | 9,26                          | 0,18                         | 0,10                         | 9,25                           | 24               |
| 9 Lager            | -   | 1,25                        | 0,15   | 0,05                          | 0,09                         | 0,10                         | 0,05                           | 13               |
| 10 Besprechung     | -   | 4,00                        | 15,00  | 5,56                          | 0,28                         | 0,10                         | 5,57                           | 13               |

⇒ WE-Betrieb ...

|                      |  |       |      |      |      |
|----------------------|--|-------|------|------|------|
| 1 Büro               |  | 0,00  | 0,00 | 0,21 | 0,10 |
| 2 Verkehrsflächen    |  | 0,00  | 0,00 | 0,28 | 0,10 |
| 3 Technik            |  | 0,00  | 0,00 | 0,19 | 0,10 |
| 4 Sanitär            |  | 0,00  | 0,00 | 0,20 | 0,10 |
| 5 Aufenthalt         |  | 0,00  | 0,00 | 0,23 | 0,10 |
| 6 Logistik           |  | 0,00  | 0,00 | 0,22 | 0,10 |
| 7 Labor              |  | 25,00 | 9,26 | 0,18 | 4,21 |
| 8 Herstellungslabore |  | 25,00 | 9,26 | 0,18 | 4,22 |
| 9 Lager              |  | 0,15  | 0,05 | 0,09 | 0,10 |
| 10 Besprechung       |  | 0,00  | 0,00 | 0,28 | 0,10 |

- Zone <2> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 113 / 113 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <3> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 196 / 196 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <4> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 1497 / 1497 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <5> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 943 / 943 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <6> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 173 / 173 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <7> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 6075 / 6075 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <8> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 1888 / 1888 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <9> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 34 / 34 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()
- Zone <10> RLT-Anlage (224) mit  $V_{SUP}/ETA = 864 / 864 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, WRG68+ ()

$n_{50}$  = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz,  $V_A$  = Mindest-Außenluftvolumenstrom  
 $n_{nutz}$  = Mindestaußenluftwechsel =  $V_A * ANGF / V$  während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)  
 $n_{inf}$  = Infiltrationsluftwechsel =  $n_{50} * e_{wind} * f_{ATD}$  mit  $f_{ATD}$  = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT  
 $n_{inf} = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} * (1 + (1 - f_e) * t_{V,m} / 24)$  mit  $f_e$  = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)  
 $n_{win}$  = Fenster- / Türluftwechsel =  $n_{win,min} + \Delta n_{win} * t_{nutz} / 24$ , mit RLT =  $n_{win,min} + \Delta n_{win,m} * t_{V,m} / 24$   
 mit  $n_{win,min} = 0.1$ , in Wohngebäuden  $n_{win,min} = \text{seasonal nach Gl.77}$

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 /  
 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1$  (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<br>Lüftung | V<br>m <sup>3</sup> | H <sub>V,z,Jan</sub><br>W/K | H <sub>V,inf</sub><br>W/K | H <sub>V,win</sub><br>W/K | Σ H <sub>V</sub><br>W/K | H <sub>V,m</sub><br>W/K | θ <sub>V,Jan</sub><br>°C |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 Büro                           | 1.102               | 0                           | 80                        | 229                       | 309                     | 0                       |                          |
| 2 Verkehrsflächen                | 2.709               | 0                           | 165                       | 92                        | 257                     | 21                      | 20,0                     |

|                      |       |   |      |      |      |      |      |
|----------------------|-------|---|------|------|------|------|------|
| 3 Technik            | 4.907 | 0 | 313  | 167  | 479  | 36   | 20,0 |
| 4 Sanitär            | 328   | 0 | 22   | 11   | 33   | 276  | 20,0 |
| 5 Aufenthalt         | 456   | 0 | 36   | 16   | 52   | 174  | 20,0 |
| 6 Logistik           | 4.601 | 0 | 184  | 156  | 341  | 32   | 20,0 |
| 7 Labor              | 656   | 0 | 41   | 22   | 63   | 2066 | 20,0 |
| 8 Herstellungslabore | 204   | 0 | 12   | 7    | 19   | 641  | 20,0 |
| 9 Lager              | 677   | 0 | 20   | 23   | 43   | 6    | 20,0 |
| 10 Besprechung       | 155   | 0 | 15   | 5    | 20   | 159  | 20,0 |
|                      |       | 0 | 887  | 729  | 1616 | 3412 |      |
| ⇒ WE-Betrieb ...     |       |   |      |      |      |      |      |
| 1 Büro               |       | 0 | 80   | 37   | 117  |      |      |
| 2 Verkehrsflächen    |       | 0 | 262  | 92   | 354  |      |      |
| 3 Technik            |       | 0 | 313  | 167  | 479  |      |      |
| 4 Sanitär            |       | 0 | 22   | 11   | 33   |      |      |
| 5 Aufenthalt         |       | 0 | 36   | 16   | 52   |      |      |
| 6 Logistik           |       | 0 | 348  | 156  | 504  |      |      |
| 7 Labor              |       | 0 | 41   | 940  | 981  |      |      |
| 8 Herstellungslabore |       | 0 | 12   | 292  | 305  |      |      |
| 9 Lager              |       | 0 | 20   | 23   | 43   |      |      |
| 10 Besprechung       |       | 0 | 15   | 5    | 20   |      |      |
|                      |       | 0 | 1148 | 1740 | 2888 |      |      |

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

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

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

$\Sigma HV = HV_{z,Jan} + HV_{inf} + HV_{win}$ , Transferkoeffizienten ohne RLT

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

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

#### 4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

##### 4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

Bauliche Verschattung  $F_S$  aus Horizontwinkel  $\alpha_h$ , Überhangwinkel  $\alpha_o$  und Seitenwinkel  $\alpha_f$   
 Abminderungsfaktoren  $F_S = 0.90$  nach GEG §25, vereinfacht

| Kollektorfläche | Zone | $A_g$<br>m <sup>2</sup> | $I_S$ , Jan/Jul<br>W/m <sup>2</sup> | $g_{eff}$ , Jan/Jul<br>% | $Q_S$ , Jan/Jul<br>kWh/d |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| AF-ohne         | 1    | 5,19                    | 10/ 81                              | 44/ 44 7100              | 0,5/ 4,4                 |
| AF-mit          | 1    | 36,37                   | 25/ 138                             | 44/ 36 7105m             | 9,5/ 42,9                |
| AF-mit          | 1    | 2,60                    | 59/ 113                             | 44/ 26 "                 | 1,6/ 1,9                 |
| AF-mit          | 1    | 15,59                   | 17/ 117                             | 44/ 36 "                 | 2,8/ 15,6                |
| AF-ohne         | 5    | 2,60                    | 10/ 81                              | 44/ 44 7100              | 0,3/ 2,2                 |
| AF-mit          | 5    | 7,17                    | 59/ 113                             | 44/ 26 7105m             | 4,4/ 5,1                 |
| AF-mit          | 5    | 2,60                    | 17/ 117                             | 44/ 36 "                 | 0,5/ 2,6                 |
| AF-ohne         | 7    | 5,19                    | 10/ 81                              | 44/ 44 7100              | 0,5/ 4,4                 |
| AF-mit          | 7    | 6,50                    | 59/ 113                             | 44/ 26 7105m             | 4,0/ 4,6                 |
| AF-mit          | 7    | 9,09                    | 17/ 117                             | 44/ 36 "                 | 1,6/ 9,1                 |
| AF-mit          | 8    | 9,09                    | 17/ 117                             | 44/ 36 "                 | 1,6/ 9,1                 |
| AF-ohne         | 2    | 1,30                    | 10/ 81                              | 44/ 44 7100              | 0,1/ 1,1                 |
| AF-ohne         | 2    | 17,15                   | 59/ 113                             | 44/ 44 "                 | 10,6/ 20,3               |
| AF-ohne         | 2    | 1,30                    | 17/ 117                             | 44/ 44 "                 | 0,2/ 1,6                 |
| AF-ohne         | 6    | 14,35                   | 10/ 81                              | 44/ 44 "                 | 1,5/ 12,2                |
| AF-ohne         | 6    | 14,35                   | 25/ 138                             | 44/ 44 "                 | 3,8/ 20,8                |
| AF-ohne         | 6    | 2,60                    | 17/ 117                             | 44/ 44 "                 | 0,5/ 3,2                 |
| PRK             | 2    | 7,42                    | 10/ 81                              | 44/ 44 "                 | 0,8/ 6,3                 |
| PRK             | 2    | 29,16                   | 25/ 138                             | 44/ 44 "                 | 7,6/ 42,2                |
|                 |      | 189,60                  |                                     |                          | 52/ 210                  |

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

7105: aus dem Bauteilbezug, vertikale Markise, weiß

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

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

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

$a_{Wj} / a_{S0} =$  Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

##### 4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

| Hüllfläche | Zone | A<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/(m <sup>2</sup> K) | $\alpha$ | $h_T$<br>W/(m <sup>2</sup> K) | $I_S$ , Jul<br>W/m <sup>2</sup> | $Q_S$ , Jul<br>kWh/d |
|------------|------|---------------------|---------------------------|----------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| AT1        | O 2  | 5,5                 | 1,60                      | 0,60     | 4,50                          | 138                             | 0,5                  |
| AT1        | S 2  | 4,5                 | 1,60                      | 0,60     | 4,50                          | 113                             | 0,3                  |
| AT1        | N 3  | 2,2                 | 1,60                      | 0,60     | 4,50                          | 81                              | 0,1                  |
| AT2        | W 2  | 4,5                 | 1,60                      | 0,60     | 4,50                          | 117                             | 0,3                  |
| AT2        | W 6  | 16,0                | 1,60                      | 0,60     | 4,50                          | 117                             | 1,2                  |
| Da1        | - 2  | 6,3                 | 0,16                      | 0,60     | 4,50                          | 210                             | 0,1                  |
| AW1        | N 1  | 26,4                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 81                              | 0,1                  |
| AW1        | O 1  | 180,7               | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 138                             | 1,5                  |
| AW1        | S 1  | 19,0                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 113                             | 0,1                  |
| AW1        | W 1  | 54,9                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 117                             | 0,3                  |
| AW1        | N 2  | 59,3                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 81                              | 0,2                  |
| AW1        | O 2  | 64,5                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 138                             | 0,5                  |
| AW1        | S 2  | 115,0               | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 113                             | 0,7                  |
| AW1        | W 2  | 9,8                 | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 117                             | 0,1                  |
| AW1        | N 3  | 23,5                | 0,14                      | 0,60     | 4,50                          | 81                              | 0,1                  |



|     |   |   |       |      |      |      |     |      |
|-----|---|---|-------|------|------|------|-----|------|
| AW1 | O | 3 | 171,1 | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 138 | 1,4  |
| AW1 | S | 3 | 63,8  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 113 | 0,4  |
| AW1 | W | 3 | 153,1 | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 117 | 1,0  |
| AW1 | O | 4 | 40,5  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 138 | 0,3  |
| AW1 | S | 4 | 24,6  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 113 | 0,1  |
| AW1 | N | 5 | 16,9  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 81  | 0,1  |
| AW1 | S | 5 | 54,8  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 113 | 0,3  |
| AW1 | W | 5 | 27,1  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,2  |
| AW1 | N | 6 | 97,1  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 81  | 0,3  |
| AW1 | O | 6 | 149,5 | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 138 | 1,2  |
| AW1 | W | 6 | 44,9  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,3  |
| AW1 | N | 7 | 33,2  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 81  | 0,1  |
| AW1 | S | 7 | 34,7  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 113 | 0,2  |
| AW1 | W | 7 | 60,9  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,4  |
| AW1 | S | 8 | 22,7  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 113 | 0,1  |
| AW1 | W | 8 | 50,1  | 0,14 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,3  |
| AW2 | W | 1 | 19,3  | 0,17 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,1  |
| AW2 | N | 2 | 7,2   | 0,17 | 0,60 | 4,50 | 81  | 0,0  |
| AW2 | W | 2 | 3,1   | 0,17 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,0  |
| AW2 | W | 5 | 15,3  | 0,17 | 0,60 | 4,50 | 117 | 0,1  |
| AW2 | W | 6 | 144,3 | 0,17 | 0,60 | 4,50 | 117 | 1,1  |
| AW3 | N | 3 | 136,1 | 0,32 | 0,60 | 4,50 | 81  | 1,1  |
| Da1 | - | 1 | 139,1 | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 1,7  |
| Da1 | - | 2 | 230,8 | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 2,9  |
| Da1 | - | 3 | 20,1  | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 0,2  |
| Da1 | - | 4 | 21,3  | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 0,3  |
| Da1 | - | 5 | 36,8  | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 0,5  |
| Da1 | - | 7 | 126,1 | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 1,6  |
| Da1 | - | 9 | 91,1  | 0,16 | 0,60 | 4,50 | 210 | 1,1  |
| Da2 | - | 2 | 62,3  | 0,27 | 0,60 | 4,50 | 210 | 1,3  |
| Da2 | - | 3 | 972,8 | 0,27 | 0,60 | 4,50 | 210 | 20,8 |
| Tor | W | 6 | 22,6  | 1,60 | 0,60 | 4,50 | 117 | 1,7  |

3.685,4

47,3

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

 $\alpha$  = Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.9), abhängig von der Bauteiloberfläche

 $I_S$  = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m<sup>2</sup>]

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

 $h_r$  = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 \* Emissionsgrad = 5 \* 0.8 = 4 W/(m<sup>2</sup>K)

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

#### 4.3 solare Wärmegewinne

| Zone | Sep<br>kWh | Okt<br>kWh | Nov<br>kWh | Dez<br>kWh | Jan<br>kWh | Feb<br>kWh | Mär<br>kWh | Jahr<br>kWh |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|

über Fenster ...

|                |       |       |     |     |     |     |       |        |
|----------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|--------|
| 1 Büro         | 1.506 | 1.021 | 376 | 234 | 449 | 483 | 1.244 | 15.520 |
| 2 Verkehrsfläc | 1.572 | 1.204 | 438 | 300 | 602 | 541 | 1.306 | 17.054 |
| 3 Technik      | -     | -     | -   | -   | -   | -   | -     | -      |
| 4 Sanitär      | -     | -     | -   | -   | -   | -   | -     | -      |
| 5 Aufenthalt   | 376   | 308   | 114 | 83  | 161 | 131 | 306   | 3.223  |
| 6 Logistik     | 625   | 413   | 165 | 98  | 178 | 217 | 513   | 7.444  |
| 7 Labor        | 545   | 405   | 155 | 106 | 192 | 181 | 437   | 5.025  |
| 8 Herstellungs | 226   | 139   | 54  | 33  | 50  | 64  | 178   | 2.230  |
| 9 Lager        | -     | -     | -   | -   | -   | -   | -     | -      |
| 10 Besprechung | -     | -     | -   | -   | -   | -   | -     | -      |

über opake ...

|                |     |    |   |   |   |   |     |       |
|----------------|-----|----|---|---|---|---|-----|-------|
| 1 Büro         | 51  | 14 | 0 | - | 1 | 0 | 30  | 681   |
| 2 Verkehrsfläc | 105 | 37 | 1 | - | 9 | 4 | 60  | 1.290 |
| 3 Technik      | 293 | 32 | 0 | - | 3 | 1 | 137 | 4.213 |
| 4 Sanitär      | 13  | 6  | 0 | - | 1 | 1 | 8   | 144   |
| 5 Aufenthalt   | 21  | 11 | 0 | - | 3 | 1 | 13  | 232   |
| 6 Logistik     | 83  | 22 | - | - | - | - | 48  | 1.040 |
| 7 Labor        | 31  | 8  | 0 | - | 2 | 1 | 16  | 407   |
| 8 Herstellungs | 10  | 5  | 0 | - | 1 | 0 | 6   | 98    |
| 9 Lager        | 13  | 1  | - | - | - | - | 6   | 189   |
| 10 Besprechung | -   | -  | - | - | - | - | -   | -     |

5.470

3.627

1.304

854

1.652

1.626

4.308

58.790

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

| Zone                 | A <sub>B</sub><br>m <sup>2</sup> | q <sub>I,p</sub><br>kWh/d | q <sub>I, fac</sub><br>kWh/d | Q <sub>I,g</sub><br>kWh/d | Q <sub>I</sub><br>kWh/d |
|----------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 Büro               | 394                              | 11,8                      | 16,9                         | 0,0                       | 28,8                    |
| 2 Verkehrsflächen    | 754                              | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 3 Technik            | 1307                             | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 4 Sanitär            | 100                              | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 5 Aufenthalt         | 135                              | 12,5                      | 1,1                          | 0,0                       | 13,6                    |
| 6 Logistik           | 1150                             | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 7 Labor              | 243                              | 9,5                       | 26,2                         | 0,0                       | 35,7                    |
| 8 Herstellungslabore | 76                               | 2,9                       | 8,2                          | 0,0                       | 11,1                    |
| 9 Lager              | 225                              | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 10 Besprechung       | 58                               | 5,4                       | 0,5                          | 0,0                       | 5,8                     |
| ⇒ WE-Betrieb ...     |                                  |                           |                              |                           |                         |
| 1 Büro               |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 2 Verkehrsflächen    |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 3 Technik            |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 4 Sanitär            |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 5 Aufenthalt         |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 6 Logistik           |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 7 Labor              |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 8 Herstellungslabore |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 9 Lager              |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |
| 10 Besprechung       |                                  | -                         | -                            | 0,0                       | 0,0                     |

**ungeregelte Wärmeeinträge im Januar**

| Zone                 | Leuchtenabluft<br>m <sup>3</sup> /hW | Q <sub>I,L</sub><br>kWh/d | Q <sub>I,h</sub><br>kWh/d | Q <sub>I,w</sub><br>kWh/d | Q <sub>I,rv</sub><br>kWh/d |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 Büro               | 0,0                                  | 10,1                      | 14,7                      | 0,0                       | 0,0                        |
| 2 Verkehrsflächen    | 0,0                                  | 2,5                       | 28,1                      | 0,0                       | 0,0                        |
| 3 Technik            | 0,0                                  | 3,2                       | 48,8                      | 0,0                       | 0,0                        |
| 4 Sanitär            | 0,0                                  | 3,0                       | 1,8                       | 3,8                       | 0,0                        |
| 5 Aufenthalt         | 0,0                                  | 4,5                       | 2,7                       | 0,0                       | 0,0                        |
| 6 Logistik           | 0,0                                  | 4,3                       | 22,4                      | 43,8                      | 0,0                        |
| 7 Labor              | 0,0                                  | 11,0                      | 6,4                       | 9,3                       | 0,0                        |
| 8 Herstellungslabore | 0,0                                  | 3,2                       | 2,0                       | 2,9                       | 0,0                        |
| 9 Lager              | 0,0                                  | 0,5                       | 8,4                       | 0,0                       | 0,0                        |
| 10 Besprechung       | 0,0                                  | 2,4                       | 2,1                       | 0,0                       | 0,0                        |

A<sub>B</sub> = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

q<sub>I,p</sub> = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)

q<sub>I, fac</sub> = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen

Q<sub>I,g</sub> = Q<sub>I, goods</sub> = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte

Q<sub>I</sub> = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

Q<sub>I,L</sub> = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme

Q<sub>I,h</sub> = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

Q<sub>I,w</sub> = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

Q<sub>I,rv</sub> = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

**6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)**

Betrachtungsmonat Januar

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

| Zone                 | $\Sigma H_T$<br>W/K | $\Sigma H_V$<br>W/K | $\Sigma H_{V, mech}$<br>W/K | $Q_{sink}$<br>kWh/d | $Q_{source}$<br>kWh/d | $\gamma$ |
|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|----------|
| 1 Büro               | 173                 | 309                 | 0                           | 237                 | 72                    | 0,303    |
| 2 Verkehrsflächen    | 337                 | 257                 | 21                          | 304                 | 54                    | 0,177    |
| 3 Technik            | 630                 | 479                 | 36                          | 460                 | 61                    | 0,132    |
| 4 Sanitär            | 28                  | 33                  | 276                         | 32                  | 9                     | 0,281    |
| 5 Aufenthalt         | 61                  | 52                  | 174                         | 57                  | 26                    | 0,463    |
| 6 Logistik           | 330                 | 341                 | 32                          | 356                 | 78                    | 0,220    |
| 7 Labor              | 79                  | 63                  | 2066                        | 65                  | 63                    | 0,979    |
| 8 Herstellungslabore | 26                  | 19                  | 641                         | 21                  | 19                    | 0,931    |
| 9 Lager              | 28                  | 43                  | 6                           | 32                  | 9                     | 0,275    |
| 10 Besprechung       | 0                   | 20                  | 159                         | 12                  | 11                    | 0,934    |

| Zone                 | $C_{wirk}$<br>Wh/(m <sup>2</sup> K) | H<br>W/K | $\tau$<br>h | a     | $\eta$ | $\eta_{WE}$ |
|----------------------|-------------------------------------|----------|-------------|-------|--------|-------------|
| 1 Büro               | 50                                  | 483      | 40,83       | 3,55  | 0,990  | 1,000       |
| 2 Verkehrsflächen    | 50                                  | 615      | 61,34       | 4,83  | 1,000  | 1,000       |
| 3 Technik            | 50                                  | 1146     | 57,02       | 4,56  | 1,000  | 1,000       |
| 4 Sanitär            | 50                                  | 337      | 14,81       | 1,93  | 0,936  | 1,000       |
| 5 Aufenthalt         | 50                                  | 287      | 23,51       | 2,47  | 0,914  | 1,000       |
| 6 Logistik           | 50                                  | 703      | 81,81       | 6,11  | 1,000  | 1,000       |
| 7 Labor              | 50                                  | 2208     | 5,50        | 1,34  | 0,580  | 0,994       |
| 8 Herstellungslabore | 50                                  | 687      | 5,50        | 1,34  | 0,594  | 0,995       |
| 9 Lager              | 50                                  | 77       | 146,08      | 10,13 | 1,000  | 1,000       |
| 10 Besprechung       | 50                                  | 180      | 16,03       | 2,00  | 0,689  | 1,000       |

 $\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$  = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten,  $H_{T,iz}$  siehe  $Q_{sink}$  $\Sigma H_V$  = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung $\Sigma H_{V, mech}$  = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion $Q_{sink}$  = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone $Q_{source}$  = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone $\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$  = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken $C_{wirk}$  = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m<sup>2</sup>K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m<sup>2</sup> Grundfläche $\tau$  = Zeitkonstante =  $C_{wirk} / H$  mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung $a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$  = numerischer Parameter $\eta$  = Ausnutzungsgrad =  $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$ , bei  $\gamma=1$  gilt  $\eta = a / (1+a)$ , DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143 $\eta_{WE}$  = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

**7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)**
*Temperaturrandbedingungen*

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

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

**7.1 Zone 1 Büro**

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen  $\eta_{source}$  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  $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$  °C und  $Q_I = 28,8$  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   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$         | 0,761 | 0,951 | 0,988 | 0,993 | 0,990 | 0,988 | 0,962 | 0,762  |
| $\eta_{source,WE}$      | 0,693 | 0,986 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,991 | 0,726  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ kWh | 327   | 611   | 338   | 349   | 349   | 315   | 349   | 3.772  |
| $t_h$ h                 | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.291  |
| $Q_{h,b,RE}$ kWh        | 370   | 1.671 | 2.839 | 3.683 | 3.528 | 2.972 | 2.260 | 18.697 |
| $Q_{h,b,WE}$ kWh        | -     | -     | 424   | 646   | 574   | 453   | 147   | 2.244  |
| $Q_T$ kWh               | 760   | 1.349 | 1.918 | 2.357 | 2.346 | 2.023 | 1.912 | 15.817 |
| $Q_V$ kWh               | 1.116 | 1.980 | 2.815 | 3.460 | 3.443 | 2.970 | 2.806 | 23.217 |
| $Q_S^*$ kWh             | 1.152 | 995   | 372   | 233   | 447   | 480   | 1.237 | 10.198 |
| $Q_I^*$ kWh             | 659   | 952   | 1.128 | 1.298 | 1.269 | 1.106 | 1.074 | 9.671  |

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

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

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

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

### 7.2 Zone 2 Verkehrsflächen

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,982 | 0,998 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,897  |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,951 | 0,997 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,998 | 0,852  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 806   | 668   | 647   | 668   | 668   | 604   | 668   | 7.239  |
| $t_h$               | h   | 493   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.508  |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 1.358 | 2.793 | 4.545 | 5.580 | 5.338 | 4.625 | 3.921 | 31.462 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | -     | 420   | 1.257 | 1.713 | 1.604 | 1.355 | 948   | 7.403  |
| $Q_T$               | kWh | 1.480 | 2.626 | 3.734 | 4.589 | 4.566 | 3.939 | 3.721 | 30.792 |
| $Q_V$               | kWh | 1.256 | 2.221 | 3.153 | 3.873 | 3.854 | 3.325 | 3.143 | 26.045 |
| $Q_S^*$             | kWh | 1.630 | 1.239 | 438   | 300   | 611   | 544   | 1.364 | 15.000 |
| $Q_I^*$             | kWh | 198   | 396   | 701   | 947   | 925   | 774   | 634   | 5.247  |

### 7.3 Zone 3 Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,997 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,767  |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,767  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 275   | 787   | 1.120 | 1.158 | 1.158 | 1.046 | 1.158 | 7.798  |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.596  |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 1.131 | 4.174 | 6.945 | 8.670 | 8.595 | 7.353 | 6.710 | 48.401 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 158   | 716   | 1.422 | 2.075 | 2.040 | 1.675 | 1.261 | 9.944  |
| $Q_T$               | kWh | 1.116 | 3.202 | 5.330 | 6.874 | 6.831 | 5.823 | 5.252 | 39.013 |
| $Q_V$               | kWh | 793   | 2.374 | 3.990 | 5.160 | 5.127 | 4.368 | 3.929 | 28.950 |
| $Q_S^*$             | kWh | 292   | 32    | 0     | -     | 3     | 1     | 137   | 2.121  |
| $Q_I^*$             | kWh | 328   | 666   | 1.193 | 1.618 | 1.580 | 1.321 | 1.078 | 8.662  |

### 7.4 Zone 4 Sanitär

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,863 | 0,915 | 0,931 | 0,937 | 0,936 | 0,934 | 0,922 | 0,868 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 50    | 88    | 86    | 88    | 88    | 80    | 88    | 774   |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.361 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 184   | 318   | 414   | 489   | 485   | 423   | 410   | 3.509 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 21    | 43    | 101   | 139   | 137   | 115   | 94    | 722   |
| $Q_T$               | kWh | 124   | 220   | 312   | 384   | 382   | 330   | 311   | 2.577 |

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V</sub>   | kWh | 229 | 305 | 371 | 429 | 427 | 374 | 374 | 3.589 |
| Q <sub>S</sub> * | kWh | 11  | 6   | 0   | -   | 1   | 1   | 8   | 126   |
| Q <sub>I</sub> * | kWh | 137 | 158 | 172 | 191 | 190 | 168 | 174 | 1.827 |

### 7.5 Zone 5 Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

 mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$  °C und  $Q_I = 13,6$  kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,664 | 0,792 | 0,903 | 0,928 | 0,914 | 0,912 | 0,851 | 0,716 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,907 | 0,992 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,997 | 0,879 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 128   | 119   | 115   | 119   | 119   | 108   | 119   | 1.280 |
| $t_h$               | h   | 493   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.898 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 101   | 280   | 566   | 738   | 694   | 600   | 470   | 3.948 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | -     | 27    | 189   | 270   | 243   | 207   | 122   | 1.059 |
| Q <sub>T</sub>      | kWh | 267   | 474   | 674   | 828   | 824   | 711   | 672   | 5.557 |
| Q <sub>V</sub>      | kWh | 280   | 433   | 576   | 691   | 688   | 597   | 577   | 5.085 |
| Q <sub>S</sub> *    | kWh | 294   | 273   | 107   | 79    | 154   | 124   | 286   | 2.501 |
| Q <sub>I</sub> *    | kWh | 254   | 327   | 396   | 444   | 430   | 381   | 371   | 3.619 |

### 7.6 Zone 6 Logistik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,984 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,917  |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,969  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 587   | 1.019 | 986   | 1.019 | 1.019 | 920   | 1.019 | 9.453  |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.950  |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 1.145 | 3.227 | 4.871 | 6.019 | 5.932 | 5.079 | 4.578 | 34.821 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 204   | 641   | 1.482 | 2.023 | 1.981 | 1.650 | 1.314 | 9.816  |
| Q <sub>T</sub>      | kWh | 1.457 | 2.584 | 3.674 | 4.516 | 4.493 | 3.876 | 3.662 | 30.301 |
| Q <sub>V</sub>      | kWh | 1.718 | 3.036 | 4.310 | 5.294 | 5.268 | 4.545 | 4.296 | 35.607 |
| Q <sub>S</sub> *    | kWh | 701   | 435   | 165   | 98    | 178   | 217   | 561   | 7.520  |
| Q <sub>I</sub> *    | kWh | 1.125 | 1.320 | 1.509 | 1.730 | 1.715 | 1.502 | 1.506 | 14.875 |

### 7.7 Zone 7 Labor

Regelbetrieb (68,5%)

 mit  $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$  °C und  $Q_I = 35,7$  kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,228 | 0,386 | 0,534 | 0,592 | 0,580 | 0,566 | 0,485 | 0,355  |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,961 | 0,987 | 0,995 | 0,995 | 0,994 | 0,994 | 0,990 | 0,938  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.746  |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 50    | 192   | 446   | 635   | 609   | 505   | 378   | 3.022  |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 1.150 | 2.389 | 3.641 | 4.544 | 4.492 | 3.859 | 3.525 | 27.950 |

|                  |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
|------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>T</sub>   | kWh | 324   | 616   | 903   | 1.121 | 1.115 | 960   | 898   | 7.227  |
| Q <sub>V</sub>   | kWh | 1.445 | 2.750 | 4.030 | 5.003 | 4.977 | 4.282 | 4.008 | 32.243 |
| Q <sub>S</sub> * | kWh | 264   | 238   | 106   | 76    | 138   | 128   | 292   | 2.597  |
| Q <sub>I</sub> * | kWh | 305   | 549   | 761   | 898   | 875   | 763   | 711   | 6.051  |

### 7.8 Zone 8 Herstellungslabore

Regelbetrieb (68,5%)

 mit  $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$  °C und  $Q_I = 11,1$  kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,219 | 0,390 | 0,542 | 0,602 | 0,594 | 0,573 | 0,479 | 0,359 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,945 | 0,985 | 0,994 | 0,996 | 0,995 | 0,994 | 0,987 | 0,912 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.744 |
| Q <sub>h,b,RE</sub> | kWh | 15    | 62    | 142   | 204   | 198   | 162   | 118   | 938   |
| Q <sub>h,b,WE</sub> | kWh | 343   | 741   | 1.133 | 1.417 | 1.403 | 1.201 | 1.087 | 8.571 |
| Q <sub>T</sub>      | kWh | 107   | 204   | 299   | 371   | 369   | 317   | 297   | 2.390 |
| Q <sub>V</sub>      | kWh | 448   | 852   | 1.249 | 1.550 | 1.542 | 1.327 | 1.242 | 9.989 |
| Q <sub>S</sub> *    | kWh | 106   | 83    | 37    | 24    | 37    | 46    | 117   | 1.056 |
| Q <sub>I</sub> *    | kWh | 90    | 170   | 237   | 281   | 275   | 237   | 216   | 1.880 |

### 7.9 Zone 9 Lager

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,993 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,991 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.858 |
| Q <sub>h,b,RE</sub> | kWh | 149   | 298   | 420   | 507   | 506   | 438   | 419   | 3.259 |
| Q <sub>h,b,WE</sub> | kWh | 73    | 141   | 197   | 237   | 237   | 205   | 197   | 1.543 |
| Q <sub>T</sub>      | kWh | 114   | 217   | 318   | 394   | 392   | 338   | 316   | 2.542 |
| Q <sub>V</sub>      | kWh | 177   | 337   | 494   | 613   | 610   | 525   | 491   | 3.953 |
| Q <sub>S</sub> *    | kWh | 13    | 1     | -     | -     | -     | -     | 6     | 186   |
| Q <sub>I</sub> *    | kWh | 57    | 114   | 205   | 278   | 272   | 227   | 185   | 1.552 |

### 7.10 Zone 10 Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

 mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$  °C und  $Q_I = 5,8$  kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,573 | 0,640 | 0,666 | 0,688 | 0,689 | 0,711 | 0,711 | 0,625 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 25    | 45    | 49    | 51    | 51    | 46    | 51    | 425   |
| $t_h$               | h   | 477   | 510   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.867 |
| Q <sub>h,b,RE</sub> | kWh | 34    | 57    | 71    | 77    | 77    | 63    | 64    | 575   |
| Q <sub>h,b,WE</sub> | kWh | -     | -     | 10    | 17    | 17    | 13    | 9     | 65    |

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>T</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -     |
| Q <sub>V</sub>   | kWh | 138 | 186 | 227 | 264 | 263 | 230 | 230 | 2.184 |
| Q <sub>S</sub> * | kWh | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -     |
| Q <sub>I</sub> * | kWh | 103 | 128 | 147 | 170 | 170 | 154 | 157 | 1.542 |

### 7.11 Summe Heizwärmebedarf

|                     | Q <sub>T</sub><br>kWh/a | Q <sub>V</sub><br>kWh/a | Q <sub>S</sub> *<br>kWh/a | Q <sub>I</sub> *<br>kWh/a | Q <sub>h,b</sub><br>kWh/a | Q <sub>h,b</sub><br>kWh/(m <sup>2</sup> a) |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| 1 Büro              | 15.817                  | 23.217                  | 10.198                    | 9.671                     | 20.941                    | 53,1                                       |
| 2 Verkehrsflächen   | 30.792                  | 26.045                  | 15.000                    | 5.248                     | 38.865                    | 51,5                                       |
| 3 Technik           | 39.013                  | 28.950                  | 2.121                     | 8.662                     | 58.345                    | 44,6                                       |
| 4 Sanitär           | 2.577                   | 3.589                   | 126                       | 1.827                     | 4.231                     | 42,4                                       |
| 5 Aufenthalt        | 5.557                   | 5.085                   | 2.501                     | 3.619                     | 5.006                     | 37,2                                       |
| 6 Logistik          | 30.301                  | 35.607                  | 7.520                     | 14.875                    | 44.637                    | 38,8                                       |
| 7 Labor             | 7.227                   | 32.243                  | 2.597                     | 6.052                     | 30.972                    | 127,5                                      |
| 8 Herstellungslabor | 2.390                   | 9.989                   | 1.056                     | 1.880                     | 9.510                     | 125,9                                      |
| 9 Lager             | 2.542                   | 3.953                   | 186                       | 1.552                     | 4.802                     | 21,3                                       |
| 10 Besprechung      | -                       | 2.184                   | -                         | 1.542                     | 639                       | 11,1                                       |
|                     | 136.215                 | 170.863                 | 41.304                    | 54.926                    | 217.948                   | 49,1                                       |



**9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)**
**9.1 Gewählte RLT-Anlagen**

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

| Zone                 | Feuchteanf. | No Anlage      | Komponenten         | $\theta_{\text{SUP, Jan}}$<br>$^\circ\text{C}$ |
|----------------------|-------------|----------------|---------------------|--|
| 2 Verkehrsflächen    | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 3 Technik            | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 4 Sanitär            | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 5 Aufenthalt         | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 6 Logistik           | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 7 Labor              | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 8 Herstellungslabore | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 9 Lager              | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |
| 10 Besprechung       | mT          | 224 RLT-Anlage | VE LH LK LBd rec68+ | 20,0   |

 Zone <2> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 113 / 113 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <3> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 196 / 196 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <4> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 1497 / 1497 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <5> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 943 / 943 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <6> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 173 / 173 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <7> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 6075 / 6075 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <8> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 1888 / 1888 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <9> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 34 / 34 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

 Zone <10> RLT-Anlage (224) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 864 / 864 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert, rec68+ ()

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

 $\theta_{\text{SUP}}$  mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

**9.2 Strombedarf der Ventilatoren**

|                      | $V_{\text{mech, m}}$<br>$\text{m}^3/\text{h}$ | $t_v \cdot d_v$<br>$\text{h/m}$ | PV, SUP<br>$\text{kW}$ | PV, ETA<br>$\text{kW}$ | WV, Jan<br>$\text{kWh}$ |
|----------------------|---|---------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2 Verkehrsflächen    | 113   | 276                             | 0,05                   | 0,03                   | 22                      |
| 3 Technik            | 196   | 276                             | 0,08                   | 0,05                   | 38                      |
| 4 Sanitär            | 1497  | 276                             | 0,62                   | 0,42                   | 287                     |
| 5 Aufenthalt         | 943   | 276                             | 0,39                   | 0,26                   | 181                     |
| 6 Logistik           | 173   | 276                             | 0,07                   | 0,05                   | 33                      |
| 7 Labor              | 6075  | 510                             | 2,53                   | 1,69                   | 2.150                   |
| 8 Herstellungslabore | 1888  | 510                             | 0,79                   | 0,52                   | 668                     |
| 9 Lager              | 34  | 276                             | 0,01                   | 0,01                   | 6                       |
| 10 Besprechung       | 864   | 276                             | 0,36                   | 0,24                   | 166                     |

**monatliche Werte  $W_V$  [kWh]**

|                  | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2 Verkehrsfläch  | 21    | 22    | 21    | 22    | 22    | 19    | 22    | 253    |
| 3 Technik        | 36    | 38    | 36    | 38    | 38    | 34    | 38    | 442    |
| 4 Sanitär        | 278   | 287   | 278   | 287   | 287   | 259   | 287   | 3.380  |
| 5 Aufenthalt     | 175   | 181   | 175   | 181   | 181   | 163   | 181   | 2.129  |
| 6 Logistik       | 32    | 33    | 32    | 33    | 33    | 30    | 33    | 390    |
| 7 Labor          | 2.081 | 2.150 | 2.081 | 2.150 | 2.150 | 1.942 | 2.150 | 25.315 |
| 8 Herstellungs-l | 647   | 668   | 647   | 668   | 668   | 603   | 668   | 7.866  |
| 9 Lager          | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 75     |
| 10 Besprechung   | 160   | 166   | 160   | 166   | 166   | 150   | 166   | 1.950  |
|                  | 3.436 | 3.550 | 3.436 | 3.550 | 3.550 | 3.207 | 3.550 | 41.800 |

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

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

PV,SUP / PV,ETA = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren  
W<sub>V</sub> = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

### 9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

|                      | $\theta_{HC}$<br>°C | $q_{H,12h}$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $f_H$ | $q_H$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $Q_{V,H}$<br>kWh | $A_{K,A}$<br>m <sup>2</sup> |
|----------------------|---------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| 2 Verkehrsflächen    | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 41               | 0,0                         |
| 3 Technik            | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 72               | 0,0                         |
| 4 Sanitär            | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 549              | 0,0                         |
| 5 Aufenthalt         | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 346              | 0,0                         |
| 6 Logistik           | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 63               | 0,0                         |
| 7 Labor              | 21,4                | 489                              | 1,06  | 710                        | 4.314            | 0,0                         |
| 8 Herstellungslabore | 21,4                | 489                              | 1,06  | 710                        | 1.341            | 0,0                         |
| 9 Lager              | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 12               | 0,0                         |
| 10 Besprechung       | 21,4                | 489                              | 1,01  | 366                        | 317              | 0,0                         |

2 Verkehrsflächen: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

3 Technik: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

4 Sanitär: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

5 Aufenthalt: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

6 Logistik: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

7 Labor: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

8 Herstellungslabore: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

9 Lager: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

10 Besprechung: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 68% ()

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

|                      | Alt | $q_{C,12h}$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $f_C$ | $q_C$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $Q_{V,C}$<br>kWh | $A_{K,A}$<br>m <sup>2</sup> |
|----------------------|-----|----------------------------------|-------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| 2 Verkehrsflächen    | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 41               | 0,0                         |
| 3 Technik            | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 71               | 0,0                         |
| 4 Sanitär            | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 543              | 0,0                         |
| 5 Aufenthalt         | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 342              | 0,0                         |
| 6 Logistik           | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 63               | 0,0                         |
| 7 Labor              | -   | 499                              | 0,66  | 451                        | 2.741            | 0,0                         |
| 8 Herstellungslabore | -   | 499                              | 0,66  | 451                        | 852              | 0,0                         |
| 9 Lager              | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 12               | 0,0                         |
| 10 Besprechung       | -   | 499                              | 0,98  | 363                        | 314              | 0,0                         |

2 Verkehrsflächen: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

3 Technik: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

4 Sanitär: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

5 Aufenthalt: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

6 Logistik: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

7 Labor: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

8 Herstellungslabore: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

9 Lager: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

10 Besprechung: Energiebedarfskennwert "Luftkühlung" interpoliert für rec = 68%

Kennwerte für Dampfbefeuchtung im Januar

|                      | $q_{St,12h}$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $f_{St}$ | $q_{St}$<br>Wh/m <sup>3</sup> | $Q_{V,St}$<br>kWh |
|----------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|-------------------|
| 2 Verkehrsflächen    | 250                               | 1        | 186                           | 21                |
| 3 Technik            | 250                               | 1        | 186                           | 36                |
| 4 Sanitär            | 250                               | 1        | 186                           | 278               |
| 5 Aufenthalt         | 250                               | 1        | 186                           | 175               |
| 6 Logistik           | 250                               | 1        | 186                           | 32                |
| 7 Labor              | 250                               | 1        | 342                           | 2.080             |
| 8 Herstellungslabore | 250                               | 1        | 342                           | 647               |
| 9 Lager              | 250                               | 1        | 186                           | 6                 |
| 10 Besprechung       | 250                               | 1        | 186                           | 160               |

- 2 Verkehrsflächen: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 3 Technik: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 4 Sanitär: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 5 Aufenthalt: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 6 Logistik: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 7 Labor: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 8 Herstellungslabore: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 9 Lager: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%  
 10 Besprechung: Energiebedarfskennwert "Luftbefeuchtung" interpoliert für rec = 68%

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

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

$\theta_{HC}$  = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)

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

$f_i$  = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

#### 9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

##### Zone 2 Verkehrsflächen

|              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,H}$    | kWh | 8   | 14  | 26  | 42  | 41  | 35  | 28  | 247   |
| $t_{h^*,op}$ | h   | 47  | 90  | 164 | 266 | 259 | 216 | 173 | 1.444 |
| $Q_{h^*,b}$  | kWh | 8   | 16  | 29  | 47  | 46  | 38  | 30  | 270   |
|              |     | 8   | 16  | 29  | 47  | 46  | 38  | 30  | 270   |

##### Zone 3 Technik

|              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,H}$    | kWh | 13  | 25  | 46  | 74  | 72  | 60  | 48  | 428   |
| $t_{h^*,op}$ | h   | 47  | 90  | 164 | 266 | 259 | 216 | 173 | 1.444 |
| $Q_{h^*,b}$  | kWh | 14  | 27  | 50  | 81  | 79  | 66  | 53  | 470   |
|              |     | 22  | 43  | 79  | 128 | 125 | 104 | 83  | 740   |

##### Zone 4 Sanitär

|              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,H}$    | kWh | 100 | 191 | 349 | 562 | 549 | 458 | 365 | 3.271 |
| $t_{h^*,op}$ | h   | 47  | 90  | 164 | 266 | 259 | 216 | 173 | 1.444 |
| $Q_{h^*,b}$  | kWh | 110 | 210 | 384 | 618 | 603 | 504 | 401 | 3.599 |
|              |     | 132 | 253 | 463 | 746 | 728 | 607 | 484 | 4.338 |

##### Zone 5 Aufenthalt

|              |     | Sep | Okt | Nov | Dez   | Jan   | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-------|
| $Q_{V,H}$    | kWh | 63  | 120 | 220 | 354   | 346   | 288 | 230 | 2.061 |
| $t_{h^*,op}$ | h   | 47  | 90  | 164 | 266   | 259   | 216 | 173 | 1.444 |
| $Q_{h^*,b}$  | kWh | 69  | 132 | 242 | 389   | 380   | 317 | 253 | 2.267 |
|              |     | 201 | 385 | 705 | 1.135 | 1.108 | 925 | 737 | 6.605 |

##### Zone 6 Logistik

|              |     | Sep | Okt | Nov | Dez   | Jan   | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-------|
| $Q_{V,H}$    | kWh | 12  | 22  | 40  | 65    | 63    | 53  | 42  | 378   |
| $t_{h^*,op}$ | h   | 47  | 90  | 166 | 266   | 260   | 217 | 173 | 1.449 |
| $Q_{h^*,b}$  | kWh | 13  | 24  | 44  | 71    | 70    | 58  | 46  | 414   |
|              |     | 214 | 409 | 749 | 1.207 | 1.178 | 983 | 783 | 7.019 |

**Zone 7 Labor**

|                    |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,H</sub>   | kWh | 785   | 1.500 | 2.743 | 4.419 | 4.314 | 3.599 | 2.867 | 25.723 |
| t <sub>h*,op</sub> | h   | 87    | 166   | 304   | 491   | 478   | 399   | 319   | 2.666  |
| Q <sub>h*,b</sub>  | kWh | 864   | 1.650 | 3.018 | 4.861 | 4.745 | 3.959 | 3.154 | 28.295 |
|                    |     | 1.077 | 2.059 | 3.767 | 6.068 | 5.923 | 4.942 | 3.936 | 35.314 |

**Zone 8 Herstellungslabore**

|                    |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,H</sub>   | kWh | 244   | 466   | 853   | 1.373 | 1.341 | 1.119 | 891   | 7.994  |
| t <sub>h*,op</sub> | h   | 87    | 166   | 304   | 491   | 478   | 399   | 319   | 2.666  |
| Q <sub>h*,b</sub>  | kWh | 268   | 513   | 938   | 1.511 | 1.475 | 1.230 | 980   | 8.794  |
|                    |     | 1.346 | 2.572 | 4.705 | 7.579 | 7.397 | 6.172 | 4.917 | 44.108 |

**Zone 9 Lager**

|                    |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,H</sub>   | kWh | 2     | 4     | 8     | 13    | 12    | 10    | 8     | 74     |
| t <sub>h*,op</sub> | h   | 47    | 90    | 164   | 266   | 259   | 216   | 173   | 1.444  |
| Q <sub>h*,b</sub>  | kWh | 2     | 4     | 8     | 14    | 14    | 11    | 8     | 78     |
|                    |     | 1.348 | 2.576 | 4.713 | 7.593 | 7.411 | 6.184 | 4.925 | 44.186 |

**Zone 10 Besprechung**

|                    |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,H</sub>   | kWh | 58    | 110   | 201   | 324   | 317   | 264   | 210   | 1.888  |
| t <sub>h*,op</sub> | h   | 47    | 90    | 164   | 266   | 259   | 216   | 173   | 1.444  |
| Q <sub>h*,b</sub>  | kWh | 63    | 121   | 222   | 357   | 348   | 291   | 231   | 2.077  |
|                    |     | 1.411 | 2.697 | 4.934 | 7.950 | 7.759 | 6.474 | 5.156 | 46.263 |

**Nutzwärmebedarf Q<sub>V,H</sub> nach Heizbereichen [kWh]**

|                   | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |        |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 Fußbodenheizung | 9     | 17    | 31    | 50    | 49    | 41    | 32    | 290    |        |
| 2 Fußbodenheizung | 21    | 41    | 75    | 121   | 118   | 98    | 78    | 703    |        |
| 3 Fußbodenheizung | 26    | 50    | 92    | 148   | 145   | 121   | 96    | 864    |        |
| 4 freie Heizflä   | 88    | 169   | 309   | 499   | 487   | 406   | 323   | 2.895  |        |
| 5 freie Heizflä   | 83    | 159   | 292   | 470   | 459   | 383   | 305   | 2.735  |        |
| 6 freie Heizflä   | 48    | 91    | 167   | 269   | 262   | 219   | 174   | 1.564  |        |
| 7 Warmluftheizu   | 1.132 | 2.162 | 3.956 | 6.372 | 6.220 | 5.189 | 4.134 | 37.089 |        |
| 8 Warmluftheizu   | 4     | 7     | 13    | 21    | 21    | 17    | 14    | 124    |        |
|                   |       | 1.411 | 2.697 | 4.934 | 7.950 | 7.759 | 6.474 | 5.156  | 46.263 |

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

 mit Q<sub>V,H</sub> = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, t<sub>h\*,op</sub> = Bedarfszeit der Heizregister und Q<sub>h\*,b</sub> = Nutzwärmebedarf der Heizregister

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

 Q<sub>h\*,b</sub> nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

 Leitungsverluste mit A<sub>K,A</sub> und f<sub>vh,d</sub> = 16 W/m<sup>2</sup>
**9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung**
**Zone 2 Verkehrsflächen**

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 1   | 10  | 22  | 121   |
| t <sub>c*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204 | 267 | 1.096 |
| Q <sub>c*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 1   | 10  | 22  | 121   |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 1   | 10  | 22  | 121   |

## Zone 3 Technik

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 2   | 17  | 38  | 210   |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204 | 267 | 1.096 |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 2   | 17  | 38  | 210   |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 2   | 27  | 61  | 331   |

## Zone 4 Sanitär

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 12  | 131 | 294 | 1.601 |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204 | 267 | 1.096 |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 12  | 131 | 294 | 1.601 |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 14  | 158 | 355 | 1.932 |

## Zone 5 Aufenthalt

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 8   | 82  | 185 | 1.009 |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204 | 267 | 1.096 |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 8   | 82  | 185 | 1.009 |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 22  | 240 | 540 | 2.941 |

## Zone 6 Logistik

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 1   | 15  | 34  | 185   |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204 | 267 | 1.096 |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 1   | 15  | 34  | 185   |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 23  | 255 | 574 | 3.126 |

## Zone 7 Labor

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun   | Jahr   |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 60  | 659 | 1.483 | 8.079  |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 9   | 252 | 493   | 1.855  |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 60  | 659 | 1.483 | 8.079  |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 84  | 914 | 2.057 | 11.205 |

## Zone 8 Herstellungslabore

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai   | Jun   | Jahr   |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 19  | 205   | 461   | 2.511  |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 9   | 252   | 493   | 1.855  |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 19  | 205   | 461   | 2.511  |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 103 | 1.119 | 2.518 | 13.716 |

## Zone 9 Lager

|                    |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai   | Jun   | Jahr   |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,C</sub>   | kWh | -   | -   | -   | -   | 0   | 3     | 7     | 36     |
| t <sub>C*,op</sub> | h   | -   | -   | -   | -   | 7   | 204   | 267   | 1.096  |
| Q <sub>C*,b</sub>  | kWh | -   | -   | -   | -   | 0   | 3     | 7     | 36     |
|                    |     | -   | -   | -   | -   | 103 | 1.122 | 2.524 | 13.752 |

## Zone 10 Besprechung

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

|              |     |   |   |   |   |     |       |       |        |
|--------------|-----|---|---|---|---|-----|-------|-------|--------|
| $Q_{V,C}$    | kWh | - | - | - | - | 7   | 75    | 170   | 924    |
| $t_{c^*,op}$ | h   | - | - | - | - | 7   | 204   | 267   | 1.096  |
| $Q_{c^*,b}$  | kWh | - | - | - | - | 7   | 75    | 170   | 924    |
|              |     | - | - | - | - | 110 | 1.197 | 2.694 | 14.676 |

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

- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<2> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<3> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<4> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<5> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<6> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<7> = 0,660
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<8> = 0,660
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<9> = 0,984
- $f_{T,c,T3}$  Abs.7.3,<10> = 0,984

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

### 9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

#### Zone 2 Verkehrsflächen

|             |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $Q_{V,St}$  | kWh | 1   | 5   | 14  | 20  | 21  | 18  | 22  | 137  |
| $Q_{m^*,b}$ | kWh | 1   | 5   | 14  | 20  | 21  | 18  | 22  | 137  |
|             |     | 1   | 5   | 14  | 20  | 21  | 18  | 22  | 137  |

#### Zone 3 Technik

|             |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $Q_{V,St}$  | kWh | 2   | 9   | 24  | 35  | 36  | 31  | 38  | 238  |
| $Q_{m^*,b}$ | kWh | 2   | 9   | 24  | 35  | 36  | 31  | 38  | 238  |
|             |     | 3   | 14  | 39  | 56  | 57  | 50  | 60  | 375  |

#### Zone 4 Sanitär

|             |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,St}$  | kWh | 12  | 70  | 187 | 270 | 278 | 240 | 292 | 1.818 |
| $Q_{m^*,b}$ | kWh | 12  | 70  | 187 | 270 | 278 | 240 | 292 | 1.818 |
|             |     | 15  | 84  | 225 | 326 | 335 | 289 | 352 | 2.194 |

#### Zone 5 Aufenthalt

|             |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,St}$  | kWh | 8   | 44  | 118 | 170 | 175 | 151 | 184 | 1.145 |
| $Q_{m^*,b}$ | kWh | 8   | 44  | 118 | 170 | 175 | 151 | 184 | 1.145 |
|             |     | 22  | 129 | 343 | 496 | 510 | 441 | 536 | 3.339 |

#### Zone 6 Logistik

|             |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{V,St}$  | kWh | 1   | 8   | 22  | 31  | 32  | 28  | 34  | 210   |
| $Q_{m^*,b}$ | kWh | 1   | 8   | 22  | 31  | 32  | 28  | 34  | 210   |
|             |     | 24  | 137 | 364 | 527 | 542 | 468 | 570 | 3.549 |

## Zone 7 Labor

|                   |     | Sep | Okt | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,St</sub> | kWh | 92  | 524 | 1.398 | 2.022 | 2.080 | 1.798 | 2.189 | 13.623 |
| Q <sub>m*,b</sub> | kWh | 92  | 524 | 1.398 | 2.022 | 2.080 | 1.798 | 2.189 | 13.623 |
|                   |     | 115 | 661 | 1.762 | 2.549 | 2.623 | 2.266 | 2.759 | 17.172 |

## Zone 8 Herstellungslabore

|                   |     | Sep | Okt | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,St</sub> | kWh | 28  | 163 | 434   | 628   | 647   | 559   | 680   | 4.234  |
| Q <sub>m*,b</sub> | kWh | 28  | 163 | 434   | 628   | 647   | 559   | 680   | 4.234  |
|                   |     | 144 | 824 | 2.197 | 3.178 | 3.269 | 2.824 | 3.439 | 21.406 |

## Zone 9 Lager

|                   |     | Sep | Okt | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,St</sub> | kWh | 0   | 2   | 4     | 6     | 6     | 5     | 7     | 41     |
| Q <sub>m*,b</sub> | kWh | 0   | 2   | 4     | 6     | 6     | 5     | 7     | 41     |
|                   |     | 144 | 825 | 2.201 | 3.184 | 3.275 | 2.830 | 3.446 | 21.447 |

## Zone 10 Besprechung

|                   |     | Sep | Okt | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Q <sub>V,St</sub> | kWh | 7   | 40  | 108   | 156   | 160   | 138   | 169   | 1.049  |
| Q <sub>m*,b</sub> | kWh | 7   | 40  | 108   | 156   | 160   | 138   | 169   | 1.049  |
|                   |     | 151 | 866 | 2.309 | 3.339 | 3.436 | 2.968 | 3.614 | 22.497 |

mit Q<sub>V,St</sub> = Nutzenergiebedarf für Dampfbefeuchtung und Q<sub>m\*,b</sub> = Nutzenergiebedarf des Dampferzeugers  
Q<sub>m\*,b</sub> nach DIN V 18599-7, Gl.13, Dampferzeugung siehe "Klimakältesysteme"

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

## 10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (26), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

| Tageslichtbereich          | Zone   | $E_m$<br>lx | ATL<br>m <sup>2</sup> | ARB<br>m <sup>2</sup> | Tageslicht | CTL<br>% |
|----------------------------|--------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------|----------|
| 1 TRH Haupteingang-Treppe  | Ost 2  | 100         | 43,5                  | 54,7                  | gut        | 93       |
| 2 24-Vollautomatisches Ve  | Nord 6 | 100         | 158,7                 | 13,7                  | gering     | 44       |
| 3 26,30-Pufferzone, Anlie  | Nord 6 | 100         | 111,4                 | 6,8                   | keine      | 36       |
| 4 25-Lagerung Palettenlag  | Ost 6  | 100         | 367,1                 | 20,5                  | keine      | 45       |
| 5 06-Büro Tagesdienst Arz  | Süd 1  | 500         | 24,0                  | 3,9                   | gering     | 59       |
| 6 Auslieferung Wanenausga  | West 6 | 100         | 56,5                  | 14,6                  | mittel     | 81       |
| 7 22-Personalaufenthalt    | Süd 5  | 300         | 25,4                  | 7,5                   | gut        | 85       |
| 8 TRH Personal-Treppe      | Süd 2  | 100         | 31,0                  | 7,4                   | mittel     | 78       |
| 9 Flur                     | Süd 2  | 100         | 12,7                  | 9,6                   | gut        | 89       |
| 10 OG Büroräume Ost        | Ost 1  | 500         | 145,9                 | 29,4                  | mittel     | 63       |
| 11 08-Großraumbüro AMIKLIN | Ost 1  | 500         | 79,0                  | 13,7                  | gering     | 60       |
| 12 09,10- Abteilungsltg./  | Nord 1 | 500         | 39,5                  | 7,8                   | gering     | 53       |
| 13 55-Sozialraum           | Nord 5 | 300         | 23,3                  | 3,9                   | gering     | 61       |
| 14 56-Labor Qualitätskontr | Nord 7 | 500         | 40,9                  | 7,8                   | gering     | 49       |
| 15 52-Unit Dose (D) Versor | Süd 7  | 500         | 49,9                  | 9,8                   | mittel     | 68       |
| 16 57-Büro Qualitätskontro | West 1 | 500         | 20,0                  | 3,9                   | mittel     | 63       |
| 17 61-Labor Galenik (CNC)  | West 7 | 500         | 45,8                  | 9,8                   | mittel     | 63       |
| 18 62,12-Büro Qualitätskon | West 1 | 500         | 18,7                  | 3,9                   | mittel     | 64       |
| 19 Bereitstellungsfläche   | West 5 | 300         | 18,7                  | 3,9                   | mittel     | 76       |
| 20 Herstellung Aseptik     | West 8 | 500         | 19,9                  | 3,9                   | gering     | 61       |
| 21 50,51-(CNC) Büro Tagesd | West 1 | 500         | 45,7                  | 3,9                   | gering     | 46       |
| 22 47-(D) Herstellung Zyt  | West 8 | 500         | 46,6                  | 5,9                   | gering     | 50       |
| 23 TRH-Treppe              | Süd 2  | 100         | 19,5                  | 2,0                   | gering     | 63       |
| 24 Flur                    | Süd 2  | 100         | 13,5                  | 2,0                   | gering     | 71       |
| 25 Flur                    | Nord 2 | 100         | 13,7                  | 2,0                   | gering     | 59       |
| 26 Flur                    | West 2 | 100         | 13,4                  | 2,0                   | gering     | 66       |

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

| Zone                 | ANGF [m <sup>2</sup> ] | ATL [m <sup>2</sup> ] | AKTL [m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 Büro               | 394                    | 373                   | 21                     |
| 2 Verkehrsflächen    | 754                    | 147                   | 607                    |
| 3 Technik            | 1307                   | -                     | 1.307                  |
| 4 Sanitär            | 100                    | -                     | 100                    |
| 5 Aufenthalt         | 135                    | 67                    | 67                     |
| 6 Logistik           | 1150                   | 694                   | 457                    |
| 7 Labor              | 243                    | 137                   | 106                    |
| 8 Herstellungslabore | 76                     | 66                    | 9                      |
| 9 Lager              | 225                    | -                     | 225                    |
| 10 Besprechung       | 58                     | -                     | 58                     |

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

 mit  $\alpha_{TL} = \text{Tiefe des Tageslichtbereichs} = 2.5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$ , max. Raumtiefe,  $h_{St} = \text{Sturzhöhe der Rohbauöffnungen}$ ,  $h_{Ne} = \text{Höhe der Nutzebene über dem Fußboden}$ , und  $b_{TL} = \text{Breite des Tageslichtbereichs}$ 
 $ARB = \text{Fensterfläche (Rohbaumaße)}$ ,  $E_m = \text{Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)}$ 
 $\text{Tageslichtquotient } DR_b = \max[(4.13 + 20 \cdot I_{Tr} - 1.36 \cdot I_{Rt}) \cdot I_V; 0]$  (Gl.30),

 bei Dachoberlichtern  $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot ARB / ATL \cdot \eta_R$  (Gl. 35), mit  $D_a = \text{Außentageslichtquotient nach Tab.17}$ ,  $\eta_R = \text{Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19}$ 
 $CTL = \text{Tageslichtversorgungsfaktor} = CTL_{Vers,SNA} \cdot (1 - t_{rel,TL,SA}) + CTL_{Vers,SA} \cdot t_{rel,TL,SA}$  (Gl.31)

 $CTL$  bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung



## 10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

| Bereich               | CTL | CTL, kon | FTL   |       |       |       |       |       |    |
|-----------------------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
|                       |     |          | Jan % | Feb % | Mrz % | Apr % | Mai % | Jun % |    |
| 1 TRH Haupteingang-T  | 2   | 93       | 60    | 53    | 46    | 41    | 38    | 35    | 35 |
| 2 24-Vollautomatisch  | 6   | 44       | 50    | 81    | 79    | 77    | 75    | 74    | 74 |
| 3 26,30-Pufferzone,   | 6   | 36       | 50    | 85    | 82    | 81    | 80    | 79    | 79 |
| 4 25-Lagerung Palett  | 6   | 45       | 50    | 81    | 78    | 76    | 75    | 74    | 74 |
| 5 06-Büro Tagesdiens  | 1   | 59       | 47    | 76    | 73    | 71    | 69    | 68    | 68 |
| 6 Auslieferung Wanen  | 6   | 81       | 55    | 62    | 57    | 53    | 50    | 49    | 48 |
| 7 22-Personalaufenth  | 5   | 85       | 55    | 60    | 55    | 50    | 48    | 46    | 45 |
| 8 TRH Personal-Trepp  | 2   | 78       | 50    | 67    | 62    | 59    | 57    | 55    | 55 |
| 9 Flur                | 2   | 89       | 60    | 55    | 48    | 43    | 40    | 38    | 38 |
| 10 OG Büroräume Ost   | 1   | 63       | 52    | 72    | 68    | 65    | 63    | 62    | 61 |
| 11 08-Großraumbüro AM | 1   | 60       | 47    | 76    | 73    | 70    | 68    | 67    | 67 |
| 12 09,10- Abteilungs  | 1   | 53       | 47    | 79    | 76    | 73    | 72    | 71    | 71 |
| 13 55-Sozialraum      | 5   | 61       | 50    | 74    | 71    | 68    | 66    | 65    | 65 |
| 14 56-Labor Qualitäts | 7   | 49       | 47    | 81    | 78    | 76    | 74    | 74    | 73 |
| 15 52-Unit Dose (D) V | 7   | 68       | 47    | 73    | 69    | 66    | 64    | 63    | 63 |
| 16 57-Büro Qualitätsk | 1   | 63       | 47    | 75    | 71    | 69    | 67    | 66    | 66 |
| 17 61-Labor Galenik ( | 7   | 63       | 47    | 75    | 71    | 69    | 67    | 66    | 66 |
| 18 62,12-Büro Qualitä | 1   | 64       | 52    | 72    | 68    | 65    | 63    | 61    | 61 |
| 19 Bereitstellungsflä | 5   | 76       | 55    | 65    | 60    | 56    | 53    | 52    | 51 |
| 20 Herstellung Asept  | 8   | 61       | 47    | 76    | 72    | 69    | 68    | 67    | 66 |
| 21 50,51-(CNC) Büro T | 1   | 46       | 47    | 82    | 79    | 77    | 76    | 75    | 75 |
| 22 47-(D) Herstellung | 8   | 50       | 47    | 80    | 77    | 75    | 74    | 73    | 72 |
| 23 TRH-Treppe         | 2   | 63       | 50    | 73    | 69    | 66    | 64    | 63    | 63 |
| 24 Flur               | 2   | 71       | 50    | 70    | 65    | 62    | 60    | 59    | 58 |
| 25 Flur               | 2   | 59       | 50    | 75    | 71    | 68    | 67    | 65    | 65 |
| 26 Flur               | 2   | 66       | 50    | 72    | 68    | 65    | 63    | 61    | 61 |

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

 CTL<sub>kon</sub> = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25

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

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

## 10.3 Kunstlichtversorgung

 elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (10)  
 aus Angaben der Fachplanung, monatlich berechnet (Januar)

| Bereich              | Zone | E <sub>m</sub><br>lx | P <sub>j</sub><br>W/m <sup>2</sup> | f <sub>Prä</sub><br>m <sup>2</sup> | t <sub>T, TL</sub><br>h/m | t <sub>T, KTL</sub><br>h/a | t <sub>N</sub><br>h/a | Q <sub>l, b</sub><br>kWh/m |
|----------------------|------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 1 Büro             | 1    | 500                  | 5,0                                | 0,85                               | 138                       | 2162                       | 176                   | 306                        |
| 2 2 Verkehrsflächen  | 2    | 100                  | 2,2                                | 0,14                               | 20                        | 369                        | 30                    | 53                         |
| 3 3 Technik          | 3    | 100                  | 3,2                                | 0,07                               | 0                         | 175                        | 14                    | 67                         |
| 4 4 Sanitär          | 4    | 200                  | 5,0                                | 0,55                               | 0                         | 1399                       | 114                   | 64                         |
| 5 5 Aufenthalt       | 5    | 300                  | 4,8                                | 0,75                               | 107                       | 1907                       | 155                   | 95                         |
| 6 6 Logistik         | 6    | 100                  | 5,5                                | 0,07                               | 12                        | 175                        | 14                    | 91                         |
| 7 7 Labor            | 7    | 500                  | 5,5                                | 0,85                               | 140                       | 2162                       | 176                   | 232                        |
| 8 8 Herstellungs-lab | 8    | 500                  | 5,5                                | 0,85                               | 145                       | 2162                       | 176                   | 68                         |
| 9 9 Lager            | 9    | 100                  | 3,2                                | 0,07                               | 0                         | 175                        | 14                    | 12                         |
| 10 10 Besprechung    | 10   | 500                  | 5,0                                | 0,75                               | 0                         | 1907                       | 155                   | 50                         |

1038

 10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Q<sub>l,f</sub>

| Zone           | Sep<br>kWh | Okt<br>kWh | Nov<br>kWh | Dez<br>kWh | Jan<br>kWh | Feb<br>kWh | Mär<br>kWh | Jahr<br>kWh |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 Büro         | 195        | 209        | 209        | 228        | 214        | 187        | 200        | 2.398       |
| 2 Verkehrsfläc | 50         | 52         | 51         | 53         | 53         | 47         | 52         | 611         |
| 3 Technik      | 65         | 67         | 65         | 67         | 67         | 61         | 67         | 794         |
| 4 Sanitär      | 62         | 64         | 62         | 64         | 64         | 58         | 64         | 755         |

|                |     |     |     |     |     |     |     |        |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 5 Aufenthalt   | 89  | 94  | 93  | 100 | 95  | 84  | 91  | 1.089  |
| 6 Logistik     | 86  | 90  | 88  | 93  | 91  | 80  | 88  | 1.044  |
| 7 Labor        | 218 | 228 | 226 | 239 | 232 | 205 | 224 | 2.661  |
| 8 Herstellungs | 63  | 66  | 67  | 71  | 68  | 60  | 64  | 772    |
| 9 Lager        | 11  | 12  | 11  | 12  | 12  | 11  | 12  | 137    |
| 10 Besprechung | 49  | 50  | 49  | 50  | 50  | 46  | 50  | 594    |
|                | 888 | 932 | 922 | 978 | 947 | 838 | 912 | 10.853 |

$p_j$  = spezifische, elektrische Bewertungsleistung, manuelle Angabe nach Fachplanung

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

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

$Q_{i,b}$  = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung =  $p_j * [ATL * (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL * (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$  (Gl.2)

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

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

 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)  
 Betrachtungsmonat Juli

| Zone                 | Q <sub>sink</sub> | Q <sub>source</sub> | $\gamma$ | c <sub>wirk</sub> | $\tau$ | $\eta$ |
|----------------------|-------------------|---------------------|----------|-------------------|--------|--------|
| 1 Büro               | 35                | 107                 | 3,060    | 50,000            | 40,83  | 0,325  |
| 2 Verkehrsflächen    | 43                | 81                  | 1,879    | 50,000            | 61,34  | 0,516  |
| 3 Technik            | 80                | 28                  | 0,351    | 50,000            | 57,02  | 0,995  |
| 4 Sanitär            | 8                 | 7                   | 0,881    | 50,000            | 14,81  | 0,907  |
| 5 Aufenthalt         | 11                | 29                  | 2,726    | 50,000            | 23,51  | 0,366  |
| 6 Logistik           | 49                | 88                  | 1,797    | 50,000            | 81,81  | 0,544  |
| 7 Labor              | 0                 | 77                  | 0,000    | 50,000            | 5,50   | 0,000  |
| 8 Herstellungslabore | 0                 | 27                  | 0,000    | 50,000            | 5,50   | 0,000  |
| 9 Lager              | 0                 | 2                   | 0,000    | 50,000            | 146,08 | 0,000  |
| 10 Besprechung       | 4                 | 8                   | 2,216    | 50,000            | 16,03  | 0,457  |

**Kühlenergiebedarf**

| Zone                           | Dez<br>kWh | Jan<br>kWh | Feb<br>kWh | Mär<br>kWh | Apr<br>kWh | Mai<br>kWh | Jun<br>kWh | Jahr<br>kWh |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| ⇒ Q <sub>C,b</sub> (Raumklima) |            |            |            |            |            |            |            |             |
| 1 Büro                         | -          | -          | 1          | 8          | 202        | 540        | 1.102      | 4.918       |
| 2 Verkehrsfläc                 | -          | -          | -          | 1          | 29         | 158        | 458        | 2.093       |
| 3 Technik                      | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 1          | 4           |
| 4 Sanitär                      | -          | -          | -          | -          | 0          | 1          | 4          | 31          |
| 5 Aufenthalt                   | 2          | 4          | 4          | 19         | 107        | 177        | 282        | 1.600       |
| 6 Logistik                     | -          | -          | -          | -          | 9          | 90         | 357        | 1.907       |
| 7 Labor                        | 1.822      | 1.916      | 1.805      | 2.579      | 3.475      | 4.346      | 4.782      | 40.695      |
| 8 Herstellungs                 | 547        | 566        | 552        | 826        | 1.158      | 1.435      | 1.566      | 12.993      |
| 9 Lager                        | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 2          | 144         |
| 10 Besprechung                 | 1          | 1          | 1          | 3          | 13         | 46         | 69         | 383         |
| ⇒ Q <sub>C*,b</sub> (RLT)      |            |            |            |            |            |            |            |             |
| 2 Verkehrsfläc                 | -          | -          | -          | -          | 1          | 10         | 22         | 121         |
| 3 Technik                      | -          | -          | -          | -          | 2          | 17         | 38         | 210         |
| 4 Sanitär                      | -          | -          | -          | -          | 12         | 131        | 294        | 1.601       |
| 5 Aufenthalt                   | -          | -          | -          | -          | 8          | 82         | 185        | 1.009       |
| 6 Logistik                     | -          | -          | -          | -          | 1          | 15         | 34         | 185         |
| 7 Labor                        | -          | -          | -          | -          | 60         | 659        | 1.483      | 8.079       |
| 8 Herstellungs                 | -          | -          | -          | -          | 19         | 205        | 461        | 2.511       |
| 9 Lager                        | -          | -          | -          | -          | 0          | 3          | 7          | 36          |
| 10 Besprechung                 | -          | -          | -          | -          | 7          | 75         | 170        | 924         |

 Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q<sub>C,b</sub> und der RLT-Kühlregister Q<sub>C\*,b</sub>
 $Q_{C,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{source}$  mit  $Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source}$  (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

 berechnet mit  $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,soil} - 2K$  (T2 Gl.39), c<sub>wirk</sub> und Zeitkonstante  $\tau$  siehe Abschnitt 6.0

**11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q<sub>C,max</sub>**

 Q<sub>C,max</sub> nach DIN V 18599-2, Anhang C

| Zone              | t <sub>c,op,d</sub><br>h/d | Q <sub>C,max, Juli</sub><br>kW | Q <sub>C,max, Sept</sub><br>kW | techn.<br>gekühlt |
|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 1 Büro            | 13                         | 21,7                           | 17,4                           | nein              |
| 2 Verkehrsflächen | 13                         | 16,6                           | 13,7                           | ja                |
| 3 Technik         | 13                         | 7,4                            | 0,9                            | ja                |
| 4 Sanitär         | 13                         | 0,5                            | -0,7                           | ja                |
| 5 Aufenthalt      | 13                         | 4,8                            | 4,0                            | ja                |
| 6 Logistik        | 13                         | 8,7                            | 4,6                            | ja                |
| 7 Labor           | 24                         | 11,7                           | 6,9                            | ja                |

|                      |    |      |      |    |
|----------------------|----|------|------|----|
| 8 Herstellungslabore | 24 | 4,5  | 2,7  | ja |
| 9 Lager              | 13 | 0,4  | 0,1  | ja |
| 10 Besprechung       | 13 | 0,6  | 0,0  | ja |
|                      |    | 76,9 | 49,6 |    |

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

#### 11.4.2 Verkehrsflächen

##### Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (4.048 m<sup>2</sup>)

2 Verkehrsflächen

3 Technik

4 Sanitär

5 Aufenthalt

6 Logistik

7 Labor

8 Herstellungslabore

9 Lager

10 Besprechung

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

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

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

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampfvorsorgung  $Q_{St^*,outg} = Q_{St,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

| Monat          |     | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Apr   | Mai   | Jun   | Jahr   |
|----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{C^*,b}$    | kWh | -     | -     | -     | -     | 110   | 1.197 | 2.694 | 14.676 |
| $Q_{C^*,outg}$ | kWh | -     | -     | -     | -     | 133   | 1.449 | 3.260 | 17.759 |
| $Q_{m^*,outg}$ | kWh | 3.339 | 3.436 | 2.968 | 3.614 | 3.820 | 1.663 | 289   | 22.497 |
| $t_{C^*,op}$   | h   | -     | -     | -     | -     | 9     | 252   | 493   | 1.855  |

##### Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung:  $W_{Z,aux,d}$  Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung, Rückkühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit  $Q_Z = 55,1$  kW, Hilfsenergieaufwand  $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

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

| Monat      |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jahr |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $W_{Z,d}$  | kWh | -   | -   | -   | -   | 7   | 74  | 167 | 911  |
| $W_{hr,f}$ | kWh | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3    |
|            | kWh | 0   | 0   | 0   | 0   | 7   | 75  | 168 | 915  |

##### Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (212) 55,1 kW wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Kältemittel R134a, Trockenkühler, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Schraubenverdichter (5), EER = 2,90 mit  $f_{C,B} = 1$  (Baujahr 2010), konstante Kühlwassermenge, spezifischer Energiebedarf des Rückkühlers  $q_{R,el} = 0,030$  kW/kW (Gl.52)

Teillast-Kennwerte  $PLV_{AV}$  und Nutzungsfaktoren für den Rückkühler  $f_R$  nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

2 Verkehrsflächen, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

3 Technik, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

4 Sanitär, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

5 Aufenthalt, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

6 Logistik, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

7 Labor, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,82$ ,  $f_R = 0,11$  (A18)

8 Herstellungslabore, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,82$ ,  $f_R = 0,11$  (A18)

9 Lager, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

10 Besprechung, RLT-System,  $PLV_{AV} = 0,87$ ,  $f_R = 0,10$  (A3)

Mittelwerte  $PLV_{AV} = 0,83$ ,  $f_R = 0,11$

Betriebszeit der Rückkühlung  $t_{R,op}$  nach Gl.66 (Maximum aus RLT- und Raumkühlung)

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

Endenergie Rückkühlung  $W_{C,f,R,el} = Q'_{C,outg} * (1 + 1 / EER) * q_{R,el} * f_{R,av} * t_{R,op}$  (Gl.52),  $f_{R,av,i.M.} = 0,11$

Dampferzeugung,  $f_{m*,f} = 0,00$  (Tab.38) ()

| Monat          |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai   | Jun   | Jahr   |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|
| $Q_{C*,outg}$  | kWh | -   | -   | -   | -   | 133 | 1.449 | 3.260 | 17.759 |
| $Q_{C,f,el}$   | kWh | -   | -   | -   | -   | 55  | 599   | 1.349 | 7.348  |
| $t_{R,op}$     | h/m | -   | -   | -   | -   | 9   | 252   | 493   | 1.855  |
| $W_{C,f,R,el}$ | kWh | -   | -   | -   | -   | 2   | 60    | 117   | 441    |

Regenerativer Anteil  $Q_{C,reg} = 17.759 - 7.348 = 10.410$  kWh/a (58,6 %)

|            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Q_{m*,f}$ | kWh | - | - | - | - | - | - | - | - |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

### 11.5.3 Technik

#### Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampferzeugung  $Q_{st*,outg} = Q_{st,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem:

### 11.6.4 Sanitär

#### Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampferzeugung  $Q_{st*,outg} = Q_{st,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem:

### 11.7.5 Aufenthalt

#### Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampferzeugung  $Q_{st*,outg} = Q_{st,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem:

### 11.8.6 Logistik

#### Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampferzeugung  $Q_{st*,outg} = Q_{st,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

*11.9 7 Labor**Erzeuger-Nutzkältebedarf*

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampfversorgung  $Q_{St^*,outg} = Q_{St,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

*11.10 8 Herstellungslabore**Erzeuger-Nutzkältebedarf*

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampfversorgung  $Q_{St^*,outg} = Q_{St,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

*11.11 9 Lager**Erzeuger-Nutzkältebedarf*

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampfversorgung  $Q_{St^*,outg} = Q_{St,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

*11.12 10 Besprechung**Erzeuger-Nutzkältebedarf*

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "2 Verkehrsflächen"

Erzeuger-Nutzwärmeabgabe für die Dampfversorgung  $Q_{St^*,outg} = Q_{St,b}$  (T7, Gl.24)

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsenergie

| Monat       |     | Dez | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun   | Jahr  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| $W_{C,f}$   | kWh | -   | -   | -   | -   | 55  | 599 | 1.349 | 7.348 |
| $Q_{C,aux}$ | kWh | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 135 | 285   | 1.356 |
| Strom-Mix   | kWh | -   | -   | -   | -   | 55  | 599 | 1.349 | 7.348 |

**12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)**
**12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser**

| Zone                 | Nutzung         | $q_{w,b}$<br>kWh/d | je                        | Menge | $Q_{w,b,Jan}$<br>kWh/M |
|----------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|-------|------------------------|
| 1 Büro               | nicht relevant  |                    |                           |       | -                      |
| 2 Verkehrsflächen    | nicht relevant  |                    |                           |       | -                      |
| 3 Technik            | nicht relevant  |                    |                           |       | -                      |
| 4 Sanitär            | Bürogebäude     | 0,030              | m <sup>2</sup> Bürofläche | 394   | 251 c                  |
| 5 Aufenthalt         | vernachlässigt  |                    |                           |       | - b                    |
| 6 Logistik           | Werkstatt, Indu | 0,090              | m <sup>2</sup> Werkstattf | 1150  | 2.198 c                |
| 7 Labor              | Labor           | 0,030              | m <sup>2</sup> Labor      | 243   | 155 c                  |
| 8 Herstellungslabore | Labor           | 0,030              | m <sup>2</sup> Labor      | 76    | 48 c                   |
| 9 Lager              | nicht relevant  |                    |                           |       | -                      |
| 10 Besprechung       | 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

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

**12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme**

| Versorgungsbereich       | Zonen(n) | $f_{zapf}$ | $Q_{w,b}$<br>kWh/Jahr |
|--------------------------|----------|------------|-----------------------|
| 1 zentrale WW-Versorgung | 4/6/7/8/ | 1,00       | 31.226                |

**12.3 Verteilungsnetze**

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8

Verteilungssystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an  $z = 11,0$  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  $V = 0,80$  m<sup>3</sup>/h,  $\Delta p = 25,7$  kPa,  $P_{hydr} = 5,697$  kPa\*m<sup>3</sup>/h,  $e_{w,d,aux} = 8,1$

Elektrische Leistungsaufnahme  $P_p =$  unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

|   | Verteilung (V) |              |              | Stränge (S) |     | Stichtlg. (St) |     |      |
|---|----------------|--------------|--------------|-------------|-----|----------------|-----|------|
| (1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8 |                |              |              |             |     |                |     |      |
| Leitungslängen $l_i$                        | 122 m          | 151 m        | 303 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 $\theta_{I,Jan}$        | 19,9 °C        | 19,9 °C      | 19,9 °C      |             |     |                |     |      |
| Monat                                       | Sep            | Okt          | Nov          | Dez         | Jan | Feb            | Mär | Jahr |

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8

| $Q_{w,b}$    | kWh | 2.567 | 2.652 | 2.567 | 2.652 | 2.652 | 2.395 | 2.652 | 31.226 |
|--------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w,d,V}$  | kWh | 499   | 521   | 509   | 530   | 529   | 477   | 526   | 6.130  |
| $Q_{w,d,S}$  | kWh | 766   | 799   | 782   | 813   | 813   | 733   | 807   | 9.406  |
| $Q_{w,d,St}$ | kWh | 466   | 492   | 488   | 511   | 511   | 460   | 503   | 5.796  |
| $Q_{w,d}$    | kWh | 1.731 | 1.812 | 1.779 | 1.854 | 1.853 | 1.670 | 1.835 | 21.333 |
| $W_{w,d}$    | kWh | 10    | 11    | 10    | 11    | 11    | 10    | 11    | 127    |
| $Q_{I,w,d}$  | kWh | 1.731 | 1.812 | 1.779 | 1.854 | 1.853 | 1.670 | 1.835 | 21.333 |

Aufteilung  $Q_{l,w,d}$ : 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 Sticleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell

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

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

#### 12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen  $V = 800$  Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust  $Q_{s,P0,day} = 1,8$  kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort  $\theta_l$  13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

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

Speicherladepumpe mit  $P_p = 51$  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   |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| (1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w,outg}$                                | kWh | 4.298 | 4.464 | 4.345 | 4.506 | 4.505 | 4.065 | 4.487 | 52.559 |
| $Q_{w,s}$                                   | kWh | 42    | 43    | 42    | 43    | 43    | 39    | 43    | 469    |
| $W_{w,s}$                                   | kWh | 10    | 11    | 10    | 11    | 11    | 10    | 11    | 124    |

#### 12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

#### 12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

| Monat                                       |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| (1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w,outg}$                                | kWh | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |

#### 12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

#### 12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8

Wärmeerzeuger 40 Fernwärme 26,6 kW (Nah-/Fernwärme HW, fossil),  $f_p = 0,30$ , siehe Heizbereich 1

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

Dämmklasse nach EN 12828 = 4, Umgebungstemperatur am Aufstellort  $\theta_l = 13,0$  °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) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6/7/8 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w,outg}$                                | kWh | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |
| $Q_{w,g}$                                   | kWh | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      |
| $Q_{w,f}$                                   | kWh | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |

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



## 12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

| Monat           |       | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{w, outg}$   | kWh   | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |
| $Q_{w, f}$      | kWh   | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |
| $W_{w, f}$      | kWh   | 21    | 21    | 21    | 21    | 21    | 19    | 21    | 251    |
| Nah-/Fernw      | kWh   | 4.339 | 4.507 | 4.387 | 4.549 | 4.548 | 4.104 | 4.530 | 53.027 |
| $Q_{I, w, <4>}$ | kWh/d | 3,7   | 3,7   | 3,8   | 3,8   | 3,8   | 3,8   | 3,8   |        |
| $Q_{I, w, <6>}$ | kWh/d | 42,3  | 42,8  | 43,5  | 43,8  | 43,8  | 43,7  | 43,4  |        |
| $Q_{I, w, <7>}$ | kWh/d | 8,9   | 9,1   | 9,2   | 9,3   | 9,3   | 9,2   | 9,2   |        |
| $Q_{I, w, <8>}$ | kWh/d | 2,8   | 2,8   | 2,8   | 2,9   | 2,9   | 2,9   | 2,8   |        |

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

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

Unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_I$  werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

### 13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

| Zone                 | $Q_{T,max}$<br>kW | $Q_{V,max}$<br>kW | $V_{mech}$<br>m <sup>3</sup> /h | $Q_{V,mech}$<br>kW | $\Phi_{h,max}$<br>kW |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|
| 1 Büro               | 5,5               | 4,9               | 0                               | 0,0                | 10,5                 |
| 2 Verkehrsflächen    | 10,8              | 4,1               | 108                             | 0,5                | 15,4                 |
| 3 Technik            | 20,2              | 7,7               | 196                             | 0,9                | 28,7                 |
| 4 Sanitär            | 0,9               | 0,5               | 1499                            | 6,5                | 8,0                  |
| 5 Aufenthalt         | 2,0               | 0,8               | 945                             | 4,1                | 6,9                  |
| 6 Logistik           | 10,6              | 5,4               | 184                             | 0,8                | 16,8                 |
| 7 Labor              | 2,3               | 0,9               | 6075                            | 24,0               | 27,2                 |
| 8 Herstellungslabore | 0,8               | 0,3               | 1886                            | 7,4                | 8,5                  |
| 9 Lager              | 0,8               | 0,6               | 34                              | 0,1                | 1,6                  |
| 10 Besprechung       | 0,0               | 0,3               | 866                             | 3,8                | 4,1                  |

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

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

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

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

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

#### 13.2 Eingesetzte Heizsysteme

| Anlage                               | Versorgungsbereich | Zone(n) | $Q_{h,b}$<br>kWh/Jahr | $\Phi_{h,max}$<br>kW | $Q_{N,h}$<br>kW |
|--------------------------------------|--------------------|---------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| 1 Fußbodenheizung Nasssystem         | 70%                | 6/      | 31.536                | 16,8                 | 18,5            |
| 2 Fußbodenheizung Nasssystem         | 31%                | 5/      | 2.255                 | 6,9                  | 7,6             |
| 3 Fußbodenheizung Nasssystem         | 24%                | 4/      | 1.879                 | 8,0                  | 8,8             |
| 4 freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr | ****               | ****    | 126.487               | 60,2                 | 65,9            |
| 5 freie Heizflächen 60 / 40°C 2-     | 76%                | 4/      | 5.950                 | 8,0                  | 8,8             |
| 6 freie Heizflächen 60 / 40°C 2-     | 69%                | 5/      | 5.018                 | 6,9                  | 7,6             |
| 7 Warmluftheizung Umluftheizung      |                    | 7/8/    | 77.570                | 35,6                 | 39,2            |
| 8 Warmluftheizung Umluftheizung      | 30%                | 6/      | 13.515                | 16,8                 | 18,5            |
| 9                                    |                    |         |                       |                      |                 |

\*\*\*\* = 1/2/3/9/10/

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

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

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

<4> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 60/40 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb ja, Einzelraumregelsystem ohne

<5> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb ja, 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 ja, Einzelraumregelsystem ohne

<7> Ablufttemperaturregelung hohe Qualität

<8> Ablufttemperaturregelung hohe Qualität

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

#### Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

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

|                             |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
|-----------------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Q <sub>h,b,&lt;1&gt;</sub>  | kWh | 944   | 2.707  | 4.447  | 5.630  | 5.539  | 4.711  | 4.125  | 31.246  |
| Q <sub>h*,b,&lt;1&gt;</sub> | kWh | 9     | 17     | 31     | 50     | 49     | 41     | 32     | 290     |
| Q <sub>h,b,&lt;2&gt;</sub>  | kWh | 31    | 95     | 234    | 312    | 290    | 250    | 183    | 1.552   |
| Q <sub>h*,b,&lt;2&gt;</sub> | kWh | 21    | 41     | 75     | 121    | 118    | 98     | 78     | 703     |
| Q <sub>h,b,&lt;3&gt;</sub>  | kWh | 49    | 87     | 124    | 151    | 149    | 129    | 121    | 1.015   |
| Q <sub>h*,b,&lt;3&gt;</sub> | kWh | 26    | 50     | 92     | 148    | 145    | 121    | 96     | 864     |
| Q <sub>h,b,&lt;4&gt;</sub>  | kWh | 3.272 | 10.269 | 18.130 | 23.204 | 22.515 | 19.153 | 15.935 | 123.592 |
| Q <sub>h*,b,&lt;4&gt;</sub> | kWh | 88    | 169    | 309    | 499    | 487    | 406    | 323    | 2.895   |
| Q <sub>h,b,&lt;5&gt;</sub>  | kWh | 155   | 274    | 391    | 478    | 473    | 409    | 383    | 3.215   |
| Q <sub>h*,b,&lt;5&gt;</sub> | kWh | 83    | 159    | 292    | 470    | 459    | 383    | 305    | 2.735   |
| Q <sub>h,b,&lt;6&gt;</sub>  | kWh | 70    | 212    | 521    | 696    | 646    | 557    | 408    | 3.454   |
| Q <sub>h*,b,&lt;6&gt;</sub> | kWh | 48    | 91     | 167    | 269    | 262    | 219    | 174    | 1.564   |
| Q <sub>h,b,&lt;7&gt;</sub>  | kWh | 1.558 | 3.384  | 5.362  | 6.799  | 6.702  | 5.727  | 5.108  | 40.482  |
| Q <sub>h*,b,&lt;7&gt;</sub> | kWh | 1.132 | 2.162  | 3.956  | 6.372  | 6.220  | 5.189  | 4.134  | 37.089  |
| Q <sub>h,b,&lt;8&gt;</sub>  | kWh | 405   | 1.160  | 1.906  | 2.413  | 2.374  | 2.019  | 1.768  | 13.391  |
| Q <sub>h*,b,&lt;8&gt;</sub> | kWh | 4     | 7      | 13     | 21     | 21     | 17     | 14     | 124     |

Nutz-Heizwärmebedarf Q<sub>h,b</sub> nach T2, maximale Heizleistung Φ<sub>h,max</sub> (T2, Anhang B) und Kesselnennleistung Q<sub>N,h</sub> nach T5, 5.4

### 13.3 Heizzeiten

#### (1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone 6 Logistik

| Monat                         |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| t <sub>h &lt;6&gt;</sub>      | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.950 |
| t <sub>h,rL,d &lt;6&gt;</sub> | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| d <sub>h,rB &lt;6&gt;</sub>   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 225   |
| t <sub>h,rL &lt;6&gt;</sub>   | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.410 |

#### (2) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone 5 Aufenthalt

| Monat                         |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| t <sub>h &lt;5&gt;</sub>      | h/m | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.898 |
| t <sub>h,rL,d &lt;5&gt;</sub> | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| d <sub>h,rB &lt;5&gt;</sub>   | d/m | 14  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 223   |
| t <sub>h,rL &lt;5&gt;</sub>   | h/m | 185 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.377 |

#### (3) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone 4 Sanitär

| Monat                         |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| t <sub>h &lt;4&gt;</sub>      | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.361 |
| t <sub>h,rL,d &lt;4&gt;</sub> | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| d <sub>h,rB &lt;4&gt;</sub>   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 265   |
| t <sub>h,rL &lt;4&gt;</sub>   | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.934 |

#### (4) Bereich "freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr", Leitzone 1 Büro

| Monat                         |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| t <sub>h &lt;1&gt;</sub>      | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.291 |
| t <sub>h,rL,d &lt;1&gt;</sub> | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| d <sub>h,rB &lt;1&gt;</sub>   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 263   |
| t <sub>h,rL &lt;1&gt;</sub>   | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.907 |

#### (5) Bereich "freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr", Leitzone 4 Sanitär

| Monat                         |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| t <sub>h &lt;4&gt;</sub>      | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.361 |
| t <sub>h,rL,d &lt;4&gt;</sub> | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| d <sub>h,rB &lt;4&gt;</sub>   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 265   |
| t <sub>h,rL &lt;4&gt;</sub>   | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.934 |

#### (6) Bereich "freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr", Leitzone 5 Aufenthalt

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

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <5>$        | h/m | 493 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.898 |
| $t_{h,rL,d} <5>$ | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h,rB} <5>$   | d/m | 14  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 223   |
| $t_{h,rL} <5>$   | h/m | 185 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.377 |

**(7) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone 7 Labor**

| Monat            |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <7>$        | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.746 |
| $t_{h,rL,d} <7>$ | h/d | 24  | 24  | 24  | 24  | 24  | 24  | 24  |       |
| $d_{h,rB} <7>$   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 276   |
| $t_{h,rL} <7>$   | h/m | 499 | 557 | 585 | 632 | 631 | 563 | 599 | 6.628 |

**(8) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone 6 Logistik**

| Monat            |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <6>$        | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 6.950 |
| $t_{h,rL,d} <6>$ | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h,rB} <6>$   | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 225   |
| $t_{h,rL} <6>$   | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.410 |

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

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

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

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

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

**13.4 Heizwärmeübergabe****(1) Fußbodenheizung Nasssystem**

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

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2-0,2+0,2-1,2 = 0,60^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (4,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * n_{fan} + P_{Pu,aux} * n_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

**(2) Fußbodenheizung Nasssystem**

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (12,2%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * n_{fan} + P_{Pu,aux} * n_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

**(3) Fußbodenheizung Nasssystem**

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (17,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * n_{fan} + P_{Pu,aux} * n_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

**(4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr**

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 60/40 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb  
 ja, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2-0,3+0,2+0 = 1,50^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (10,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * \eta_{fan} + P_{Pu,aux} * \eta_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

(5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor  
 Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb  
 ja, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2-0,3+0,2+0 = 1,50^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (14,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * \eta_{fan} + P_{Pu,aux} * \eta_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

(6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor  
 Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb  
 ja, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2-0,3+0,2+0 = 1,50^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (10,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * \eta_{fan} + P_{Pu,aux} * \eta_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

(7) Warmluftheizung Umluftheizung

Ablufttemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = 1,5 = 1,50^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (12,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * \eta_{fan} + P_{Pu,aux} * \eta_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

(8) Warmluftheizung Umluftheizung

Ablufttemperaturregelung hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta\vartheta_{ce} = 1,5 = 1,50^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (10,2%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

$W_{h,ce} = P_{C,aux} * d_{mth} * 24/1000 + (P_{fan,aux} * \eta_{fan} + P_{Pu,aux} * \eta_{Pu}) * t_{h,rL}/1000$  (T5 Gl.44)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

|            |     |     |       |       |       |       |       |       |        |
|------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,b}$  | kWh | 944 | 2.707 | 4.447 | 5.630 | 5.539 | 4.711 | 4.125 | 31.246 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 88  | 148   | 165   | 176   | 174   | 155   | 159   | 1.276  |
| $W_{h,ce}$ | kWh | 0   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1      |

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

|            |     |    |    |     |     |     |     |     |       |
|------------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{h,b}$  | kWh | 31 | 95 | 234 | 312 | 290 | 250 | 183 | 1.552 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 9  | 16 | 26  | 30  | 28  | 25  | 21  | 189   |
| $W_{h,ce}$ | kWh | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1     |

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

|            |     |    |    |     |     |     |     |     |       |
|------------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{h,b}$  | kWh | 49 | 87 | 124 | 151 | 149 | 129 | 121 | 1.015 |
| $Q_{h,ce}$ | kWh | 14 | 14 | 14  | 14  | 14  | 13  | 14  | 174   |

|   |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
|---|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| <b>(4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 3.272 | 10.269 | 18.130 | 23.204 | 22.515 | 19.153 | 15.935 | 123.592 |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 772   | 1.411  | 1.695  | 1.824  | 1.779  | 1.584  | 1.545  | 12.504  |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| <b>(5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 155   | 274    | 391    | 478    | 473    | 409    | 383    | 3.215   |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 37    | 38     | 37     | 38     | 38     | 34     | 37     | 459     |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| <b>(6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 70    | 212    | 521    | 696    | 646    | 557    | 408    | 3.454   |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 16    | 29     | 49     | 55     | 51     | 46     | 40     | 350     |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| <b>(7) Warmluftheizung Umluftheizung</b>      |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 1.558 | 3.384  | 5.362  | 6.799  | 6.702  | 5.727  | 5.108  | 40.482  |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 410   | 483    | 506    | 534    | 529    | 475    | 501    | 4.973   |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| <b>(8) Warmluftheizung Umluftheizung</b>      |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 405   | 1.160  | 1.906  | 2.413  | 2.374  | 2.019  | 1.768  | 13.391  |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 95    | 158    | 177    | 188    | 186    | 166    | 170    | 1.367   |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1       |
| $\Sigma Q_{h,b+ce}$                           | kWh | 7.926 | 20.487 | 33.782 | 42.540 | 41.488 | 35.452 | 30.520 | 239.239 |

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

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

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

Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe  $W_{h,ce}$  mit den Parametern

$P_C$  = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.20 oder Herstellerangabe)

$P_V / P_P$  = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.21)

$P_{h,aux}$  = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung ( $h_R > 4m$ , Gl.49)

### 13.5 Heizwärmeverteilung

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

#### (1) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich} = 1150,3 \text{ m}^2$ , Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA} = 35 \text{ °C} / \theta_{RA} = 28 \text{ °C}$ , Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 70 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  konstant, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

#### (2) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich} = 134,7 \text{ m}^2$ , Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA} = 35 \text{ °C} / \theta_{RA} = 28 \text{ °C}$ ,  $T_{i,Soll,<5>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 47 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  konstant, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (3) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich}$  = 99,8 m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA}$  = 35 °C /  $\theta_{RA}$  = 28 °C,  $T_{i,Soll,<4>}$  = 21,0 °C

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 47 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren  $f_{hydr}$ . Abgleich = -,  $f_{Netzform}$  = 1,00,  $f_{d,Pumpenmanagement}$  = 0,45

Heizungspumpe  $\Delta p$  konstant, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich}$  = 2738,3 m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA}$  = 60 °C /  $\theta_{RA}$  = 40 °C,  $T_{i,Soll,<1>}$  = 21,0 °C

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 30 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  variabel, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich}$  = 99,8 m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA}$  = 60 °C /  $\theta_{RA}$  = 40 °C,  $T_{i,Soll,<4>}$  = 21,0 °C

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 22 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  variabel, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich}$  = 134,7 m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA}$  = 60 °C /  $\theta_{RA}$  = 40 °C,  $T_{i,Soll,<5>}$  = 21,0 °C

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 22 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  variabel, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (7) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich}$  = 318,5 m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA}$  = 60 °C /  $\theta_{RA}$  = 40 °C,  $T_{i,Soll,<7>}$  = 20,0 °C

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 22 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  variabel, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt, intermittierend

### (8) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Einrohrnetz, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1150,3 \text{ m}^2$ , Geschosshöhe i.M. = 4,52 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{\text{VA}} = 60 \text{ °C} / \theta_{\text{RA}} = 40 \text{ °C}$ ,  $T_{\text{i,Soll,<6>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 40 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe  $\Delta p$  variabel, bedarfsgerecht,  $P_{\text{Pumpe}}$  unbekannt, intermittierend

|   | Verteilung (V) | Stränge (S)  | Anbindung (A) |
|---|----------------|--------------|---------------|
| <b>(1) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 183,2 m        | 143,8 m      | 9,0 m         |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(2) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 36,8 m         | 1,9 m        | - m           |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(3) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 56,4 m         | 4,8 m        | 9,0 m         |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 316,1 m        | 479,9 m      | 684,6 m       |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 56,4 m         | 4,8 m        | 25,0 m        |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr</b> |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 62,7 m         | 7,3 m        | 33,7 m        |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(7) Warmluftheizung Umluftheizung</b>      |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 90,8 m         | 24,1 m       | 79,6 m        |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(8) Warmluftheizung Umluftheizung</b>      |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 91,6 m         | 71,9 m       | 287,6 m       |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$   | 20,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |

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

| Monat                                 | Sep  | Okt  | Nov  | Dez  | Jan  | Feb  | Mär  | Jahr |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>(1) Fußbodenheizung Nasssystem</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $\beta_{\text{h,d}}$                  | 0,09 | 0,23 | 0,38 | 0,46 | 0,46 | 0,43 | 0,34 |      |
| $\theta_{\text{VL,av}}$               | °C   | 22,5 | 24,7 | 26,8 | 28,0 | 27,9 | 27,5 | 26,3 |
| $\theta_{\text{RL,av}}$               | °C   | 21,7 | 22,8 | 23,9 | 24,5 | 24,4 | 24,3 | 23,6 |



|             |     |    |    |     |     |     |     |     |       |
|-------------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_{h,d}$   | kWh | 29 | 75 | 150 | 213 | 209 | 172 | 138 | 1.083 |
| $W_{h,d}$   | kWh | 18 | 26 | 34  | 41  | 40  | 35  | 33  | 277   |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 29 | 75 | 150 | 213 | 209 | 172 | 138 | 1.083 |

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

## (2) Fußbodenheizung Nasssystem

|                  |    |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$    |    | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |  |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,3 | 21,4 | 22,0 | 22,2 | 22,1 | 22,1 | 21,8 |  |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,1 | 21,2 | 21,5 | 21,6 | 21,6 | 21,5 | 21,4 |  |

|             |     |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| $Q_{h,d}$   | kWh | 2 | 3 | 5 | 7 | 7 | 6 | 5 | 42 |
| $W_{h,d}$   | kWh | - | - | - | - | - | - | - | -  |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 2 | 3 | 5 | 7 | 7 | 6 | 5 | 42 |

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

## (3) Fußbodenheizung Nasssystem

|                  |    |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$    |    | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |  |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 21,2 | 21,4 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,4 |  |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 21,1 | 21,2 | 21,2 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,2 |  |

|             |     |   |   |   |    |    |   |   |    |
|-------------|-----|---|---|---|----|----|---|---|----|
| $Q_{h,d}$   | kWh | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | 8 | 8 | 75 |
| $W_{h,d}$   | kWh | - | - | - | -  | -  | - | - | -  |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | 8 | 8 | 75 |

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

## (4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

|                  |    |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$    |    | 0,09 | 0,26 | 0,46 | 0,56 | 0,54 | 0,51 | 0,39 |  |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 27,3 | 34,9 | 42,4 | 45,9 | 45,4 | 44,3 | 39,9 |  |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 24,1 | 27,8 | 31,4 | 33,1 | 32,9 | 32,4 | 30,2 |  |

|             |     |     |       |       |       |       |       |       |        |
|-------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,d}$   | kWh | 552 | 1.255 | 2.364 | 3.251 | 3.170 | 2.642 | 2.119 | 17.272 |
| $W_{h,d}$   | kWh | -   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 552 | 1.255 | 2.364 | 3.251 | 3.170 | 2.642 | 2.119 | 17.272 |

Leitungsverluste  $Q_{h,d} = 7,2 \%$ , unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{l,h,d} = 7,2 \%$   
Aufteilung  $Q_{l,h,d}$ : nach Grundflächenanteilen

## (5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

|                  |    |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$    |    | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 |  |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 23,8 | 25,1 | 26,3 | 27,0 | 26,9 | 26,7 | 26,1 |  |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,4 | 23,0 | 23,6 | 23,9 | 23,9 | 23,8 | 23,5 |  |

|             |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $Q_{h,d}$   | kWh | 16 | 23 | 36 | 47 | 47 | 40 | 35 | 318 |
| $W_{h,d}$   | kWh | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 16 | 23 | 36 | 47 | 47 | 40 | 35 | 318 |

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

## (6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

|                  |    |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| $\beta_{h,d}$    |    | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,09 |  |
| $\theta_{VL,av}$ | °C | 23,3 | 24,7 | 28,4 | 29,9 | 29,4 | 29,2 | 27,0 |  |
| $\theta_{RL,av}$ | °C | 22,1 | 22,8 | 24,6 | 25,3 | 25,1 | 25,0 | 23,9 |  |

|           |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $Q_{h,d}$ | kWh | 12 | 27 | 58 | 81 | 77 | 65 | 49 | 417 |
|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

|             |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| $W_{h,d}$   | kWh | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |
| $Q_{I,h,d}$ | kWh | 12 | 27 | 58 | 81 | 77 | 65 | 49 | 417 |

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

(7) Warmluftheizung Umluftheizung

|                  |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$    |     | 0,08 | 0,15 | 0,23 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,21 |       |
| $\theta_{VL,av}$ | °C  | 23,9 | 27,0 | 30,5 | 32,4 | 32,3 | 31,7 | 29,8 |       |
| $\theta_{RL,av}$ | °C  | 21,9 | 23,5 | 25,2 | 26,2 | 26,1 | 25,9 | 24,9 |       |
| $Q_{h,d}$        | kWh | 65   | 130  | 205  | 263  | 259  | 221  | 196  | 1.590 |
| $W_{h,d}$        | kWh | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| $Q_{I,h,d}$      | kWh | 65   | 130  | 205  | 263  | 259  | 221  | 196  | 1.590 |

Leitungsverluste  $Q_{h,d} = 0,7\%$ , unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{i,h,d} = 0,7\%$   
 Aufteilung  $Q_{i,h,d}$ : nach Grundflächenanteilen

(8) Warmluftheizung Umluftheizung

|                  |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$    |     | 0,04 | 0,11 | 0,17 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,15 |       |
| $\theta_{VL,av}$ | °C  | 23,1 | 26,0 | 28,9 | 30,4 | 30,2 | 29,7 | 28,2 |       |
| $\theta_{RL,av}$ | °C  | 22,0 | 23,5 | 24,8 | 25,6 | 25,5 | 25,3 | 24,5 |       |
| $Q_{h,d}$        | kWh | 77   | 160  | 293  | 405  | 397  | 330  | 272  | 2.171 |
| $W_{h,d}$        | kWh | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| $Q_{I,h,d}$      | kWh | 77   | 160  | 293  | 405  | 397  | 330  | 272  | 2.171 |

Leitungsverluste  $Q_{h,d} = 0,9\%$ , unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{i,h,d} = 0,9\%$   
 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 =  $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$  [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)

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1,03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})) / t_h)$  (Gl.66, intermittierend)

$f_{P,A}$  = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb

mit  $W_{h,d,hydr}$  = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und  $e_{h,d,aux}$  = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

### 13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat         |     | Sep    | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 10.094 | 24.863 | 41.835 | 54.766 | 53.423 | 45.410 | 38.497 | 308.470 |

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(4) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(5) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(6) freie Heizflächen 60 / 40°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(7) Warmluftheizung Umluftheizung

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

## (8) Warmluftheizung Umluftheizung

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

$$Q_{h,out}^* = \text{Nutzwärmebedarf mit RLT-Wärmebedarf}$$

Die Erzeugerverluste  $Q_{h,g}$  im sommerlichen Heizbetrieb (nur  $Q_{h^*,b}$ ) können mangels rechnerischer Laufzeiten für die Erzeuger derzeit nicht bestimmt werden.

## 13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

## (1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher:

Speicher-Nenninhalt  $V = 1331 \text{ l}$ , Umgebungstemperatur  $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$ Bereitschaftswärmeverlust  $q_{B,S} = 5,5 \text{ kWh/d}$ , Faktor für die Verbindungsleitung  $f_{con} = 1,20$ Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme  $P_{Pumpe} = 75 \text{ W}$ 

$$Q_{h,s} = f_{con} \cdot (\theta_{h,s} - \theta_u) / 45 \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S} = \text{Speicherverluste (Gl.68)}$$

$$Q_{l,h,s} = Q_{h,s} \text{ bei Aufstellung im beheizten Bereich (ungeregelte Wärmeeinträge, Gl.69)}$$

$$W_{h,s} = P_{Pumpe} \cdot \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{mth} / 1000 = \text{Hilfsenergiebedarf (Gl.71)}$$

## (1) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat          |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C  | 22  | 24  | 25  | 26  | 26  | 26  | 25  |      |
| $Q_{h,s}$      | kWh | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |
| $W_{h,s}$      | kWh | 3   | 9   | 16  | 22  | 21  | 18  | 15  | 117  |

## 13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

## 13.9 Heizwärmepumpen

nicht vorgesehen

## 13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 6 ( $A_{NGF} = 1.150 \text{ m}^2$ )Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser  $105 \text{ °C}$ Fernwärmestation  $P_n = 173,2 \text{ KW}$  (Nah-/Fernwärme HW, fossil),  $f_p = 0,30$ Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation  $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$  (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort = Bilanzinnentemperatur, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust  $Q_{h,gen}$  der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff(2) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 5 ( $A_{NGF} = 135 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 4 ( $A_{NGF} = 100 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(4) "freie Heizflächen 60 /  $40 \text{ °C}$  2-Rohr", Zonen 1/2/3/9/10 ( $A_{NGF} = 2.738 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(5) "freie Heizflächen 60 /  $40 \text{ °C}$  2-Rohr", Zonen 4 ( $A_{NGF} = 100 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(6) "freie Heizflächen 60 /  $40 \text{ °C}$  2-Rohr", Zonen 5 ( $A_{NGF} = 135 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(7) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 7/8 ( $A_{NGF} = 319 \text{ m}^2$ )  
 Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(8) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 6 ( $A_{NGF} = 1.150 \text{ m}^2$ )  
 Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat         |     | Sep    | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,outg}$  | kWh | 10.094 | 24.863 | 41.835 | 54.766 | 53.423 | 45.410 | 38.497 | 308.470 |
| $Q_{h,gen}$   | kWh | 82     | 86     | 85     | 88     | 88     | 80     | 87     | 1.013   |
| $Q_{h,f}$     | kWh | 10.176 | 24.949 | 41.920 | 54.854 | 53.511 | 45.490 | 38.585 | 309.483 |
| $W_{h,gen}$   | kWh | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       |
| $Q_{l,h,gen}$ | kWh | 82     | 86     | 85     | 88     | 88     | 80     | 87     | 1.013   |

Aufteilung  $Q_{l,h,g}$ : nach Grundflächenanteilen

13.11 Endenergie Heizwärme

| Monat          |       | Sep    | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,f}$      | kWh   | 10.176 | 24.949 | 41.920 | 54.854 | 53.511 | 45.490 | 38.585 | 309.483 |
| $W_h$          | kWh   | 22     | 35     | 51     | 64     | 63     | 54     | 48     | 404     |
| Nah-/Fernw     | kWh   | 10.176 | 24.949 | 41.920 | 54.854 | 53.511 | 45.490 | 38.585 | 309.483 |
| $Q_{I,h,<1>}$  | kWh/d | 2,6    | 5,8    | 11,3   | 15,1   | 14,7   | 13,6   | 9,8    |         |
| $Q_{I,h,<2>}$  | kWh/d | 5,1    | 11,1   | 21,7   | 28,8   | 28,1   | 26,0   | 18,8   |         |
| $Q_{I,h,<3>}$  | kWh/d | 8,8    | 19,3   | 37,6   | 50,0   | 48,8   | 45,0   | 32,6   |         |
| $Q_{I,h,<4>}$  | kWh/d | 0,7    | 0,9    | 1,5    | 1,8    | 1,8    | 1,7    | 1,4    |         |
| $Q_{I,h,<5>}$  | kWh/d | 0,4    | 1,0    | 2,1    | 2,8    | 2,7    | 2,5    | 1,7    |         |
| $Q_{I,h,<6>}$  | kWh/d | 6,3    | 10,4   | 17,6   | 22,8   | 22,4   | 20,8   | 16,0   |         |
| $Q_{I,h,<7>}$  | kWh/d | 1,6    | 3,2    | 5,2    | 6,5    | 6,4    | 6,0    | 4,8    |         |
| $Q_{I,h,<8>}$  | kWh/d | 0,5    | 1,0    | 1,6    | 2,0    | 2,0    | 1,9    | 1,5    |         |
| $Q_{I,h,<9>}$  | kWh/d | 1,5    | 3,3    | 6,5    | 8,6    | 8,4    | 7,7    | 5,6    |         |
| $Q_{I,h,<10>}$ | kWh/d | 0,4    | 0,9    | 1,7    | 2,2    | 2,1    | 2,0    | 1,4    |         |

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

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

$Q_{l,h} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge} = Q_{l,h,d} + Q_{l,h,s} + Q_{l,h,g}$  (Gl.7)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

## 14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

### 14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen  
 Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach DIN V 18599-9:2018  
 Peakleistung 55,5 kWp, quadratmeterbezogen 55,5 / (4441,6) = 0,012 kWp/m<sup>2</sup>  
 PV-Module Ost 15 ° Standort Deutschland (Potsdam)  
 Stromgutschrift nach GEG §23, Abs.3 ohne Batteriespeicher  
 Strom im örtlichen Zusammenhang erzeugt, vorrangig im Gebäude genutzt  
 Zuschlag für Anlagengröße (70% Strombedarf der Anlagentechnik): ja

anrechenbarer PV-Ertrag nach GEG, §23, Abs.3, max. 30% von Q<sub>P,REF</sub>, max. 180% des PV-Jahresertrags  
 MIN( 150 \* 55,5 + 0,7 \* 62013; 0,30 \* 0,75\*500883,7; 1,8 \* 39059,6) = MIN( 51.734; 112.699; 70.307)  
 Primärenergie anrechenbar = 51.734 kWh/a (Endenergie = 28.741 kWh/a)

Strombedarf für Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

| Monat        |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan    | Feb   | Mär   | Jahr   |
|--------------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Strombedarf  | kWh | 4.935 | 4.575 | 4.435 | 4.614 | 4.581  | 4.118 | 4.532 | 62.013 |
| Stromangebot | kWh | 3.291 | 2.146 | 809   | 474   | 864    | 1.083 | 2.648 | 39.060 |
| anrechenbar  | kWh | -     | -     | -     | -     | 28.741 | -     | -     | 28.741 |

Jahres-Stromproduktion = 39.060 kWh/a, Strombedarf = 62.013 kWh/a, anrechenbar = 28.741 kWh/a

### 14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

| Energieträger | Prozessbereich  | Zonen    | Endenergie<br>kWh/a | f <sub>P</sub> | f <sub>HS/Hi</sub> | Q <sub>P</sub><br>kWh/a |
|---------------|-----------------|----------|---------------------|----------------|--------------------|-------------------------|
| Nah-/Fernwär  | Heizwärme       | 6/       | 309.483             | 0,30           | 1,00               | 92.845                  |
| Nah-/Fernwär  | Warmwasser      | 4/6/7/8/ | 53.027              | 0,30           | 1,00               | 15.908                  |
| Strom-Mix     | Klimakälte      | *        | 7.348               | 1,80           | 1,00               | 13.227                  |
| Strom-Mix     | Beleuchtung     | **       | 10.853              | 1,80           | 1,00               | 19.536                  |
| Strom-Mix     | Hilfsenergie    |          | 43.811              | 1,80           | 1,00               | 78.860                  |
| Strom-Mix     | Stromgutschrift |          | -28.741             | 1,80           | 1,00               | -51.734                 |
| Σ [kWh/Jahr]  |                 |          | 395.782             |                |                    | 168.642                 |

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf  $q_P = 168.642 / 4.442 = 38,0$  kWh/(m<sup>2</sup>a) ( $\Sigma \Delta_{NGF} = 4.442$  m<sup>2</sup>)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f<sub>P</sub> = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 9,9 kWh/(m<sup>2</sup>a), Nah-/Fernwärme HW, fossil 81,6 kWh/(m<sup>2</sup>a),

Strom-Mix 4,1 kWh/(m<sup>2</sup>a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -6,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>)

| Energieträger        | Endenergie<br>kWh/a | Emissionsfaktor<br>g CO <sub>2</sub> /kWh | Emissionen<br>kg/a | kg/(m <sup>2</sup> a) |
|----------------------|---------------------|---|--------------------|-----------------------|
| Nah-/Fernwärme HW, f | 309.483             | 400                                       | 123.793            |                       |
| Nah-/Fernwärme HW, f | 53.027              | 400                                       | 21.211             |                       |
| Strom-Mix            | 7.348               | 560                                       | 4.115              |                       |
| Strom-Mix            | 10.853              | 560                                       | 6.078              |                       |
| Strom-Mix            | 43.811              | 560                                       | 24.534             |                       |
| Strom aus PV         | -                   | 423                                       | -12.168            |                       |
| 424.522              |                     |   | 167.563            | 37,7                  |

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen  
Gutschrift für PV-Strom = - 179731,2 / 424522,0 \* 28741 = -12.168 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

#### 14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

| siehe Abschnitt<br>Zone | m <sup>2</sup> | RLT                       | Beleucht.                  | Klima                      | Warmwasser                 | Heizung                    | Summe |
|-------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
|                         |                | 9<br>kWh/m <sup>2</sup> a | 10<br>kWh/m <sup>2</sup> a | 11<br>kWh/m <sup>2</sup> a | 12<br>kWh/m <sup>2</sup> a | 13<br>kWh/m <sup>2</sup> a |       |
| 1 Büro                  | 394            | -                         | 6,1                        | -                          | -                          | 75,5                       | 81,6  |
| 2 Verkehrsflächen       | 754            | -                         | 0,8                        | 0,3                        | -                          | 73,1                       | 74,2  |
| 3 Technik               | 1.307          | -                         | 0,6                        | 0,0                        | -                          | 63,4                       | 64,0  |
| 4 Sanitär               | 100            | -                         | 7,6                        | 1,6                        | 50,3                       | 60,2                       | 119,6 |
| 5 Aufenthalt            | 135            | -                         | 8,1                        | 1,9                        | -                          | 52,8                       | 62,8  |
| 6 Logistik              | 1.150          | -                         | 0,9                        | 0,2                        | 38,2                       | 55,1                       | 94,4  |
| 7 Labor                 | 243            | -                         | 10,9                       | 19,8                       | 12,7                       | 181,0                      | 224,5 |
| 8 Herstellungsab        | 76             | -                         | 10,2                       | 20,2                       | 12,7                       | 178,7                      | 221,9 |
| 9 Lager                 | 225            | -                         | 0,6                        | 0,1                        | -                          | 30,2                       | 30,9  |
| 10 Besprechung          | 58             | -                         | 10,3                       | 2,2                        | -                          | 15,6                       | 28,1  |
| Gebäude                 | 4.442          | -                         | 2,4                        | 1,7                        | 11,9                       | 69,7                       | 85,7  |

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

#### 14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

|                     | RLT                  | Beleucht.            | Klima                | Warmwasser           | Heizung              | Summe                |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                     | kWh/m <sup>2</sup> a | kWh/m <sup>2</sup> a | kWh/m <sup>2</sup> a | kWh/m <sup>2</sup> a | kWh/m <sup>2</sup> a | kWh/m <sup>2</sup> a |
| Nutzenergiebedarf   | 9,4                  | 2,4                  | 16,8                 | 7,0                  | 59,5                 | 95,1                 |
| Endenergiebedarf    | 9,4                  | 2,4                  | 2,0                  | 12,0                 | 69,8                 | 95,6                 |
| Primärenergiebedarf | 16,9                 | 4,4                  | 3,5                  | 3,7                  | 21,1                 | 49,6                 |

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

## 15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude  
Referenzberechnung = "211125-EG40-Berechnung-Referenz2020"

### 15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

### 15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18  
zul  $q_{P,REF} = 112,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , aus der Referenzberechnung  
zul  $q_P = 112,8 - 25\% = 84,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , geforderte Unterschreitung nach GEG §18  
vorh  $q_P = 168.642 / 4441,6 = 38,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh  $q_P = 38,0 \leq 84,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , **Grenzwert wird eingehalten**

### 15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

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

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

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

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 369859 + 0 + 10410 + 0 = 380.269 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen  
genutzte Fernwärme zu 50% aus erneuerbarer Energie

| Energiequelle              | Energieertrag<br>kWh/a | Deckungsanteil |           | Nutzungs-<br>anteil |
|----------------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------------|
|                            |                        | erzielt        | gefordert |                     |
| Umweltenergie [Kälte-2]    | 17.759                 | 4,7 %          | 50,0 %    | 9,4 %               |
| Fernwärme [Heizwärme] [War | 362.510                | 47,7 %         | 50,0 %    | 95,4 %              |
| PV-Strom [PV-Strom]        | 28.741                 | 7,6 %          | 15,0 %    | 50,7 %              |
|                            |                        |                |           | 155,5 %             |

**Maßnahmen zur Einsparung von Energie**

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

|         | Grenzwert            | erzielt | Unterschreitung |           | Nutzungs-<br>anteil |         |
|---------|----------------------|---------|-----------------|-----------|---------------------|---------|
|         |                      |         | erzielt         | gefordert |                     |         |
| U-Werte | W/(m <sup>2</sup> K) | 2,50    | 1,60            | 36,0 %    | 15,0 %              | 240,0 % |

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 395,5 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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



## 20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:  
Bundesförderung für effiziente NWG-Neubauten, Effizienzgebäude BEG NWG 2021

Referenzberechnung = "211125-EG40-Berechnung-Referenz2020"

Endenergieeinsparung -36.153 kWh/a  
Primärenergieeinsparung 207.028 kWh/a  
CO2-Einsparung -76.182 kg/a

|                      | Primärenergiebedarf<br>Qp' (kWh/(m²a)) | mittlere U-Werte |         |          |             |           |
|----------------------|--|------------------|---------|----------|-------------|-----------|
|                      |  | Opake Wände      | Fenster | Vorhänge | Oberflächen |           |
|                      |  | W/(m²K)          | W/(m²K) | W/(m²K)  | W/(m²K)     |           |
| Referenzberechnung   | 100 % 112,8                            |                  |         |          |             |           |
| Zonen mit Ti >= 19°C | 34 % 38,0                              | 0,15             | 0,90    | 0,90     | 1,60        |           |
| Effizienzgebäude 55  | 55 % 62,0                              | 0,22             | 1,20    | 1,20     | 2,00        | <b>OK</b> |
| Effizienzgebäude 40  | 40 % 45,1                              | 0,18             | 1,00    | 1,00     | 1,60        | <b>OK</b> |
| Zonen mit Ti < 19°C  | 34 % 38,0                              | 0,22             |         |          | 1,60        |           |
| Effizienzgebäude 55  | 55 % 62,0                              | 0,28             | 1,50    | 1,50     | 2,50        | <b>OK</b> |
| Effizienzgebäude 40  | 40 % 45,1                              | 0,24             | 1,30    | 1,30     | 2,00        | <b>OK</b> |

### EE-Paket (Nutzung Erneuerbarer Energien)

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

EE<sub>genutzt</sub> = 52 kWh/Jahr (manuell)

EE<sub>Soll</sub> = 0,55 \* 380269 = 209.148 kWh/Jahr (55% des Wärmebedarfs)

EE<sub>genutzt</sub> < EE<sub>Soll</sub> (55%), die Anforderung für das EE-Paket wird nicht erfüllt

### NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI liegt nicht vor

Das Förderniveau **Effizienzgebäude 40** wird erreicht.

# Bescheinigung

über die energetische Bewertung der Fernwärme nach  
AGFW FW 309-1 für das Netz

## enercity Fernwärme



enercity AG  
Ihmeplatz 2  
30449 Hannover

Auf Basis von Planungsdaten wurde ein  
Primärenergiefaktor der Fernwärme von

$$f_{P,FW} = 0,15$$

ermittelt.

Die Bescheinigung ist gültig bis zum  
12.03.2025

Hamburg, 13.03.2018  
Ort, Datum

  
Dr. Daniel Schwier, AGFW-FW609-146