

## **NACHWEIS DES ENERGIESPARENDEN WÄRMESCHUTZES NACH GEG 2020**

Nr.     ACR 9939\_10101                      vom     22.10.2021

Auftraggeber:

Freie Waldorfschule  
Berlin-Mitte e. V.  
Weinmeisterstraße 16  
10178 Berlin

Auftragsobjekt:

Schülerweiterung / Hortneubau  
Weinmeisterstraße 16  
10178 Berlin

---

Auftrag:

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes  
nach GEG 2020 und EE55

**- Hortneubau -**

---

Dieser Bericht umfasst 27 Textseiten und 7 Anlagen

Die Verwendung des vorliegenden Berichtes, auch auszugsweise, sowie die  
Veröffentlichung für Werbezwecke bedarf der Genehmigung  
der Ingenieurbüro Axel C. Rahn GmbH Die Bauphysiker.

*Büro Berlin*  
Lützowstraße 70  
D-10785 Berlin  
Telefon: (030) 89 77 47-0  
Telefax: (030) 89 77 47-99

*Büro Hamburg*  
Chilehaus A  
Fischertwiete 2  
D-20095 Hamburg  
Telefon: (040) 32 00 54 58  
Telefax: (040) 32 00 54 59

E-Mail    mail@ib-rahm.de  
Internet   www.ib-rahm.de

## Inhalt

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zweck und Ziel</b>                                           | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Verwendete Unterlagen</b>                                    | <b>3</b>  |
| 2.1      | Verwendete Planunterlagen                                       | 3         |
| 2.2      | Bisherige Stellungnahmen                                        | 3         |
| 2.3      | Verwendete Normen, Richtlinien und Literatur                    | 3         |
| 2.4      | Verwendete Programme                                            | 5         |
| <b>3</b> | <b>Bauliche Situation - geplante Nutzung</b>                    | <b>6</b>  |
| 3.1      | Nutzung                                                         | 6         |
| 3.2      | Baukonstruktion                                                 | 6         |
| 3.3      | Raumkonditionierung                                             | 6         |
| 3.4      | Energieversorgung / Einsatz regenerativer Energien              | 6         |
| <b>4</b> | <b>Förderbedingungen und gesetzliche Anforderungen</b>          | <b>7</b>  |
| 4.1      | Vorbemerkungen                                                  | 7         |
| 4.2      | Begriffe                                                        | 7         |
| 4.3      | Anforderungen nach GEG 2020                                     | 8         |
| 4.4      | Hinweise zur Prüfung der energetischen Nachweise                | 9         |
| 4.5      | Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2                              | 9         |
| 4.6      | Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3                    | 9         |
| 4.7      | Anforderungen gem. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) | 10        |
| <b>5</b> | <b>Planung energiesparender Wärmeschutz</b>                     | <b>12</b> |
| 5.1      | Vorbemerkungen                                                  | 12        |
| 5.2      | Nutzungsanforderungen und meteorologische Einflüsse             | 12        |
| 5.3      | Zonierung                                                       | 13        |
| 5.4      | Wärmeübertragende Bauteile                                      | 14        |
| 5.4.1    | Vorbemerkungen                                                  | 14        |
| 5.4.2    | Außenwände                                                      | 16        |
| 5.4.3    | Dachkonstruktionen und Decken                                   | 16        |
| 5.4.4    | Fenster und Vorhangfassaden                                     | 17        |
| 5.4.5    | Gründungsbauteile                                               | 18        |
| 5.5      | Wärmebrücken                                                    | 19        |
| 5.6      | Luftdichtheit                                                   | 19        |
| 5.7      | Wärmespeicherfähigkeit                                          | 20        |
| 5.8      | Solare Einträge                                                 | 20        |

|                 |                                                                       |            |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.9             | Sommerlicher Wärmeschutz                                              | 20         |
| 5.10            | Technische Gebäudeausrüstung                                          | 21         |
| <b>6</b>        | <b>Energetische Bilanzierung</b>                                      | <b>23</b>  |
| 6.1             | Vorbemerkung                                                          | 23         |
| 6.2             | Ergebnis Jahres-Primärenergiebedarf                                   | 23         |
| 6.3             | Ergebnisse des baulichen Wärmeschutzes                                | 24         |
| 6.4             | Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes                               | 24         |
| 6.5             | Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne GEG § 34 ff.      | 25         |
| 6.6             | Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne BEG EG55 EE-Paket | 26         |
| <b>7</b>        | <b>Schlussbemerkungen</b>                                             | <b>27</b>  |
| <br>            |                                                                       |            |
| <b>Anlage A</b> | <b>Bauteilberechnungen</b>                                            | <b>A-1</b> |
| <b>Anlage B</b> | <b>Übersichtspläne Zonierung und Bauteilpositionen</b>                | <b>B-1</b> |
| <b>Anlage C</b> | <b>Energiebilanz</b>                                                  | <b>C-1</b> |
| <b>Anlage D</b> | <b>Sommerlicher Wärmeschutz</b>                                       | <b>D-1</b> |
| <b>Anlage E</b> | <b>Hüllflächen und Volumenberechnungen</b>                            | <b>E-1</b> |
| <b>Anlage F</b> | <b>Referenzgebäudeberechnungen</b>                                    | <b>F-1</b> |
| <b>Anlage G</b> | <b>Planungsleitprodukte</b>                                           | <b>G-1</b> |

## 1 Zweck und Ziel

Im Rahmen des Bauvorhabens ist die Errichtung eines Hortgebäudes geplant. Der Neubau des Hortgebäudes wird auf dem Schulhof der Freien Waldorfschule Berlin-Mitte errichtet. Das Hortgebäude soll in Holzständerbauweise errichtet werden.

Für die Baumaßnahme wird der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes (für Nichtwohngebäude) nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) und nach DIN V 18 599 geführt.

Für das Bauvorhaben Freie Waldorfschule Berlin-Mitte sollen zudem Fördermittel aus den Programmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in Anspruch genommen werden. Für die Einhaltung der Förderbedingungen ist u. a. ein sog. Effizienzhausnachweis zu führen. Hiermit wird nachgewiesen, dass mit den geplanten baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen der angestrebte Energiestandard erreicht wird. In diesem Zusammenhang werden ferner die Randbedingungen und Berechnungsansätze, die der Effizienzhausberechnung zugrunde liegen, dokumentiert.

Im vorliegenden Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes wird auf Grundlage der Objekt- und TGA-Planung die Einhaltung der Anforderungen an neu zu errichtende Gebäude nach dem Gebäudeenergiegesetz dokumentiert. Zudem werden des BEG-Förderprogramms für den Neubau eines Nichtwohngebäudes überprüft und nachgewiesen. Dies umfasst die Ermittlung des Primärenergiebedarfs unter Berücksichtigung der Nutzung, der Energieversorgung und der thermischen Hülle sowie den Nachweis der Bauteilanforderungen nach Maßgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2020) und der technischen Mindestanforderungen des Förderprogramms.

Im Abschnitt 3 erfolgt eine Kurzbeschreibung zu den baulichen Randbedingungen und haustechnischen Maßnahmen.

Im Abschnitt 4 sind die zu berücksichtigenden Anforderungen gemäß GEG und BEG-Förderprogramm zusammengefasst.

Abschnitt 5 enthält die Planungsergebnisse und zu berücksichtigende Eingangsdaten für die Energiebilanz. Hierzu gehören u. a. Maßnahmen an transmissionswärmeübertragenden Bauteilen, Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz, Angaben zur Luftdichtheit des Gebäudes und zur Ausbildung von Bauteilanschlüssen und -übergängen. Darüber hinaus werden weitere, für die Nachweisführung relevante Randbedingungen, wie z. B. die zugrunde gelegte Gebäudezonierung und maßgebliche Kenndaten der haustechnischen Anlagen, zusammengestellt. In Abschnitt 6 werden abschließend die Berechnungsergebnisse den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2020) sowie den Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) hinsichtlich der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten und des Jahres-Primärenergiebedarfs gegenübergestellt.

## **2 Verwendete Unterlagen**

Sofern sich die dem Gutachten zugrunde gelegten Normen, Richtlinien und Unterlagen ändern, ist die Stellungnahme auf Übereinstimmung mit den vorgenannten Unterlagen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

### **2.1 Verwendete Planunterlagen**

/1.1/ FRÖHLICHSCHEIBER Architekten GmbH, Köpenicker Straße 154 A in 10997 Berlin, Grundrisse und Schnitte, Planstand vom 11.08.2021

/1.2/ IFB Ingenieure GmbH, Friedrichshagener Straße 6B in 12555 Berlin, Entwurfsbericht der technischen Gebäudeausrüstung vom 07.10.2021

/1.3/ IFB Ingenieure GmbH, Friedrichshagener Straße 6B in 12555 Berlin, Strangschemata und Grundrisse zu Heizung und RLT und Kälte vom 03.09.2021

/1.4/ IFB Ingenieure GmbH, Friedrichshagener Straße 6B in 12555 Berlin, E-Mail mit Angaben zur Haustechnikplanung vom 12.05.2021

/1.5/ IFB Ingenieure GmbH, Friedrichshagener Straße 6B in 12555 Berlin, E-Mail mit Angaben den Leistungszahlen der Wärmepumpe vom 21.07.2021

### **2.2 Bisherige Stellungnahmen**

/2.1/ Ingenieurbüro Axel C. Rahn GmbH Die Bauphysiker., Lützowstraße 70 in 10785 Berlin, Auswertung der vorgezogenen Energiebilanz - EG 55 vom 25.05.2021

### **2.3 Verwendete Normen, Richtlinien und Literatur**

/3.1/ Gebäudeenergiegesetz - GEG, Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Ausfertigungsdatum 08.08.2020

/3.2/ DIN 4108-1, "Wärmeschutz im Hochbau - Größen und Einheiten", August 1981

/3.3/ DIN 4108-2, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Mindestanforderungen an den Wärmeschutz", Februar 2013

- /3.4/ DIN 4108-3, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung", Oktober 2018
- /3.5/ DIN V 4108-4, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte", März 2017
- /3.6/ DIN V 4108-6, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs", Juni 2003 und Berichtigung 1, März 2004
- /3.7/ DIN 4108-7, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele", Januar 2011
- /3.8/ DIN 4108-10, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe, werksmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe", Dezember 2015
- /3.9/ Beiblatt 2 zur DIN 4108, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele", Juni 2019
- /3.10/ DIN EN ISO 6946, Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangswiderstand - Berechnungsverfahren", März 2018
- /3.11/ DIN EN ISO 10 077-1, "Wärmeschutztechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - vereinfachtes Verfahren", Juni 2019
- /3.12/ DIN EN 13 363-1, "Sonnenschutzeinrichtung in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrads, vereinfachtes Verfahren", September 2007
- /3.13/ DIN EN ISO 13 370, "Wärmeübertragung über das Erdreich, Berechnungsverfahren", März 2018

/3.14/ DIN EN ISO 10 456, "Baustoffe und Bauprodukte - wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte", Mai 2010

/3.15/ DIN V 18 599, "Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung", Teil 1 - 11, September 2018

/3.16/ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG) vom 20.05.2021, veröffentlicht am 07.06.2021

/3.17/ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesförderung für effiziente Gebäude, Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen, Stand 05.2021

## **2.4 Verwendete Programme**

/4.1/ KERN Ingenieurkonzepte, Hagelberger Straße 17, 10965 Berlin, Bauphysik-Software Dämmwerk 2021

/4.2/ EQUA Solutions AG, Untermüli 3 in 6300 Zug (Schweiz), IDA ICE (Thermische Gebäudesimulation)



### **3 Bauliche Situation - geplante Nutzung**

#### **3.1 Nutzung**

Der Neubau des Hortgebäudes wird auf dem Schulhof der Freien Waldorfschule Berlin-Mitte errichtet. Das Hortgebäude besteht aus drei ineinandergeschobenen Baukörpern mit bis zu zwei oberirdischen Geschossen. Auf einem Teil des Gebäudes entsteht eine Dachterrasse. In dem Hortgebäude sind Gruppenräume, Sanitärbereiche, ein Multifunktionsraum, eine Vorbereitungsküche und ein Besprechungsraum vorgesehen.

#### **3.2 Baukonstruktion**

Die Außenwände des Gebäudes werden gemäß der vorliegenden Planunterlagen in Holzständerbauweise mit einer hinterlüfteten Bekleidung geplant. Für die Dächer ist ein Warmdachaufbau geplant. Die Bodenplatte wird unterseitig vollflächig gedämmt. Transparente Flächen werden als Fensterkonstruktionen mit offenbaren Fensterflügel oder Festverglasung ausgeführt.

#### **3.3 Raumkonditionierung**

Sämtliche Bereiche der Hauptnutzungsflächen werden im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes (/3.1/) als "normal beheizt" ( $\Theta_i \geq 19 \text{ °C}$ ) angenommen.

#### **3.4 Energieversorgung / Einsatz regenerativer Energien**

Die Beheizung des Gebäudes erfolgt über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe.

## 4 Förderbedingungen und gesetzliche Anforderungen

### 4.1 Vorbemerkungen

Der Nachweisführung liegen die gesetzlichen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes zugrunde. Zudem sind die programmspezifischen Förderbedingungen einzuhalten:

- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Gebäudeenergiegesetz - GEG 2020 (vgl. Abschnitt 4.3)
- Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 (vgl. Abschnitt 4.4)
- Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3 (vgl. Abschnitt 4.5)

Darüber hinausgehende Anforderungen gemäß der angestrebten BEG-Förderung werden in Abschnitt 4.7 behandelt.

### 4.2 Begriffe

#### U-Wert / Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  zeigt an, wie groß der Wärmedurchgang durch ein Bauteil ist. Je kleiner der  $U$ -Wert ist, umso geringer ist der Wärmedurchgang.

#### Wärmeleitfähigkeit $\lambda$

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  gibt die Wärmemenge  $Q_H$  an, die stündlich durch  $1 \text{ m}^2$  einer  $1 \text{ m}$  dicken Schicht eines Stoffes hindurch geleitet wird, wenn der Temperaturunterschied  $\Delta\Theta$  zwischen den beiden Oberflächen  $1 \text{ K}$  beträgt.

#### Heizwärme- / Kältebedarf (Nutzenergie)

Rechnerisch ermittelte Wärmeeinträge über ein Heiz- / Kühlsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur in einem Gebäude oder in einer Zone eines Gebäudes (Räume mit gleicher Nutzung oder gleichen energetischer Konditionierung) benötigt werden (Kompensierung von Wärmeverlusten)

#### Heiz- / Kühlenergiebedarf (Endenergie)

Berechnete Energiemenge, die dem Heizungs- / Kühlsystem des Gebäudes zugeführt werden muss, um den Heizwärme- / Kältebedarf abdecken zu können.

### **Primärenergiebedarf (Rohenergie)**

Energiemenge, die zur Deckung des Jahres-Heizenergiebedarfs, des Jahres-Kühlenergiebedarfs, des Warmwasserbedarfs und des Energiebedarfs für die Beleuchtung benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze (Gebäude) bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe / Energieträger entstehen.

## **4.3 Anforderungen nach GEG 2020**

Wie den Ausführungen des Abschnitts 3 zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem vorliegenden Bauvorhaben um den Neubau eines Nichtwohngebäudes im Sinne des GEG.

Zu errichtende Nichtwohngebäude sind so auszuführen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung den Wert des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten mit der in Anlage 2, GEG angegebenen technischen Referenzausführung unterschreitet. Die Bestimmung des Höchstwertes des Jahres-Primärenergiebedarfs ist unter Berücksichtigung aller beheizten und/oder gekühlten Teile eines Gebäudes, für die mindestens eine Art der Konditionierung vorgesehen ist, nach dem Bilanzierungsverfahren der DIN V 18 599 (/3.15/) durchzuführen. Hiernach ist das Gebäude entsprechend seiner Nutzung und technischen Ausstattung zur Raumkonditionierung zu zonieren. Im Weiteren sind neu zu errichtende Nichtwohngebäude so auszuführen, dass die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche die in der Anlage 3, GEG nicht überschreiten.

Darüber hinaus sind die Anforderungen an die Luftdichtheit, den Mindestwärmeschutz sowie an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 einzuhalten.

Im Interesse des Klimaschutzes, zur Schonung fossiler Ressourcen und Verminderung der Abhängigkeit von Energieimporten sowie um eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien zu fördern, besteht die Pflicht, den Wärme- und Kälteenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien nach Maßgabe §§ 43 - 41, GEG zu decken. Alternativ gilt diese Pflicht als erfüllt, wenn Ersatzmaßnahmen entsprechend §§ 42 - 45 des GEG vorgesehen werden. Als Ersatzmaßnahmen gelten beispielsweise Maßnahmen zur Einsparung von Energie, wenn die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten die Höchstwerte nach Anlage 3, GEG um 15 % unterschreiten. Weiterhin gilt die Nutzung von Wärme aus einem

Netz der Nah- oder Fernwärmeversorgung als Ersatzmaßnahme, wenn die Wärme zu mindestens 50 % aus KWK-Anlagen oder aus Abwärme stammt.

#### **4.4 Hinweise zur Prüfung der energetischen Nachweise**

Mit Einführung des GEG trat die EnEV und in diesem Zusammenhang die EnEV-DV Bln außer Kraft, in welcher die Prüfung der energetischen Nachweise im Land Berlin geregelt war. Für das GEG wurde noch keine Durchführungsverordnung erlassen, diese aber seitens der Obersten Bauaufsicht in Aussicht gestellt. Bisher hatte ein Prüfsachverständiger für energetische Gebäudeplanung die Einhaltung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung im Falle der Aufstellung einer Energiebilanz zu bestätigen. Die geprüften Nachweise mussten zum Baubeginn vorliegen. Auf Grundlage dieser Nachweise wurde die Bauausführung durch den PSV stichprobenartig überprüft. Abschließend wurden die Vollständigkeit und Richtigkeit des Energieausweises über die energetischen Eigenschaften des fertiggestellten Gebäudes bescheinigt.

Es ist zu erwarten, dass eine der EnEV-DV Bln und EEWärmeG-DV Bln vergleichbare Regelung erlassen wird und die energetischen Nachweise sowie die Bauausführung gleichermaßen zu überprüfen sind.

#### **4.5 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2**

Bei zu errichtenden Gebäuden sind Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen grenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 (/3.3/) eingehalten werden.

Durch Einhaltung der Anforderungen an den Mindestwärmeschutz wird an jeder Stelle der Innenoberfläche der thermischen Gebäudehülle bei ausreichender Beheizung, Lüftung und üblicher Nutzung ein hygienisches Raumklima sichergestellt, so dass Tauwasser- und Schimmelpilzbildung an den raumseitigen Oberflächen vermieden wird. Hierzu sind die in Tabelle 3 der DIN 4108-2 aufgeführten Wärmedurchlasswiderstände der entsprechenden Bauteile einzuhalten.

#### **4.6 Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3**

Die Bauteilaufbauten müssen den Anforderungen an den klimabedingten Feuchteschutz entsprechend DIN 4108-3 im Hinblick auf die Begrenzung der Tauwasserbildung im Bauteilinneren genügen. Dies ist für Regelbauteile gegeben, wenn Bauteilaufbauten entsprechend DIN 4108-3, Abschnitt 5.3 ausgeführt werden, für die kein gesonderter rechnerischer Nachweis erforderlich ist.

Hinweise über die Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4108-3 zum Tauwasserschutz im Bauteilinneren können für die nachweisfreien Regelbauteile der Anlage A - Bauteilberechnungen entnommen werden.

Für Baukonstruktionen, die von nachweisfreien Bauteilaufbauten gemäß Abschnitt 5.3 der DIN 4108-3 abweichen, können zusätzliche Nachweise erforderlich werden (Diffusionsnachweise nach DIN 4108-3 oder hygrothermische Simulationen nach DIN EN 15 026). Derartige Bauteile werden in der Anlage A - Bauteilberechnungen benannt und als gesondert nachweispflichtig gekennzeichnet. Diese Nachweise sind, sofern beauftragt, in separaten Stellungnahmen dokumentiert.

#### 4.7 Anforderungen gem. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Für das Bauvorhaben wird die Einhaltung der Anforderungen der Effizienzgebäudestufe „EG 55“ geprüft. Diese beziehen sich auf den Jahres-Primärenergiebedarf sowie auf die Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der nachzuweisenden Bauteilgruppen.

Der Jahres-Primärenergiebedarf ( $Q_P$ ) des geplanten Gebäudes darf im Verhältnis zum Jahres-Primärenergiebedarf des entsprechenden Referenzgebäudes ( $Q_{P,REF}$ ) den nachfolgend angegebenen prozentualen Maximalwert nicht überschreiten.

$$Q_P \text{ in \% von } Q_{P,REF} \leq 55 \%$$

Weiterhin gelten Anforderungen an den Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten für die opaken Außenbauteile, die transparenten Außenbauteile, die Vorhangfassaden sowie für Glasdächer / Lichtbänder und Lichtkuppeln.

Für Zonen, die auf eine Raum-Solltemperatur  $\Theta_i \geq 19^\circ\text{C}$  beheizt werden ("normal beheizt"), darf der Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten die im Folgenden aufgeführten Werte nicht überschreiten:

- |                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| - opake Außenbauteile                   | $\bar{U} = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - transparente Außenbauteile            | $\bar{U} = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - Vorhangfassaden                       | $\bar{U} = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln | $\bar{U} = 2,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |

Für Zonen, die auf eine Raum-Solltemperatur  $12 \leq \Theta_i < 19 \text{ °C}$  beheizt werden ("niedrig beheizt"), darf der Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten die im Folgenden aufgeführten Werte nicht überschreiten:

- |                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| - opake Außenbauteile                   | $\bar{U} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - transparente Außenbauteile            | $\bar{U} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - Vorhangfassaden                       | $\bar{U} = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| - Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln | $\bar{U} = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |

Der Jahres-Primärenergiebedarf ( $Q_P$ ) und der Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsflächen des Effizienzgebäudes sowie des Referenzgebäudes sind nach der zum Zeitpunkt der Antragstellung geltenden Fassung des GEG und der anzuwendenden Fassung der DIN V 18599 zu berechnen. Bei allen vom GEG in Bezug genommenen Normen ist die jeweils bei Antragstellung ordnungsrechtlich geltende Fassung zu verwenden.

Sofern mehr als 55 % des nach den Vorgaben des GEG berechneten Kälteenergie- und Wärmeenergiebedarfs mit erneuerbaren Energien gedeckt werden, kann das EE-Paket der Bundesförderung für effiziente Gebäude erreicht werden. Als erneuerbaren Energien gelten dabei die in den technischen Mindestanforderungen aufgeführten Technologien.

## **5 Planung energiesparender Wärmeschutz**

### **5.1 Vorbemerkungen**

Der Nachweis nach dem Gebäudeenergiegesetz (/3.1/) über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden wird für den vorliegenden Neubau auf Grundlage des Bilanzierungsverfahrens nach DIN V 18 599 geführt. Nachfolgend werden auf Grundlage der vorliegenden Planunterlagen die Angaben zum baulichen Wärmeschutz zusammengestellt. Dies sind im Einzelnen:

- die erforderlichen Dämmstoffstärken und -qualitäten der maßgeblichen wärmeübertragenden Bauteile
- der zugehörige Mindestwärmeschutz
- die Berücksichtigung von Wärmebrücken
- der Ansatz der Wärmespeicherfähigkeit
- die Berücksichtigung solarer Wärmeeinträge
- Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz

Neben der Planung des baulichen Wärmeschutzes sind für die energetische Bilanzierung weitere Festlegungen zu treffen. Hierbei wird wie folgt differenziert:

- Nutzungsanforderungen / meteorologische Einflüsse (vgl. Abschnitt 5.2)
- Zonierung (vgl. Abschnitt 5.3)
- Anlagentechnik (vgl. Abschnitt 5.10)

### **5.2 Nutzungsanforderungen und meteorologische Einflüsse**

Die Nutzungsrandbedingungen werden auf Grundlage der vorliegenden Objektplanung (/1.1/) entsprechend den Nutzungsprofilen gemäß DIN 18 599-10 berücksichtigt. Hierbei wird im weiteren auf die Ausführungen des Abschnitts 5.3 verwiesen.

Für Außentemperaturen und Strahlungsintensitäten wird gemäß den Anforderungen des GEG das Norm-Klima für Deutschland (Potsdam) berücksichtigt.

### 5.3 Zonierung

Auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen (/1.1/ bis /1.5/) wird das Gebäude entsprechend DIN V 18 599 (/3.15/) in Zonen unterteilt.

Gemäß den Zonenteilungskriterien der DIN V 18 599 sind Räume verschiedenen Zonen zuzuordnen, wenn sie sich hinsichtlich

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

unterscheiden.

Das vorliegende Gebäude gliedert sich in unterschiedlich konditionierte Bereiche, welche gemäß den Vorgaben der DIN V 18 599-10 folgenden Nutzungsprofilen zuzuordnen sind:

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| - Gruppenraum          | Nutzungsprofil Nr. 8  |
| - Sonstiger Aufenthalt | Nutzungsprofil Nr. 17 |
| - Lager, Technik       | Nutzungsprofil Nr. 20 |
| - Verkehrsflächen      | Nutzungsprofil Nr. 19 |
| - Sanitärräume in NWG  | Nutzungsprofil Nr. 16 |

Werden darüber hinaus Räume, die dem gleichen Nutzungsprofil zugeordnet sind, unterschiedlich konditioniert, ist eine weitere Unterteilung notwendig.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im öffentlich-rechtlichen Nachweis die Standard-Nutzungsprofile der DIN V 18 599-10 verwendet werden sollen. Eine Anpassung von z. B. Nutzungszeiten oder Raumtemperaturen erfolgt im Rahmen des Bilanzierungsverfahrens somit nicht.



Die jeweilige Konditionierung der o. g. Bereiche ist der Tabelle 5.3-1 zu entnehmen. Für die Konditionierung / Teilungskriterium werden folgende Abkürzungen verwendet:

|           |   |                             |
|-----------|---|-----------------------------|
| H         | - | statische Heizung           |
| K         | - | statische Kühlung           |
| L         | - | Fensterlüftung              |
| LH        | - | dynamische Heizung          |
| LK        | - | dynamische Kühlung          |
| M         | - | Befeuchtung                 |
| ZUL / ABL | - | mechanische Zuluft / Abluft |

| Zone | Tab. 4,<br>DIN V 18 599-10  | Konditionierung / Teilungskriterien |   |   |                |        |        |   |             | Tab. 4,<br>DIN V 18 599-2          | $\Delta U_{WB}$<br>[W/(m²K)] |
|------|-----------------------------|-------------------------------------|---|---|----------------|--------|--------|---|-------------|------------------------------------|------------------------------|
|      | Nutzung                     | Nr.                                 | H | K | L              | L<br>H | L<br>K | M | Beleuchtung | Kategorie<br>Gebäudedicht-<br>heit |                              |
| 1    | Gruppenraum H               | 8                                   | x | - | Fensterlüftung | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |
| 2    | Sonstiger Aufent-<br>halt H | 17                                  | x | - | Fensterlüftung | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |
| 3    | Lager/Technik H             | 20                                  | x | - | Fensterlüftung | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |
| 4    | Sanitär H                   | 16                                  | x | - | Zu- und Abluft | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |
| 5    | Verkehr H                   | 19                                  | x | - | Fensterlüftung | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |
| 6    | Küche H                     | 17                                  | x | - | Zu- und Abluft | -      | -      | - | LED         | I                                  | 0,05                         |

**Tabelle 5.3-1: Übersicht der Zonierung**

## 5.4 Wärmeübertragende Bauteile

### 5.4.1 Vorbemerkungen

Im nachfolgenden Abschnitt werden für jedes relevante Bauteil der thermischen Gebäudehülle das geeignete Wärmedämmmaterial, die Dicke der Wärmedämmung, der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung sowie der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) und der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) der Konstruktion tabellarisch angegeben. Thermisch und diffusionstechnisch nicht relevante Schichten werden hierbei vernachlässigt. Im Weiteren wird der Einzelbauteilnachweis nach DIN 4108-2 (/2.3/) zur Einhaltung der Anforderungen an den hygienisch erforderlichen Mindestwärmeschutz geführt.

Eine Übersicht der eingesetzten Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche ist der anliegenden Bauteildokumentation (Anlage A) in Verbindung mit den Positionsplänen (Anlage B) zu entnehmen.

Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt auf Grundlage der Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Werte) der betreffenden Baustoffe / Wärmedämmungen gemäß DIN EN ISO 6946 (/2.10/). Für die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit der Dämmstoffe werden Obergrenzen (z. B.  $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$ ) angegeben, auf deren Basis auch der Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt wurde.

Bei der Wahl eines Produkts ist zu beachten, dass einzelne Hersteller den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D$  bzw. den Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{\text{Grenz}}$  angeben, die nicht zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten herangezogen werden dürfen. Diese Werte müssen nach DIN V 4108-4 (/2.5/) in den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  umgerechnet werden. Alternativ kann auch der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  nach einer bauaufsichtlichen Zulassung zugrunde gelegt werden. Im Rahmen der Ausschreibung sind in jedem Fall die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit anzugeben.

Bei Räumen mit wesentlich niedrigeren Raumlufthtemperaturen sind neben einer erforderlichen Dämmung an den Deckenunterseiten auch Dämmmaßnahmen im Bereich von in die Deckenkonstruktionen einbindenden Stützen- bzw. Wandkonstruktionen erforderlich. Hierbei sind entsprechende Wärmedämmmaßnahmen von der Geschossdeckenunterseite nach unten bis mindestens  $h \geq 0,5 \text{ m}$  vorzusehen. Die Dicke der Wärmedämmung sollte  $d \geq 60 \text{ mm}$  mit einer rechnerischen Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(mK)}$  betragen. Im Rahmen der Ausführungsplanung sind derartige Wärmebrücken ggf. zu untersuchen und Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkung dieser Wärmebrücken festzulegen. Flankierende Dämmmaßnahmen werden auch an außenseitig auskragenden Decken- und Wandbauteilen erforderlich, sofern diese nicht thermisch getrennt ausgeführt werden können.

Sofern Räumlichkeiten nicht beheizt werden, jedoch zur Unterbringung haustechnischer Anlagen dienen, die Abwärme erzeugen, sind ggf. zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen der diese Räume umgebenden Bauteile notwendig. Entsprechende Bereiche sind im Zuge der Planungsfortschreibung durch die Haustechnikplanung bekannt zu geben. Sofern Haustechnikräume oder Schächte innerhalb der beheizten Gebäudehüllfläche liegen und ständigen Kontakt zur Außenluft aufweisen, sind auch hier wärmeschutztechnische Maßnahmen an den Umfassungswänden erforderlich.

Es wird grundsätzlich darauf hingewiesen, dass bei der weiteren Planung neben dem energiesparenden Wärmeschutz, der Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 (/2.4/) sowie der besondere Wärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken für eine schadensfreie Konstruktion der Außenbauteile zu berücksichtigen sind.

Sämtliche Bauteilkonstruktionen müssen entsprechend den anerkannten Regeln der Technik ausgeführt werden. Sofern für Bauteilkonstruktionen keine anerkannten Regeln der Technik vorliegen, sind Konstruktionen zu wählen, die über eine bauaufsichtliche Zulassung bzw. eine Zustimmung im Einzelfall verfügen. Über von den anerkannten Regeln der Technik abweichende Bauteilkonstruktionen ist der Bauherr hinreichend zu informieren und aufzuklären.

#### 5.4.2 Außenwände

Die Fassade wird als hinterlüftete Holzständerwand mit einer Mineralfaserdämmung und diffusionsoffener Unterdeckplatte ausgeführt. (AW01-01).

| Bauteil                | Bezeichnung | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | U-Wert<br>[W/(m²K)] |
|------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Außenwand an Außenluft | AW01-01     | <p>Holzständerwand</p> <p>Gefachdämmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mineralfaserdämmung</li> <li>- Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: WZ</li> <li>- z. B. Isover ZKF-032 der Fa. SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG o. glw.</li> <li>- <math>d \geq 220</math> mm</li> <li>- <math>\lambda \leq 0,032</math></li> </ul> <p>Unterdeckplatte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Holzfaserdämmplatte</li> <li>- z. B. STEICOuniversal der Fa. STEICO SE o. glw.</li> </ul> | 0,21                |

**Tabelle 5.4-1: Übersicht Wandkonstruktionen**

#### 5.4.3 Dachkonstruktionen und Decken

Die Hauptdachfläche (DA01-01) und die Dachterrassen/Loggia (DA02-01) werden als Warmdachaufbau geplant. Im Bereich des Hauptdachs ist eine Mineralfaserdämmung vorgesehen. Auf der Dachterrasse bzw. der Loggia ist eine PUR- / PIR-Wärmedämmung geplant. Bei Ausführung einer Gefälledämmung ist in Abhängigkeit der Gefälleausbildung der benannte Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN EN ISO 6946 nachzuweisen.

| Bauteil                                      | Bezeichnung | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | U-Wert<br>[W/(m²K)] |
|----------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Hauptdach                                    | DA01-01     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mineralfaserdämmung</li> <li>- Anwendungsgebiet DAA nach DIN 4108-10</li> <li>- z. B. Bondrock der Fa. Rockwool (Mineralvlies-Beschichtung) o. glw</li> <li>- <math>d \geq 200</math> mm</li> <li>- <math>\lambda \leq 0,040</math> W/(mK)</li> </ul>               | 0,19                |
| Dachterrasse / Loggia                        | DA02-01     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PUR / PIR-Dämmung</li> <li>- Anwendungsgebiet DAA nach DIN 4108-10</li> <li>- z. B. Bauder PIR KOMPAKT der Fa. Paul Bauder GmbH &amp; Co.KG o. glw</li> <li>- <math>d \geq 13</math> mm</li> <li>- <math>\lambda \leq 0,027</math> W/(mK)</li> </ul>                | 0,17                |
| Decke nach unten an Außenluft (hinterlüftet) | DL01-01     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vlieskaschierte Mineralfaserdämmung</li> <li>- Anwendungsgebiet WAB nach DIN 4108-10</li> <li>- z. B. Kontur FSP1-032 der Fa. SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG o. glw.</li> <li>- <math>d \geq 120</math> mm</li> <li>- <math>\lambda \leq 0,032</math> W/(mK)</li> </ul> | 0,17                |

**Tabelle 5.4-2: Übersicht Dach- und Deckenkonstruktionen**

#### 5.4.4 Fenster und Vorhangfassaden

Die transparenten Flächen werden als Fensterkonstruktionen geplant. Die beweglichen Fensterflügel sowie die Festverglasungen erhalten eine Dreischeibenisolierverglasung.

In Tabelle 5.4-3 werden für die einzelnen Fensterkonstruktionen exemplarisch die maßgeblichen Wärmedurchgangskoeffizienten der Vorhangsfassade ( $U_{cw}$ -Werte) angegeben, die durch das Gesamtsystem zu erreichen sind. Zusätzlich werden Kennwerte für die Verglasung und die Rahmenkonstruktionen angegeben, mit denen gemäß DIN EN ISO 10 077-1 Anhang F unter standardisierten Randbedingungen bzw. nach DIN EN ISO 12 631 der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient ermittelt wird.

Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Ausschreibung der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient des Fensters  $U_w$  bzw. der Pfosten-Riegel-Fassade  $U_{cw}$ , der Energiedurchlassgrad der Verglasung  $g$  sowie der Lichttransmissionsgrad  $t_{065}$  als maßgebliche technische Kennwerte des Fensters anzugeben sind. Diese Werte sind durch die ausführende Firma schriftlich zu bestätigen. Die Angaben sind dabei auch für den Prüfsachverständigen für energetische Gebäudeplanung relevant.

| Bauteil                | Bezeichnung | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                              | U-Wert<br>[W/(m²K)] |
|------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Fenster                | AF01        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfachfenster mit Dreischeibenisolierverglasung</li> <li>- Energiedurchlassgrad <math>\leq 0,35</math></li> <li>- <math>U_g \leq 0,6</math></li> <li>- <math>U \leq 1,6</math></li> <li>- thermisch verbesserter Scheibenrandverbund</li> </ul> | $\leq 1,0$          |
| Lichtkuppeln / RWA     | OL01        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtkuppeln / Oberlichter</li> <li>- mehrschalige Polycarbonatverglasung</li> <li>- Kunststoffrahmen mit gedämmtem Aufsetzkranz</li> </ul>                                                                                                      | 1,9                 |
| Außentüre, transparent | AT01        | Verglasung:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung: <math>U_g \leq 1,00 \text{ W/(m²K)}</math></li> <li>- Energiedurchlassgrad <math>\leq 0,35</math></li> <li>- thermisch verbesserter Scheibenrandverbund</li> </ul>                     | 1,6                 |
| Außentüre, opak        | AT02        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluminiumaußentüren</li> <li>- thermisch getrennte Rahmenprofile</li> <li>- gedämmtes Türblatt</li> </ul>                                                                                                                                        | 1,8                 |

**Tabelle 5.4-3: Übersicht Fenster und Türen**

#### 5.4.5 Gründungsbauteile

Die Bodenplatte wird mit einer unterseitig angeordneten Wärmedämmung aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum versehen.

| Bauteil                               | Bezeichnung | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | U-Wert<br>[W/(m²K)] |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Bodenplatte                           | G01         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perimeterdämmung aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (XPS)</li> <li>- Anwendungsgebiet PB nach DIN 4108-10</li> <li>- z. B. Ravatherm XPS 300 SL der Ravago Building Solutions Germany GmbH o. glw.</li> <li>- <math>d \geq 120 \text{ mm}</math></li> <li>- <math>\lambda \leq 0,038 \text{ W/(mK)}</math></li> </ul> | 0,25                |
| Erdberührte Außenwand / Gebäudesockel | G02         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmedämmung aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (XPS)</li> <li>- Anwendungsgebiet PW nach DIN 4108-10</li> <li>- z. B. Ravatherm XPS 300 SL der Ravago Building Solutions Germany GmbH o. glw.</li> <li>- <math>d \geq 140 \text{ mm}</math></li> <li>- <math>\lambda \leq 0,038 \text{ W/(mK)}</math></li> </ul>     | 0,25                |

**Tabelle 5.4-4: Übersicht Gründungsbauteile**

## 5.5 Wärmebrücken

Die konstruktive Durchbildung thermisch relevanter Bauteilanschlüsse und -übergänge hat so zu erfolgen, dass Wärmebrückeneinflüsse nachhaltig reduziert werden. Hierzu können die Konstruktionsbeispiele der DIN 4108, Beiblatt 2, herangezogen werden. Beim vorliegenden Bauvorhaben wird ein Wärmebrückenzuschlag von  $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  festgelegt. Ein Nachweis der Gleichwertigkeit der geplanten Bauteilanschlüsse und -übergänge mit den Konstruktionsbeispielen der DIN 4108, Beiblatt 2 ist somit erforderlich.

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| Wärmebrückenzuschlag<br>$\Delta U_{WB} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ | 0,05 |
|-------------------------------------------------------------------|------|

**Tabelle 5.5-1: Ansatz Wärmebrückenzuschlag**

## 5.6 Luftdichtheit

Zur Reduzierung von Lüftungswärmeverlusten und zur Vermeidung von konvektiv bedingten Feuchteschäden in der Baukonstruktion sind wärmeübertragende Umfassungsflächen einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik abzudichten.

Hierbei darf der nach DIN EN 13 829 bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pa gemessene Volumenstrom ( $n_{50}$ -Wert) bei Gebäuden ohne raumluftechnische Anlagen den Wert  $3,0 \text{ h}^{-1}$  und bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen den Wert  $1,5 \text{ h}^{-1}$  nicht überschreiten. Der Nachweis (Blower-Door-Messung) ist dann zwingend zu führen, wenn im Rahmen der Bilanzierung der Bonus der Gebäudedichtheitsprüfung berücksichtigt wird.

Im vorliegenden Fall ist ein Luftdichtheitstest vorgesehen.

Sofern bei Gebäuden mit Aufzügen Aufzugsüberfahrten vorgesehen werden, sind nachweislich geeignete, zugelassene Rauchabzugsanlagen zu verwenden, um insbesondere eine entsprechende Luftdichtheit der Gebäudehülle zu gewährleisten. In der Regel sind hierfür Abstimmungen mit der Bauaufsichtsbehörde / Feuerwehr / Brandschutzgutachter erforderlich.

## 5.7 Wärmespeicherfähigkeit

Die Wärmespeicherfähigkeit der Konstruktion beeinflusst den Ausnutzungsgrad solarer und interner Wärmeeinträge sowie die Reaktion des Raumklimas auf Schwankungen der Außentemperatur. Je größer die Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile ist, desto langsamer kühlt ein Raum aus und um so langsamer heizt er sich auf (z. B. entscheidend für die Effizienz einer Nachtlüftung). Die Wärmespeicherfähigkeit  $C_{\text{wirk}}$  wird z. B. in Abhängigkeit vom Vorhandensein leichter Trennwände und abgehängter Decken standardmäßig pauschal mit Werten zwischen  $50 \text{ Wh/K} \leq C_{\text{wirk}} \leq 130 \text{ Wh/K}$  festgelegt. Im Rahmen des vorliegenden GEG-Nachweises wird aufgrund der Holzbauweise eine leichte Bauweise angenommen ( $C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/K}$ ).

## 5.8 Solare Einträge

Die vorhandenen Fensterflächen sind zum Teil durch architektonische Vorgaben (Überhänge, horizontale Verbauung, seitliche Vorsprünge) verschattet. Die dadurch bedingte Reduzierung der solaren Strahlungswärmegewinne durch pauschale Verschattungsfaktoren berücksichtigt. Sind an der Fassade außenliegende Sonnenschutzmaßnahmen geplant, werden diese ebenfalls in der Bilanzierung berücksichtigt.

## 5.9 Sommerlicher Wärmeschutz

Entsprechend GEG § 14 ist zur Sicherstellung eines energiesparenden sommerlichen Wärmeschutzes und zur Reduzierung der Kühllasten bei Gebäuden nachzuweisen, dass die Anforderungen an die Sonneneintragskennwerte oder an die Grenzwerte der Übertemperaturgradstunden eingehalten werden. Der Nachweis erfolgt durch das standardisierte Rechenverfahren nach DIN 4108-2, Abschnitt 8.3 (Sonneneintragskennwerte) oder mit Hilfe thermischer Simulationen nach DIN 4108-2, Abs. 8.4 und wird für maßgebliche Aufenthaltsräume geführt, deren grundflächenbezogener Fensterflächenanteil über 10 % beträgt.

Es wurde die Erfordernis folgender Sonnenschutzmaßnahmen festgestellt:

|                       |                             |                 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|
| - alle Orientierungen | Sonnenschutzverglasung      | $g \leq 0,35$   |
|                       | außenliegender Sonnenschutz | $F_c \leq 0,20$ |

An den Fenstertüren der Rettungswege kann auf einen Sonnenschutz verzichtet werden. An den runden Fenstern im Obergeschoss kann auf einen außenliegenden Sonnenschutz verzichtet werden.

Berechnungsergebnisse und weitere Anmerkungen befinden sich in Abschnitt 6.4.

#### **5.10 Technische Gebäudeausrüstung**

Die Planung und Umsetzung der technischen Gebäudeausrüstung liegt im Verantwortungsbereich der Fachplanung Haustechnik. Die Anforderungen des GEG an Anlagen der Heizungs-, und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung gemäß §§ 61 - 70 sind hierbei einzuhalten. Hierzu gehören u. a.:

- Wärmedämmung von Wärme- und Kälteverteilungen, Warmwasser- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen,
- Einbau bedarfsgeregelter Pumpen
- Einbau selbsttätig wirkender Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur
- Einbau selbsttätig wirkender Einrichtungen zur bedarfsgerechten Begrenzung der Luftvolumenströme

Der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes ist maßgeblich abhängig von der Konditionierung der einzelnen Nutzungszonen und der hierfür eingesetzten haustechnischen Anlagen.

Für die energetische Bilanzierung des Nichtwohngebäudes nach DIN V 18 599 wird die in der nachfolgenden Tabelle 5.10-1 aufgeführte Anlagenkonfiguration angesetzt. Sofern keine genaueren Angaben vorliegen, wird für die Berechnung zunächst die Anlagentechnik des Referenzgebäudes zugrunde gelegt. Die Zone 17 wird komplett mit der Anlagentechnik des Referenzgebäudes abgebildet, da hierfür derzeit keine Planung vorliegt (Mieterausbauplanung).



Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020  
ACR 9939\_10101 vom 22.10.2021

| Rechengröße / System     | Beschreibung Anlagentechnik, Kenndaten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Heizung                  | <p><u>Wärmeerzeugung</u><br/>Luft-Wasser-Wärmepumpe, JAZ <math>\geq 4,1</math>; Spitzenlast über Heizzentrale der Schulerweiterung (Biogas-BHKW + Biogas-Brennwertkessel)</p> <p><u>Wärmeverteilung und -übergabe</u><br/>alle Zonen: Fußbodenheizung, VL/RL Temperatur: 40 / 30 °C<br/>Zone 5: zusätzliche Heizkörper, VL /RL Temperatur: 40 / 30 °C<br/>Wärmeverteilung: Etagenverteiltertyp<br/>hydraulischer Abgleich, P-Regler zertifiziert, Gebäudeautomation, Einzelraumregelung, intermittierender Betrieb, Wärmepufferspeicher (V = 500 l)</p> |
| Kühlung                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lüftung / Raumluftechnik | <p><u>Übergabe</u><br/>Zonen 4: RLT mit Heizregister<br/>Be- und Entlüftung durch Einzelraumlüfter ohne WRG<br/>Zonen 1, 2, 3, 5, 6: Fensterlüftung<br/><u>Regelung</u><br/>Zonen 4, : konstante Außenluftvolumenstromregelung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Beleuchtung              | <p><u>Leuchtmittel</u><br/>Beleuchtung mit LED-Lampen<br/><u>manuelle Steuerung</u><br/>Zonen 1, 2, 3, 4, 5, 6</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Warmwasser               | <p><u>Erzeugung</u><br/>dezentral über elektrische Durchlauferhitzer<br/>Zone 4</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Tabelle 5.10-1: Berechnungsansätze Anlagentechnik**

## 6 Energetische Bilanzierung

### 6.1 Vorbemerkung

Die berechneten, zur Bedarfsdeckung erforderlichen Endenergien je Zone werden mit dem jeweiligen Primärenergiefaktor der eingesetzten Energieträger gewichtet und ergeben den Primärenergiebedarf, wobei die Primärenergiefaktoren der verschiedenen Energieträger Werte zwischen 0,0 für z. B. Solarenergie und 1,8 für Strom annehmen.

Nachfolgend sind die Berechnungsergebnisse zum Nachweis der Jahres-Primärenergiebedarfs, des baulichen Wärmeschutzes sowie die Nachweise nach § 34 GEG zur Nutzung erneuerbarer Energien auf Grundlage des Bilanzierungsverfahrens nach DIN V 18 599 zusammengefasst. Im Weiteren sind im Abschnitt 6.5 die Nachweise zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 enthalten.

### 6.2 Ergebnis Jahres-Primärenergiebedarf

Auf Grundlage der im Abschnitt 5 zusammengestellten Planungsergebnisse und Berechnungsansätze zu den haustechnischen Anlagen wurden der Jahres-Primärenergiebedarf des geplanten Gebäudes sowie der einzuhaltende Grenzwert des Referenzgebäudes wie folgt ermittelt:

#### Flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf

- flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes  $Q_{p,Ref} = 188,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- zulässiger flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf gemäß GEG  $Q_{p,zul} = 188,7 \cdot 0,75 = 141,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf gemäß BEG EG 55  $Q_{p,BEG 55} = 188,7 \cdot 0,55 = 103,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- berechneter flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf des geplanten Gebäudes  $Q_p = 96,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

$$Q_p / Q_{p,GEG} = 96,7 / 141,5 = 0,68 < 1,0$$

$$Q_p / Q_{p,BEG55} = 96,7 / 103,8 = 0,93 < 1,0$$

**Die Anforderungen des GEG 2020 sowie des BEG EG 55 an die Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs werden somit erfüllt.**

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020  
ACR 9939\_10101 vom 22.10.2021

### 6.3 Ergebnisse des baulichen Wärmeschutzes

|                                | $\Theta_i \geq 19^\circ\text{C}$ |                      |                        | Anforderung<br>GEG + EG 55 |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
|                                | $U_{\text{vorh}}$                | $U_{\text{zul,GEG}}$ | $U_{\text{zul,EG 55}}$ |                            |
| opake Außenbauteile            | 0,17                             | 0,28                 | 0,22                   | erfüllt                    |
| transparente Außenbauteile     | 1,00                             | 1,50                 | 1,20                   | erfüllt                    |
| Vorhangfassade                 | --                               | 1,50                 | 1,20                   | nicht vorhanden            |
| Oberlichter, Lichtkuppeln etc. | 1,90                             | 2,50                 | 2,00                   | erfüllt                    |

**Tabelle 6.3-1: Nachweise des baulichen Wärmeschutzes für  $\Theta_i \geq 19^\circ\text{C}$**

|                                | $12^\circ\text{C} \leq \Theta_i < 19^\circ\text{C}$ |                      |                        | Anforderung<br>GEG + EG 55 |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
|                                | $U$                                                 | $U_{\text{zul,GEG}}$ | $U_{\text{zul,EG 55}}$ |                            |
| opake Außenbauteile            | --                                                  | 0,50                 | 0,28                   | nicht vorhanden            |
| transparente Außenbauteile     | --                                                  | 2,80                 | 1,50                   | nicht vorhanden            |
| Vorhangfassade                 | --                                                  | 3,00                 | 2,50                   | nicht vorhanden            |
| Oberlichter, Lichtkuppeln etc. | --                                                  | 3,10                 | 2,50                   | nicht vorhanden            |

**Tabelle 6.3-2: Nachweise des baulichen Wärmeschutzes für  $12^\circ\text{C} \leq \Theta_i < 19^\circ\text{C}$**

### 6.4 Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Für folgende Räume wird der sommerliche Wärmeschutz exemplarisch untersucht. Berechnungsprotokolle und Übersichtspläne können der Anlage D entnommen werden.

| SIM-1 - Erdgeschoss - Gruppenraum, Süd / West:<br>A <sub>G</sub> : 68 m², A <sub>w</sub> : 20,62 m², Fensterflächenanteil: 30 % |        |              |                                                                        |                                          |                                              |             |                          |                   |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------|----------|
| Verglasung                                                                                                                      |        | Sonnenschutz |                                                                        |                                          | bei Bedarf<br>erhöhter<br>Luftwech-<br>sel   | Bauart      | Nachweis nach DIN 4108-2 |                   |          |
| Art                                                                                                                             | g-Wert | Lage         | Art                                                                    | F <sub>c</sub> -Wert                     |                                              |             | Ü                        | Ü <sub>zul.</sub> | Nachweis |
| S: SSV<br>W: SSV                                                                                                                | 0,35   | a            | S: Raffstore<br>o. glw. und<br>innenliegend<br>W: Raffstore<br>o. glw. | S: 0,20<br>S: 0,75<br>W: 0,50<br>W: 1,00 | n <sub>d</sub> : 3,0<br>n <sub>n</sub> : 0,0 | gem.<br>SIM | 167                      | 500               | erfüllt  |
| SIM-02 - Erdgeschoss - Küche, Ost:<br>A <sub>G</sub> : 26,5 m², A <sub>w</sub> : 6,2 m², Fensterflächenanteil: 23 %             |        |              |                                                                        |                                          |                                              |             |                          |                   |          |
| Verglasung                                                                                                                      |        | Sonnenschutz |                                                                        |                                          | bei Bedarf<br>erhöhter<br>Luftwech-<br>sel   | Bauart      | Nachweis nach DIN 4108-2 |                   |          |
| Art                                                                                                                             | g-Wert | Lage         | Art                                                                    | F <sub>c</sub> -Wert                     |                                              |             | Ü                        | Ü <sub>zul.</sub> | Nachweis |
| SO: SSV                                                                                                                         | 0,35   | a            | Raffstore o. glw.                                                      | 0,20<br>0,75                             | n <sub>d</sub> : 3,0<br>n <sub>n</sub> : 0,0 | gem.<br>SIM | 354                      | 500               | erfüllt  |

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020  
ACR 9939\_10101 vom 22.10.2021

| SWS-03 - Erdgeschoss - Gruppenraum, Nord/West:<br>A <sub>G</sub> : 54,5 m², A <sub>w</sub> : 19,6 m², Fensterflächenanteil: 36 % |                    |              |                                                                     |                      |                                              |          |                                                                       |                  |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| Verglasung                                                                                                                       |                    | Sonnenschutz |                                                                     |                      | bei Bedarf erhöhter Luftwechsel              | Bauart   | Nachweis nach DIN 4108-2                                              |                  |          |
| Art                                                                                                                              | g-Wert             | Lage         | Art                                                                 | F <sub>c</sub> -Wert |                                              |          | S <sub>vorh</sub>                                                     | S <sub>zul</sub> | Nachweis |
| N: SSV<br>W:SSV                                                                                                                  | N: 0,35<br>W: 0,35 | N: a<br>W: i | N: Raffstore<br>o. glw<br>W: Raffstore<br>o. glw<br>W: innenliegend | 0,20<br>0,20<br>0,75 | n : 0,0                                      | leicht   | 0,034                                                                 | 0,07             | erfüllt  |
| SIM-04 - Obergeschoss - Multifunktionsraum, Süd:<br>A <sub>G</sub> : 50 m², A <sub>w</sub> : 15,3 m², Fensterflächenanteil: 35 % |                    |              |                                                                     |                      |                                              |          |                                                                       |                  |          |
| Verglasung                                                                                                                       |                    | Sonnenschutz |                                                                     |                      | bei Bedarf erhöhter Luftwechsel              | Bauart   | Nachweis nach DIN 4108-2                                              |                  |          |
| Art                                                                                                                              | g-Wert             | Lage         | Art                                                                 | F <sub>c</sub> -Wert |                                              |          | Ü                                                                     | Ü <sub>zul</sub> | Nachweis |
| S: SSV                                                                                                                           | 0,35               | a            | S: Raffstore<br>o. glw<br>S: ohne                                   | 0,20<br>1,00         | n <sub>d</sub> : 3,0<br>n <sub>n</sub> : 0,0 | gem. SIM | 430                                                                   | 500              | erfüllt  |
| SWS-05 - Obergeschoss - Gruppenraum, Nord:<br>A <sub>G</sub> : 14 m², A <sub>w</sub> : 5,38 m² Fensterflächenanteil: 38 %        |                    |              |                                                                     |                      |                                              |          |                                                                       |                  |          |
| Verglasung                                                                                                                       |                    | Sonnenschutz |                                                                     |                      | bei Bedarf erhöhter Luftwechsel              | Bauart   | Nachweis nach DIN 4108-2<br>(Simulationsverfahren nach Abschnitt 8.4) |                  |          |
| Art                                                                                                                              | g-Wert             | Lage         | Art                                                                 | F <sub>c</sub> -Wert |                                              |          | S <sub>vorh</sub>                                                     | S <sub>zul</sub> | Nachweis |
| N: SSV                                                                                                                           | 0,34               | a            | N: Raffstore<br>o. glw.                                             | 0,20                 | n : 0,0                                      | leicht   | 0,034                                                                 | 0,123            | erfüllt  |

WSV: Wärmeschutz; SSV: Sonnenschutz; g: Energiedurchlassgrad; a: außenliegend; i: innenliegend; F<sub>c</sub>: Abminderungsfaktor Sonnenschutz; n<sub>n</sub>: erhöhte Nachtlüftung; n<sub>d</sub>: erhöhte Taglüftung; S: Sonneneintragskennwert; Ü: Über Temperaturgradstunden; Ü<sub>zul</sub>: zulässige Über Temperaturgradstunden

**Tabelle 6.4-1: Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2**

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass beim Nachweis des energiesparenden sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 keine Überprüfung von Behaglichkeitskriterien erfolgt.

## 6.5 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne GEG § 34 ff.

Durch die Wärmeversorgung mit der Nutzung von Wärmeenergien aus der Umwelt (Luft-Wasser-Wärmepumpe) in Verbindung mit den Biogas betriebenen Spitzenlastkesseln werden die Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien gemäß § 34 GEG erfüllt (vgl. Anlage C).

## 6.6 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne BEG EG55 EE-Paket

Durch die Wärmeversorgung mit der Nutzung von Wärmeenergien aus der Umwelt (Luft-Wasser-Wärmepumpe) in Verbindung mit den Biogas betriebenen Spitzenlastkesseln werden die Anforderungen des Effizienzgebäudes an das EE-Paket erfüllt.

$$EE_{\text{genutzt}} = 82.070 \text{ kWh/Jahr}$$

$$EE_{\text{Soll}} = 0,55 \times 135.040 = 74.272 \text{ kWh/Jahr (55 \% des Wärmebedarfs)}$$

$$EE_{\text{genutzt}} \geq EE_{\text{Soll}} \text{ (55 \%)}$$

## 7 Schlussbemerkungen

Im Rahmen des Gutachtens wurden die Nachweise des baulichen Wärmeschutzes, des Jahres-Primärenergiebedarfs, des sommerlichen Wärmeschutzes und der Nutzung erneuerbarer Energien entsprechend den Anforderungen des GEG 2020 für den Neubau des Nichtwohngebäudes geführt. Weiterhin wurde die Einhaltung der Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) an den baulichen Wärmeschutz und den Jahres-Primärenergiebedarf für das Effizienzhausniveau EG 55 nachgewiesen. Die Berechnungen erfolgten hierbei mit dem Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18 599. Wie den Ausführungen des Abschnitts 6 zu entnehmen ist, werden mit Umsetzung der Planungsvorgaben die gesetzlichen Anforderungen sowie die Anforderungen gemäß BEG EG 55 eingehalten.

Berlin, den 22.10.2021

  
Dipl.-Ing. Matthias Friedrich  
Büroleiter Thermische Bauphysik

  
M. Sc. Bastian Hille

## Anlagen

**Anlage A      Bauteilberechnungen**



Der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils AW01-01 wird durch Bauteilabschnitte mit reduzierter Wärmedämmung beeinflusst.  
 Nachfolgende Tabelle zeigt den durch die reduzierte Wärmedämmung resultierenden mittleren U-Wert für das Bauteil AW01-01.

Für die Berechnungen nach dem GEG wird der mittlere U-Wert zugrunde gelegt.

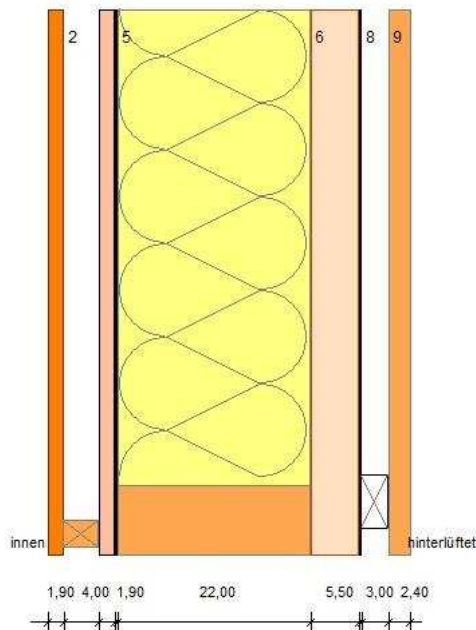
| AW01-01                                          | Konstruktionsholz | Mineralf. 035 | DWD 050 | U-Wert       | Fläche | Flächenanteil | U*Flächenanteil |                                |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------|--------------|--------|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Regelbauteil                                     | KVS, Achsmaß 62.5 | 0.20 m        | 0.06 m  | 0.18 W/(m²K) | 617 m² | 82%           | 0.148 W/(m²K)   | AW01-01_Regelbauteil.DWB       |
| Unterzugeinbindung                               | 0.20 m            | -             | 0.06 m  | 0.33 W/(m²K) | 15 m²  | 2%            | 0.007 W/(m²K)   | AW01-01_Unterzug.DWB           |
| Deckeneinbindung                                 | 0.15 m            | 0.05 m        | 0.06 m  | 0.25 W/(m²K) | 15 m²  | 2%            | 0.005 W/(m²K)   | AW01-01_Deckeneinbindung.DWB   |
| Jalousiekasten                                   | 0.06 m            | 0.07 m        | -       | 0.48 W/(m²K) | 23 m²  | 3%            | 0.015 W/(m²K)   | AW01-01_Sonnenschutzkasten.DWB |
| zusätzliches Konstruktionsholz (Rähm & Schwelle) |                   |               | 0.06 m  | 0.33 W/(m²K) | 43 m²  | 6%            | 0.019 W/(m²K)   |                                |
|                                                  |                   | XPS 038       |         | U-Wert       |        |               |                 |                                |
| Stb.-Sockel                                      |                   | 0.14 m        |         | 0.25 W/(m²K) | 40 m²  | 5%            | 0.013 W/(m²K)   | G02.DWB                        |
|                                                  |                   |               |         |              | 753 m² |               |                 |                                |

U<sub>mittel</sub> - AW01-01

0.21 W/(m²K)

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: AW01-01 - Regelbauteil**



**AW01-01 - Regelbauteil**

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

von innen

- 1 Raumseitige Beplankung
- 2 Installationsebene
- 3 Holzwerkstoffplatte
- 4 Dampfbremse
- 5 Mineralfaserdämmung WLS 032
- 6 Unterdeckplatte (diffusionsoffen)
- 7 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)
- 8 Unterkonstruktion
- 9 Fassadenbekleidung

Hinterlüftete Holzständerwand mit Mineralfaserdämmung und diffusionsoffener Unterdeckplatte (Nut und Feder)

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils setzt sich aus den Bauteilen AW01-01a und AW01-01b mit den jeweiligen Flächenanteilen zusammen.

Der über die Flächenanteile berechnete Wärmedurchgangskoeffizient dieses Bauteils wird für die Energiebilanz nach GEG angesetzt.

Mineralfaserdämmung z.B. Isover Integra ZKF-032 der Fa. Saint-Gobain Isover G+H AG o.glw.  
Unterdeckplatte z.B. STEICOuniversal der Fa. STEICO SE o.glw.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$

**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 Raumseitige Beplankung            | 1,90    | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 02 Installationsebene                | 4,00    | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 03 Holzwerkstoffplatte               | 1,90    | 600                         | 11,4              | 0,130               | 0,15                    |
| 04 Dampfbremse                       | -       | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 05 Mineralfaserdämmung WLS 032       | 22,00   | 30                          | 6,6               | 0,032               | 6,88                    |
| 06 Unterdeckplatte (diffusionsoffen) | 5,50    | 230                         | 12,7              | 0,050               | 1,10                    |
| 07 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)  | -       | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 08 Unterkonstruktion                 | 3,00    | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 09 Fassadenbekleidung                | 2,40    | -                           | -                 | -                   | -                       |
| 10                                   | -       | -                           | -                 | -                   | -                       |
| $R_{se}$                             |         |                             |                   |                     | 0,08                    |
| <hr/>                                |         |                             |                   |                     |                         |
| d =                                  | 40,70   | G =                         | 30,6              | $R_T$ =             | 8,33                    |

$$U_{\text{Gefach}} = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Rahmenbereich**

| Rahmenbreite                        | Achsabstand | zusammengesetztes Bauteil |            |                  |            |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------|------------|------------------|------------|
| 8,0 cm                              | 62,5 cm     | 12,8 %                    | 51,1 kg/m² |                  |            |
| Rahmenanteil von innen              | s<br>cm     | ρ<br>kg/m³                | kg/m²      | λ<br>W/ (mK)     | R<br>m²K/W |
| R <sub>si</sub>                     |             |                           |            |                  | 0,13       |
| 01 Sichtschalung                    | 1,90        | 660                       | 12,5       | 0,130            | 0,15       |
| 02 Unterkonstruktion                | 4,00        | –                         | –          | –                | –          |
| 03 Holzwerkstoffplatte              | 1,90        | 600                       | 11,4       | 0,130            | 0,15       |
| 04 Dampfbremse                      | –           | –                         | –          | –                | –          |
| 05 Holzständer                      | 22,00       | 700                       | 154,0      | 0,170            | 1,29       |
| 06 Unterdeckplatte (diffusionsoffen | 5,50        | 230                       | 12,7       | 0,050            | 1,10       |
| 07 ggf. Windfolie (diffusionsoffen) | –           | –                         | –          | –                | –          |
| 08 Unterkonstruktion                | 3,00        | –                         | –          | –                | –          |
| 09 Fassadenbekleidung               | 2,40        | –                         | –          | –                | –          |
| R <sub>se</sub>                     |             |                           |            |                  | 0,08       |
|                                     | 40,70       |                           | 190,6      | R <sub>T</sub> = | 2,90       |

$$U_{(R)} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (87,20\% \cdot 1/8,331 + 12,80\% \cdot 1/2,896) = 6,72 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,872/0,146 + 0,128/0,146) + 1/(0,872/6,875 + 0,128/1,294) + 1/(0,872/1,100 + 0,128/1,100) + 0,08 = 5,89 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 6,30 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 7 \%)$$

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,21 W/(m<sup>2</sup>K)** (manuell festgelegt)

**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>

$$R_{(G)} \quad 8,12 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

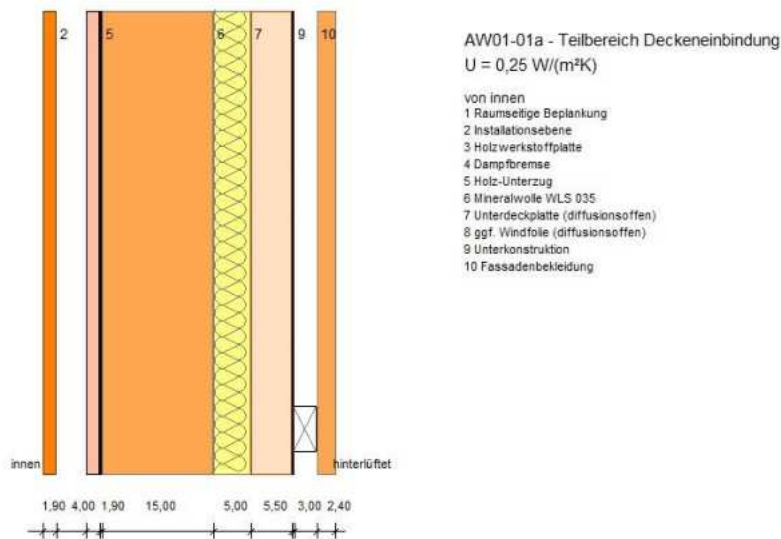
$$R \quad 6,09 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.3: nachweisfreie Außenwand in Holzbauart nach DIN 68800-2, Bild A.2 - Außenwand, belüftet oder hinterlüftet, mit Installationsebene

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: AW01-01a - Teilbereich Deckeneinbindung**



Teilabschnitt AW01-01:

Einbindung der Massivholzdecke in die Außenwand.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$

**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 Raumseitige Beplankung            | 1,90    | –               | –     | –                   | –          |
| 02 Installationsebene                | 4,00    | –               | –     | –                   | –          |
| 03 Holzwerkstoffplatte               | 1,90    | 600             | 11,4  | 0,130               | 0,15       |
| 04 Dampfbremse                       | –       | –               | –     | –                   | –          |
| 05 Holz-Unterzug                     | 15,00   | 600             | 90,0  | 0,130               | 1,15       |
| 06 Mineralwolle WLS 035              | 5,00    | 20              | 1,0   | 0,035               | 1,43       |
| 07 Unterdeckplatte (diffusionsoffen) | 5,50    | 230             | 12,7  | 0,050               | 1,10       |
| 08 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)  | –       | –               | –     | –                   | –          |
| 09 Unterkonstruktion                 | 3,00    | –               | –     | –                   | –          |
| 10 Fassadenbekleidung                | 2,40    | –               | –     | –                   | –          |
| $R_{se}$                             |         |                 |       |                     | 0,08       |
| <hr/>                                |         |                 |       |                     |            |
| d =                                  | 38,70   | G =             | 115,1 | $R_T =$             | 4,04       |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,25 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.

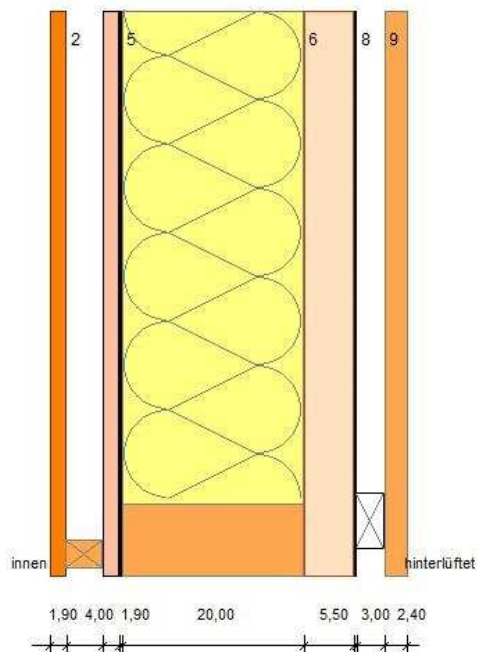
R 3,83  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.3: nachweisfreie Außenwand in Holzbauart nach DIN 68800-2, Bild A.2 - Außenwand, belüftet oder hinterlüftet, mit Installationsebene

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: AW01-01d - Teilbereich Gefach**



AW01-01d - Teilbereich Gefach

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- von innen
- 1 Raumseitige Beplankung
  - 2 Installationsebene
  - 3 Holzwerkstoffplatte
  - 4 Dampfbremse
  - 5 Mineralfaserdämmung WLS 035
  - 6 Unterdeckplatte (diffusionsoffen)
  - 7 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)
  - 8 Unterkonstruktion
  - 9 Fassadenbekleidung

Hinterlüftete Holzständerwand mit Mineralfaserdämmung und diffusionsoffener Unterdeckplatte (Nut und Feder)

Mineralfaserdämmung z.B. Isover Integra ZKF-032 der Fa. Saint-Gobain Isover G+H AG o.glw.  
Unterdeckplatte z.B. STEICOuniversal der Fa. STEICO SE o.glw.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"  
mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$

**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 Raumseitige Beplankung            | 1,90      | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 02 Installationsebene                | 4,00      | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 03 Holzwerkstoffplatte               | 1,90      | 600                         | 11,4              | 0,130               | 0,15                    |
| 04 Dampfbremse                       | –         | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 05 Mineralfaserdämmung WLS 035       | 20,00     | 30                          | 6,0               | 0,035               | 5,71                    |
| 06 Unterdeckplatte (diffusionsoffen) | 5,50      | 230                         | 12,7              | 0,050               | 1,10                    |
| 07 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)  | –         | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 08 Unterkonstruktion                 | 3,00      | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 09 Fassadenbekleidung                | 2,40      | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 10                                   | –         | –                           | –                 | –                   | –                       |
| $R_{se}$                             |           |                             |                   |                     | 0,08                    |
| <hr/>                                |           |                             |                   |                     |                         |
|                                      | d = 38,70 | G = 30,0                    |                   | $R_T = 7,17$        |                         |

$U_{\text{Gefach}} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Rahmenbereich**

| Rahmenbreite                        | Achsabstand | zusammengesetztes Bauteil |            |                  |            |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------|------------|------------------|------------|
| 8,0 cm                              | 62,5 cm     | 12,8 %                    | 48,8 kg/m² |                  |            |
| Rahmenanteil von innen              | s<br>cm     | ρ<br>kg/m³                | kg/m²      | λ<br>W/ (mK)     | R<br>m²K/W |
| R <sub>si</sub>                     |             |                           |            |                  | 0,13       |
| 01 Sichtschalung                    | 1,90        | 660                       | 12,5       | 0,130            | 0,15       |
| 02 Unterkonstruktion                | 4,00        | -                         | -          | -                | -          |
| 03 Holzwerkstoffplatte              | 1,90        | 600                       | 11,4       | 0,130            | 0,15       |
| 04 Dampfbremse                      | -           | -                         | -          | -                | -          |
| 05 Holzständer                      | 20,00       | 700                       | 140,0      | 0,170            | 1,18       |
| 06 Unterdeckplatte (diffusionsoffen | 5,50        | 230                       | 12,7       | 0,050            | 1,10       |
| 07 ggf. Windfolie (diffusionsoffen) | -           | -                         | -          | -                | -          |
| 08 Unterkonstruktion                | 3,00        | -                         | -          | -                | -          |
| 09 Fassadenbekleidung               | 2,40        | -                         | -          | -                | -          |
| R <sub>se</sub>                     |             |                           |            |                  | 0,08       |
|                                     | 38,70       |                           | 176,6      | R <sub>T</sub> = | 2,78       |

$$U_{(R)} = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (87,20\% \cdot 1/7,170 + 12,80\% \cdot 1/2,779) = 5,96 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,872/0,146 + 0,128/0,146) + 1/(0,872/5,714 + 0,128/1,176) + 1/(0,872/1,100 + 0,128/1,100) + 0,08 = 5,28 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 5,62 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 6 \%)$$

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,18 W/(m<sup>2</sup>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>

$$R_{(G)} \quad 6,96 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

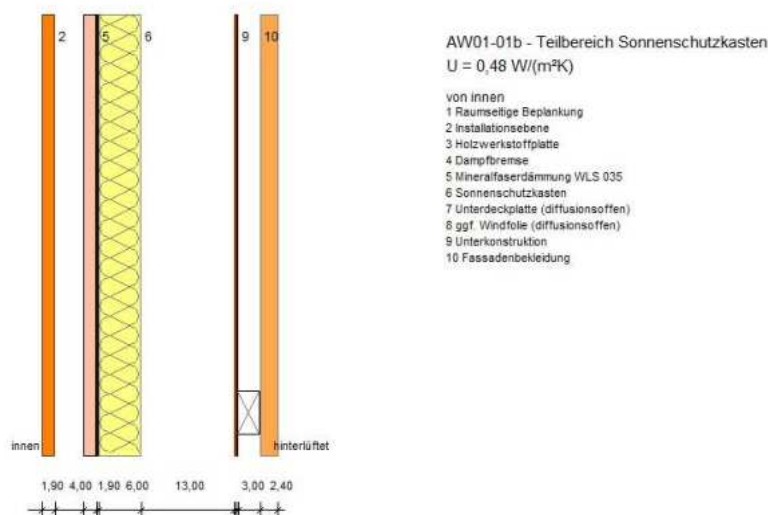
$$R \quad 5,41 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.3: nachweisfreie Außenwand in Holzbauart nach DIN 68800-2, Bild A.2 - Außenwand, belüftet oder hinterlüftet, mit Installationsebene

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: AW01-01b - Teilbereich Sonnenschutzkasten**



Teilabschnitt AW01-01:

Sonnenschutzkasten in der Außenwand.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$

**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 Raumseitige Beplankung            | 1,90      | -               | -     | -                   | -          |
| 02 Installationsebene                | 4,00      | -               | -     | -                   | -          |
| 03 Holzwerkstoffplatte               | 1,90      | 600             | 11,4  | 0,130               | 0,15       |
| 04 Dampfbremse                       | -         | -               | -     | -                   | -          |
| 05 Mineralfaserdämmung WLS 035       | 6,00      | 20              | 1,2   | 0,035               | 1,71       |
| 06 Sonnenschutzkasten                | 13,00     | -               | -     | -                   | -          |
| 07 Unterdeckplatte (diffusionsoffen) | -         | 230             | -     | 0,050               | -          |
| 08 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)  | -         | -               | -     | -                   | -          |
| 09 Unterkonstruktion                 | 3,00      | -               | -     | -                   | -          |
| 10 Fassadenbekleidung                | 2,40      | -               | -     | -                   | -          |
| $R_{se}$                             |           |                 |       |                     | 0,08       |
| <hr/>                                |           |                 |       |                     |            |
|                                      | d = 32,20 | G = 12,6        |       | $R_T = 2,07$        |            |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,48 W/(m²K)** (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/m²

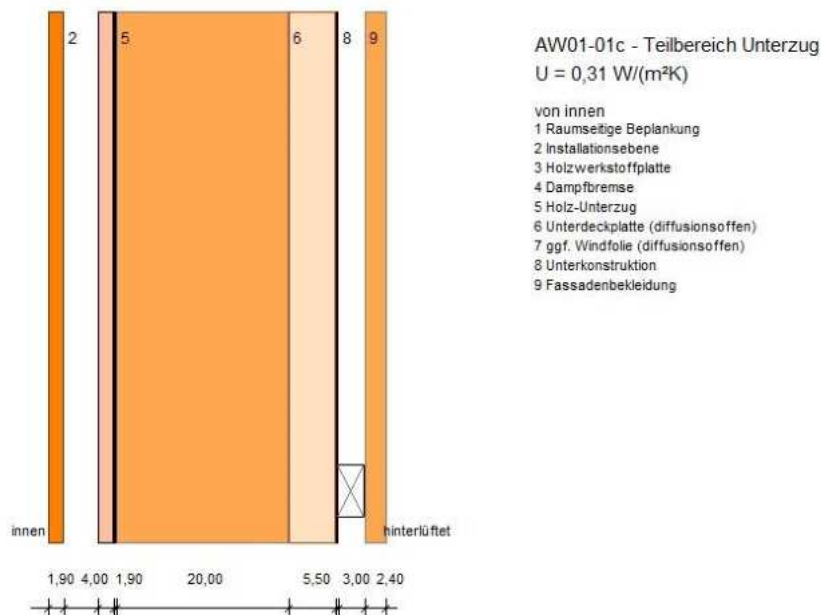
R 1,86 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.3: nachweisfreie Außenwand in Holzbauart nach DIN 68800-2, Bild A.2 - Außenwand, belüftet oder hinterlüftet, mit Installationsebene

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: AW01-01c - Teilbereich Unterzug**



Teilabschnitt AW01-01:

Holz-Unterzug in der Außenwand

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$

**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 Raumseitige Beplankung            | 1,90    | –                           | –                 | 0,130               | 0,15                    |
| 02 Installationsebene                | 4,00    | –                           | –                 | 0,450               | 0,09                    |
| 03 Holzwerkstoffplatte               | 1,90    | 600                         | 11,4              | 0,130               | 0,15                    |
| 04 Dampfbremse                       | –       | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 05 Holz-Unterzug                     | 20,00   | 600                         | 120,0             | 0,130               | 1,54                    |
| 06 Unterdeckplatte (diffusionsoffen) | 5,50    | 230                         | 12,7              | 0,050               | 1,10                    |
| 07 ggf. Windfolie (diffusionsoffen)  | –       | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 08 Unterkonstruktion                 | 3,00    | –                           | –                 | –                   | –                       |
| 09 Fassadenbekleidung                | 2,40    | –                           | –                 | –                   | –                       |
| $R_{se}$                             |         |                             |                   |                     | 0,08                    |
| <hr/>                                |         |                             |                   |                     |                         |
|                                      | d =     | 38,70                       | G =               | 144,1               | $R_T =$ 3,23            |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

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

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

$R = 3,02 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

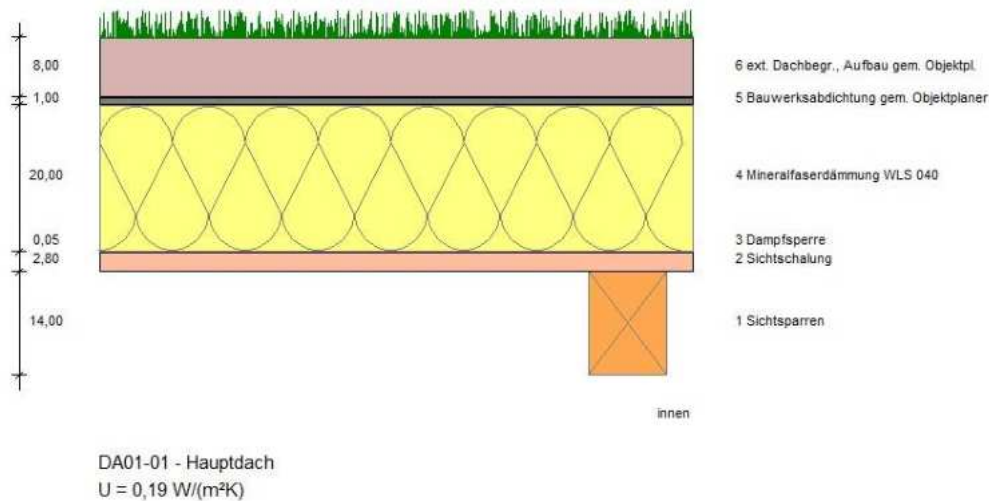
**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.3: nachweisfreie Außenwand in Holzbauart nach DIN 68800-2, Bild A.2 - Außenwand, belüftet oder hinterlüftet, mit Installationsebene



Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: DA01-01 - Hauptdach**



Warmdachaufbau mit Mineralfaserwärmedämmung mit extensiver Dachbegrünung

Mineralfaserdämmung zweilagig verlegt.

Obere Lage: z.B. Bondrock der Fa. Rockwool (Mineralvlies-Beschichtung) o.glw.

Untere Lage: z.B. Hardrock der Fa. Rockwool o.glw.

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"

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

**Querschnitt**

| von innen                           | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | $\lambda$<br>kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-------------------------------------|---------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                            |         |                             |                                |                     | 0,10                    |
| 01 Sichtsparren                     | 14,00   | -                           | -                              | -                   | -                       |
| 02 Sichtschalung                    | 2,80    | -                           | -                              | -                   | -                       |
| 03 Dampfsperre                      | 0,05    | -                           | -                              | -                   | -                       |
| 04 Mineralfaserdämmung WLS 040      | 20,00   | -                           | -                              | 0,040               | 5,00                    |
| 05 Bauwerksabdichtung gem. Objektpl | 1,00    | -                           | -                              | -                   | -                       |
| 06 ext. Dachbegr., Aufbau gem. Obje | 8,00    | -                           | -                              | -                   | -                       |
| $R_{se}$                            |         |                             |                                |                     | 0,04                    |
| <hr/>                               |         |                             |                                |                     |                         |
| d =                                 | 45,85   | G =                         | -                              | $R_T =$             | 5,14                    |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

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

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

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

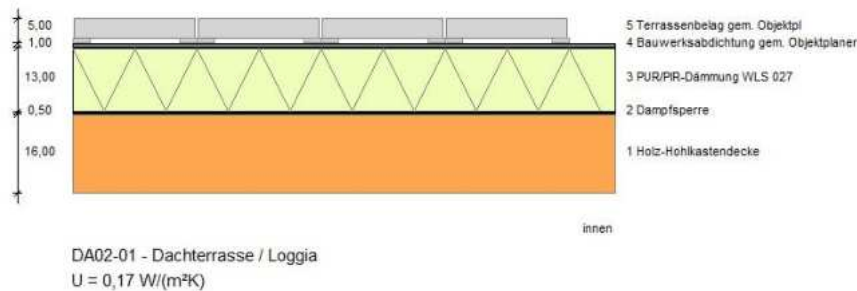
$R = 5,00 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.3.2: Bild 8 - nachweisfreies nicht belüftetes Dach mit Dachabdichtung

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: DA02-01 - Dachterrasse / Loggia**



Warmdachaufbau mit PUR/PIR-Wärmedämmung

Brettstapeldecke, Dicke nach Angabe Objektplanung / Statik

Bei Ausführung einer Gefälledämmung ist in Abhängigkeit der Gefälleausbildung der benannte Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN EN ISO 6946 nachzuweisen.

Gemäß der uns per E-Mail am 08.06.2021 zur Verfügung gestellten Gefälleplanung wurde der Hoch- und Tiefpunkt der Gefälledämmung überschlägig ermittelt. Am Einlauf hat die Dämmstoffdicke mindestens  $d = 8$  cm zu betragen. Die maximale Dämmstoffdicke beträgt gemäß der uns vorliegenden Gefällesituation ca.  $d = 15$  cm.

PUR/PIR Wärmedämmung, z.B. Bauder PIR KOMPAKT der Fa. Paul Bauder GmbH & Co.KG.

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

**Querschnitt**

|                                     | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m³ | kg/m² | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m²K/W |
|-------------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------|------------|
| von innen                           |         |                 |       |                     |            |
| $R_{si}$                            |         |                 |       |                     | 0,10       |
| 01 Vollholz/Brettschichtbinder      | 18,00   | –               | –     | 0,170               | 1,00       |
| 02 Dampfsperre                      | 0,50    | –               | –     | –                   | –          |
| 03 PUR/PIR-Dämmung WLS 027          | 13,00   | 30              | 3,9   | 0,027               | 4,81       |
| 04 Bauwerksabdichtung gem. Objektpl | 1,00    | –               | –     | –                   | –          |
| 05 Terrassenbelag gem. Objektpl     | 5,00    | –               | –     | –                   | –          |
| $R_{se}$                            |         |                 |       |                     | 0,04       |
| d =                                 | 35,50   | G =             | 3,9   | $R_T =$             | 5,95       |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,17 W/(m²K)** (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/m²

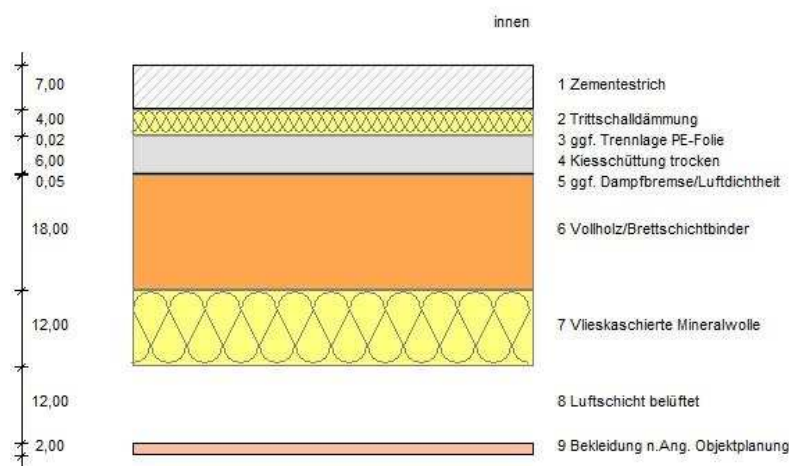
R 5,81  $\geq$  1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.3.2: Bild 8 - nachweisfreies nicht belüftetes Dach mit Dachabdichtung

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: DL01-01 - Decke nach unten (Gartenzugang)**



DL01-01 - Decke nach unten (Gartenzugang)  
 $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wärmedämmung: z.B. Kontur FSP 1-032 der Fa. SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG

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                   | 7,00    | —                           | —                 | —                   | —                       |
| 02 Trittschalldämmung              | 4,00    | 20                          | 0,8               | 0,040               | 1,00                    |
| 03 ggf. Trennlage PE-Folie         | 0,02    | —                           | —                 | —                   | —                       |
| 04 Kiesschüttung trocken           | 6,00    | —                           | —                 | —                   | —                       |
| 05 ggf. Dampfbremse/Luftdichtheit  | 0,05    | —                           | —                 | —                   | —                       |
| 06 Vollholz/Brettschichtbinder     | 18,00   | —                           | —                 | 0,170               | 1,06                    |
| 07 Vlieskaschierte Mineralwolle    | 12,00   | 20                          | 2,4               | 0,032               | 3,75                    |
| 08 Luftschicht belüftet            | 12,00   | —                           | —                 | —                   | —                       |
| 09 Bekleidung n.Ang. Objektplanung | 2,00    | —                           | —                 | —                   | —                       |
| $R_{se}$                           |         |                             |                   |                     | 0,04                    |
| <hr/>                              |         |                             |                   |                     |                         |
| d =                                | 61,07   | G =                         | 3,2               | $R_T =$             | 6,02                    |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c = 0,166 + 0,007 = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,007 Korrektur für Befestigungsteile aus Edelstahl  $\Delta U_f = 0,8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

8 Befestigungselemente / m<sup>2</sup> mit  $\lambda_f = 17,000 \text{ W/(mK)}$ ,  $A_f = 20 \text{ mm}^2/\text{St}$ ,  $d_0 = 0,140 \text{ m}$ ,  $R_1 / R_{T,h} = 4,38 / 6,37 \text{ m}^2\text{K/W}$

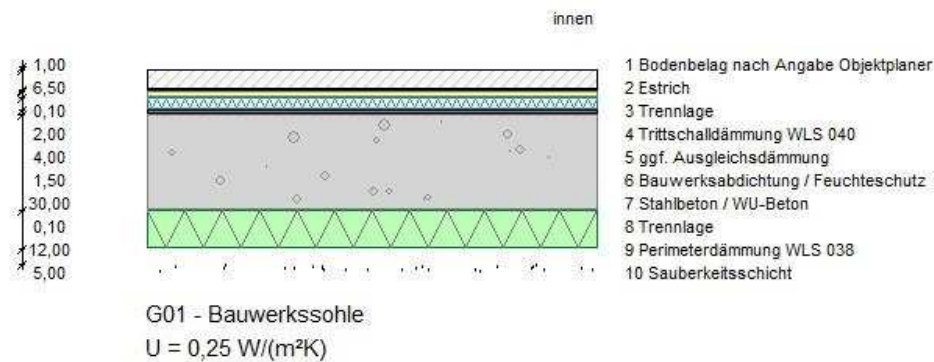
U-Wert Gesamtkorrektur = 4%

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Die Tauwasserfreiheit gemäß DIN 4108-2:2018-10 kann nachgewiesen werden!

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: G01 - Bauwerkssohle**



XPS-Dämmung unter der Bauwerkssohle, Anwendungsgebiet PB gemäß DIN 4108-10

z.B. Ravatherm XPS 300 SL der Fa. Ravago Building Solutions Germany GmbH & Co. KG.

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"

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

**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 Bodenbelag nach Angabe Objektpla | 1,00    | -               | -     | -                   | -          |
| 02 Estrich                          | 6,50    | 2000            | 130,0 | 1,400               | 0,05       |
| 03 Trennlage                        | 0,10    | -               | -     | -                   | -          |
| 04 Trittschalldämmung WLS 040       | 2,00    | 20              | 0,4   | 0,040               | 0,50       |
| 05 ggf. Ausgleichsdämmung           | 4,00    | -               | -     | -                   | -          |
| 06 Bauwerksabdichtung / Feuchteschu | 1,50    | -               | -     | -                   | -          |
| 07 Stahlbeton / WU-Beton            | 30,00   | 2300            | 690,0 | 2,300               | 0,13       |
| 08 Trennlage                        | 0,10    | -               | -     | -                   | -          |
| 09 Perimeterdämmung WLS 038         | 12,00   | 25              | 3,0   | 0,038               | 3,16       |
| 10 Sauberkeitsschicht               | 5,00    | -               | -     | -                   | -          |
| $R_{se}$                            |         |                 |       |                     | 0,00       |
| <hr/>                               |         |                 |       |                     |            |
| d =                                 | 62,20   | G =             | 823,4 | $R_T =$             | 4,00       |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,25 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

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

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

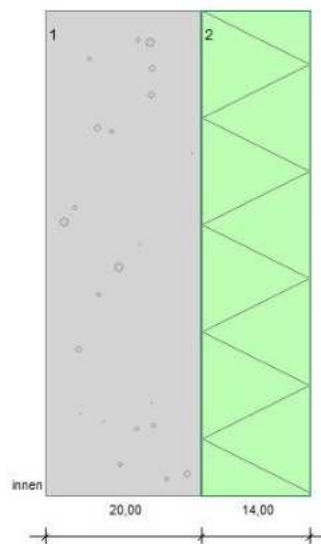
R 3,83  $\geq$  0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.6: nachweisfreie Bodenplatten mit Perimeterdämmung mit Bauwerksabdichtung, Anteil der raumseitigen Schichten am Gesamtwärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte  $\leq 20 \%$

Anlage A – Bauteilberechnungen

**Bauteil: G02 - Außenwandsockel**



G02 - Außenwandsockel  
 $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen  
1 Stahlbeton / WU-Beton  
2 Perimeterdämmung 038

Dämmung des Gebäudesockels / Aufkantung der Gebäudesohle

Perimeterdämmung aus Extrudiertem Polystyrol (XPS)

z.B. Ravatherm XPS 300 SL der Fa. Ravago Building Solutions Germany GmbH o.glw.

Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  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 |
|--------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                 |           |                             |                   |                     | 0,13                    |
| 01 Stahlbeton / WU-Beton | 20,00     | 2300                        | 460,0             | 2,300               | 0,09                    |
| 02 Perimeterdämmung 038  | 14,00     | 25                          | 3,5               | 0,038               | 3,68                    |
| $R_{se}$                 |           |                             |                   |                     | 0,04                    |
| <hr/>                    |           |                             |                   |                     |                         |
|                          | d = 34,00 | G =                         | 463,5             | $R_T =$             | 3,94                    |

**Wärmedurchgangskoeffizient**

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

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

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

$R \quad 3,77 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

**Tauwasserschutz im Bauteilinneren nach DIN 4108-3:2018-10**

Anforderung: DIN 4108-3:2018-10, Abs. 5.3.2.5: nachweisfreie erdberührte Kelleraußenwand mit Bauwerksabdichtung, aus einschaligem wärmedämmendem Mauerwerk oder Mauerwerk/Beton mit Perimeterdämmung

Fensterkonstruktion:

**Bauteil: Einfachfenster mit Dreischeiben-Isolierverglasung (AF01)**

**Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters:**

$$U_w \leq 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die aus dem Nachweis resultierenden Anforderungen der Fensterkonstruktionen können zum Beispiel mit folgenden Eigenschaften erreicht werden:

Verglasung:

Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung:

$$U_g \leq 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung:

Angabe gemäß Nachweis sommerlicher Wärmeschutz

Lichttransmissionsgrad:

$T_{D,65}$  Festlegung nach Verglasungsart

Scheibenrandverbund

thermisch verbessert

Rahmen:

z.B. Holzfenster / Holz-Alu-Fenster

Rahmenanteil:

$$A_r \approx 20 \%$$

Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens:

$$U_r \leq 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Dach-Oberlichter / RWA

**Bauteil: Lichtkuppel, Flachdachfenster, RWA (OL01)**

**Wärmedurchgangskoeffizient des Oberlichts:**

$$U_{rc} \leq 1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

z.B. Flachdachfenster CFP/CVP der Fa. VELUX Deutschland GmbH o.glw.

Verglasung:

Scheibenrandverbund:

thermisch verbessert

Anlage A – Bauteilberechnungen

Pfosten-Riegel-Konstruktion

**Bauteil: Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Zwei-/Dreischeibenisolierverglasung (PRF01)**

*(bisher nicht vorgesehen)*

**Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters:**

$$U_{cw} \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die aus dem Nachweis resultierenden Anforderungen der Pfosten-Riegel-Konstruktion können zum Beispiel mit folgenden Eigenschaften erreicht werden. In Abhängigkeit des tatsächlichen Rahmenanteils sowie der gewählten Fassadenkonstruktion und den anteiligen offenbaren Fensterflächen sowie den Anteilen opaker Bauteile können auch mit einer Zweischeiben-Isolierverglasung Wärmedurchgangskoeffizienten von  $U_{cw} \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  erreicht werden. Genauere Betrachtungen sind im Rahmen der Entwurfsplanung erforderlich

Verglasung:

Zwei-/Dreischeiben-Isolierverglasung als Wärmeschutz-/Sonnenschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient der raumseitigen Verglasung:

$$U_g \leq 1,0 / 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung:

gem. Nachweis sommerl. Wsch.

Lichttransmissionsgrad:

$$T_{D,65} = 0,65$$

Scheibenrandverbund:

thermisch verbessert

Rahmen:

Thermisch getrennte Pfosten-Riegel-Konstruktion

z.B. Holz-Alu-Konstruktion

Rahmenanteil:

$$A_f \approx 20 \%$$

Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens:

$$U_f \leq 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

---

Außentüren:

**Bauteil: Außentür, transparent (AT01)**

**Wärmedurchgangskoeffizient der Tür:**

$$U_D \leq 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

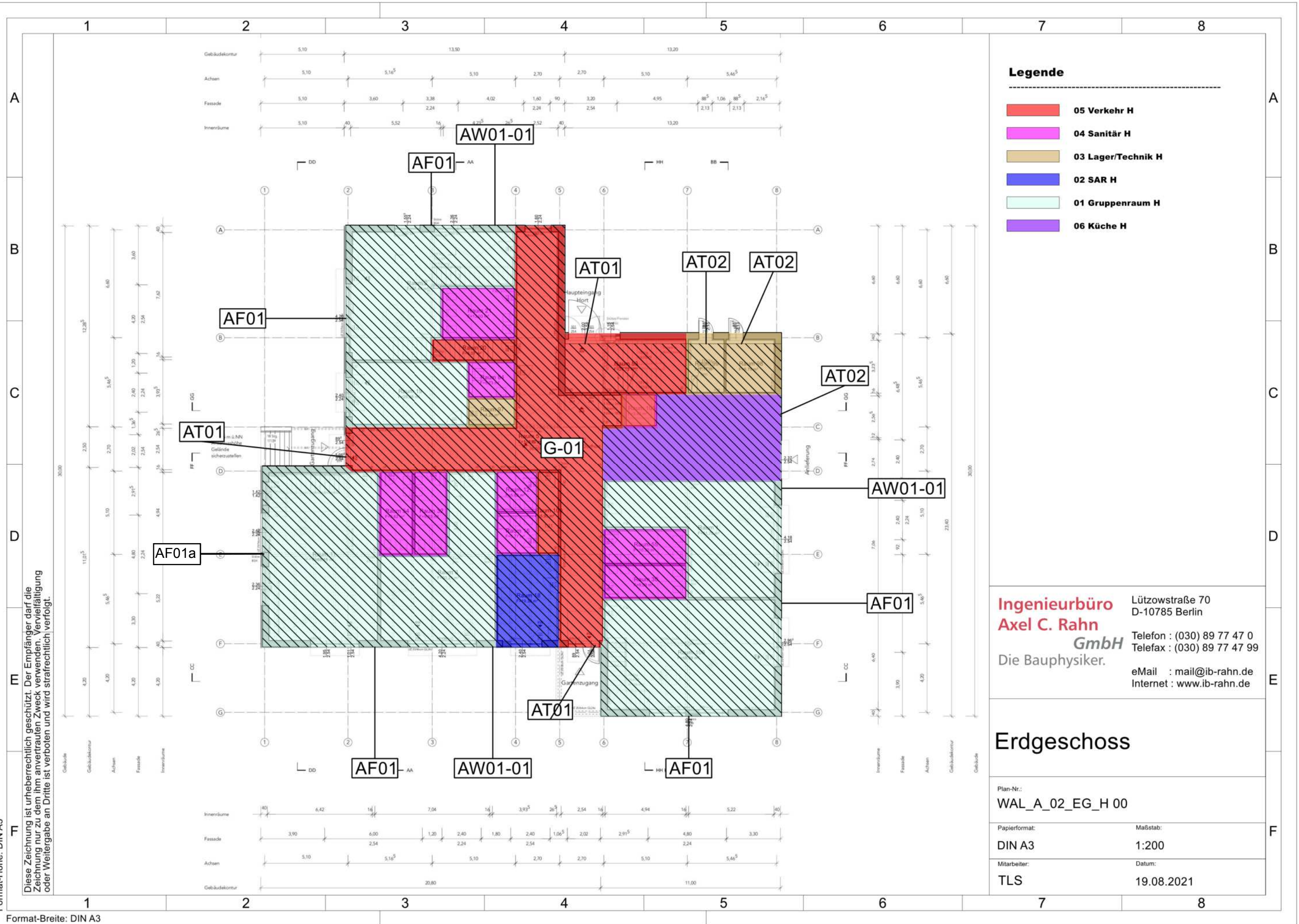
**Bauteil: Außentür, opak (AT02)**

**Wärmedurchgangskoeffizient der Tür:**

$$U_D \leq 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

**Anlage B      Übersichtspläne Zonierung und Bauteilpositionen**





Ingenieurbüro  
Axel C. Rahn

GmbH

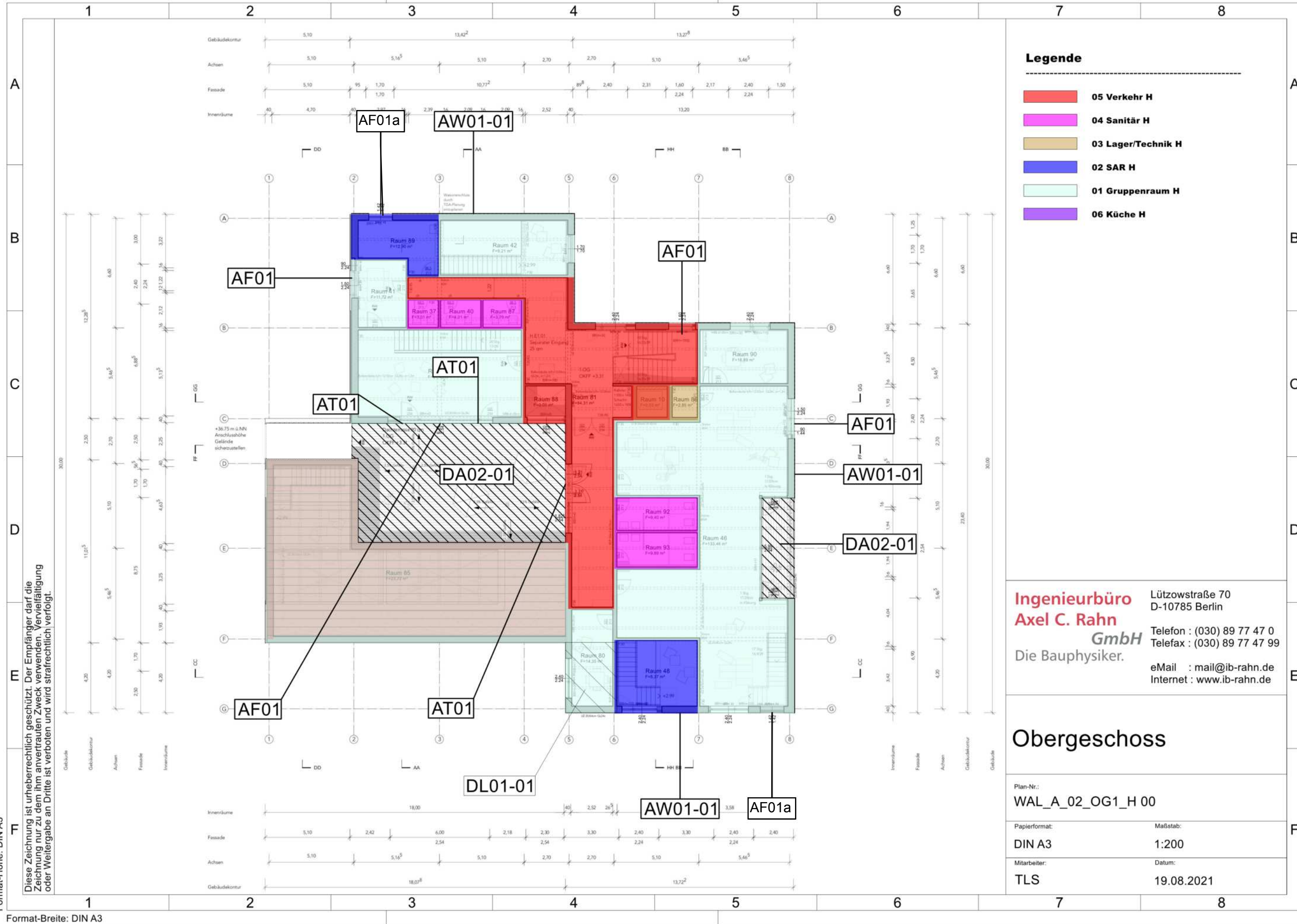
Die Bauphysiker.

Lützowstraße 70  
D-10785 Berlin

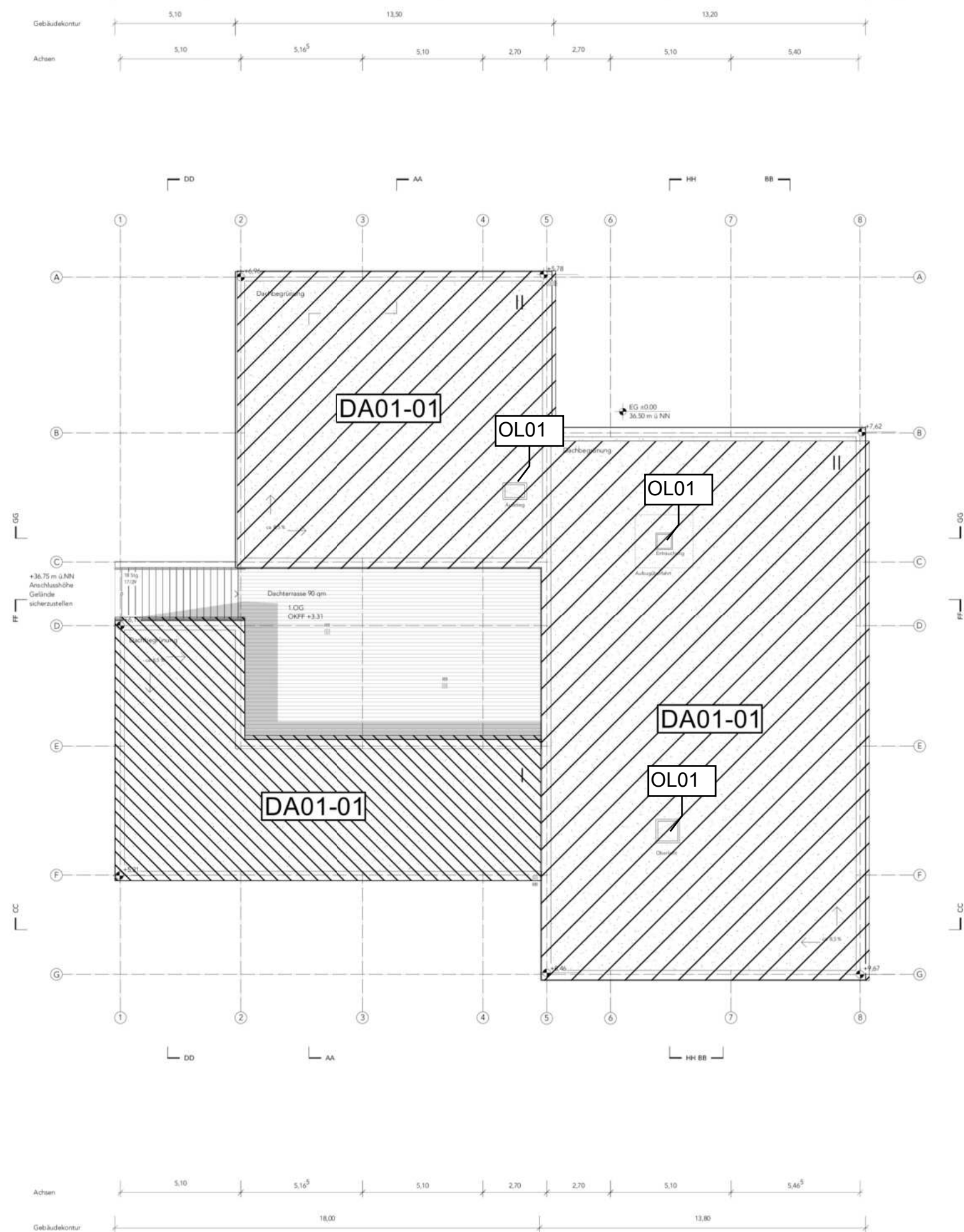
Telefon : (030) 89 77 47 0  
Telefax : (030) 89 77 47 99

eMail : mail@ib-rahm.de  
Internet : www.ib-rahm.de





Diese Zeichnung ist urheberrechtlich geschützt. Der Empfänger darf die Zeichnung nur zu dem ihm anvertrauten Zweck verwenden. Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte ist verboten und wird strafrechtlich verfolgt.



### Legende

- |                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | <b>05 Verkehr H</b>       |
|  | <b>04 Sanitär H</b>       |
|  | <b>03 Lager/Technik H</b> |
|  | <b>02 SAR H</b>           |
|  | <b>01 Gruppenraum H</b>   |
|  | <b>06 Küche H</b>         |

Ingenieurbüro  
Axel C. Rahn

Lützowstraße 70  
D-10785 Berlin

**GmbH**  
Die Bauphysiker.

Telefon : (030) 89 77 47 0  
Telefax : (030) 89 77 47 99

eMail : [mail@ib-rahn.de](mailto:mail@ib-rahn.de)  
Internet : [www.ib-rahn.de](http://www.ib-rahn.de)

## Dachaufsicht

Plan-Nr.:  
WAL A 02 DA H 00

|               |          |
|---------------|----------|
| Papierformat: | Maßstab: |
| DIN A3        | 1:200    |

|              |            |
|--------------|------------|
| Mitarbeiter: | Datum:     |
| TLS          | 19.08.2021 |

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020 ACR 9939\_10101 vom Die Bauphysiker.

**Anlage C      Energiebilanz**





Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

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

| Hüllfläche            | Zone | A<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 |
|-----------------------|------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Erdgeschoss EG        |      |                     |                            |                |             |                       |
| EG 01 Gruppenraum H   |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 148 G01          | 1:0  | 65,1                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 9,8                   |
| FAW N 150 AW01-01     | 1:0  | 25,6                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 5,3                   |
| FF N AF01             | 1:0  | 3,5                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 3,5                   |
| FF N AF01             | 1:0  | 5,3                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 5,3                   |
| FAW W 151 AW01-01     | 1:0  | 16,9                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 3,5                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 10,7                | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 10,7                  |
| FG H 152 G01          | 1:0  | 56,7                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 8,5                   |
| FDd H 153 DA02-01     | 1:0  | 11,3                | 0,17                       | 1,00 FD        | 51          | 1,9                   |
| FAW O 154 AW01-01     | 1:0  | 13,3                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 2,7                   |
| FF O AF01             | 1:0  | 10,6                | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 10,6                  |
| FG H 156 G01          | 1:0  | 78,7                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 11,8                  |
| FDd H 158 DA02-01     | 1:0  | 0,6                 | 0,17                       | 1,00 FD        | 51          | 0,1                   |
| FAW W 159 AW01-01     | 1:0  | 14,0                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 2,9                   |
| FAW S 160 AW01-01     | 1:0  | 25,8                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 5,3                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 10,8                | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 10,8                  |
| FAW O 161 AW01-01     | 1:0  | 16,2                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 3,3                   |
| FF O AF01             | 1:0  | 7,5                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 7,5                   |
| FG H 162 G01          | 1:0  | 55,3                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 8,3                   |
| FD H 163 DA02-01      | 1:0  | 14,0                | 0,17                       | 1,00 FD        | 51          | 2,3                   |
| FAW S 165 AW01-01     | 1:0  | 14,3                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 2,9                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 9,4                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 9,4                   |
| FG H 166 G01          | 1:0  | 78,4                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 11,8                  |
| FD H 167 DA02-01      | 1:0  | 7,8                 | 0,17                       | 1,00 FD        | 51          | 1,3                   |
| FAW N 168 AW01-01     | 1:0  | 16,9                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 3,5                   |
| FAW W 169 AW01-01     | 1:0  | 23,9                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 4,9                   |
| FF W AF01a            | 1:0  | 2,0                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 2,0                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,3                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 5,3                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,4                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 5,4                   |
| FAW S 170 AW01-01     | 1:0  | 16,1                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 3,3                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 2,6                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 2,6                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 5,0                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 5,0                   |
| FG H 171 G01          | 1:0  | 29,8                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 4,5                   |
| FAW W 172 AW01-01     | 1:0  | 7,8                 | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 1,6                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,4                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 5,4                   |
| EG 02 SAR H           |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 220 G01          | 2:0  | 21,9                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 3,3                   |
| FAW S 221 AW01-01     | 2:0  | 6,7                 | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 1,4                   |
| FF S AF01             | 2:0  | 6,1                 | 1,00                       | 1,00 FF        | 51 02       | 6,1                   |
| EG 03 Lager/Technik H |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 1 G01            | 3:0  | 5,1                 | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 0,8                   |
| FG H 7 G01            | 3:0  | 8,6                 | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 1,3                   |
| FAW N 12 AW01-01      | 3:0  | 5,8                 | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 1,2                   |
| FAW N Tür AT01        | 3:0  | 1,9                 | 1,50                       | 1,00 FAW       | 51 74       | 2,8                   |
| FG H 13 G01           | 3:0  | 12,9                | 0,25                       | 0,60 FG        | 19 25 51 14 | 1,9                   |
| FAW O 16 AW01-01      | 3:0  | 12,4                | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 2,6                   |
| FAW N 17 AW01-01      | 3:0  | 9,5                 | 0,21                       | 1,00 FAW       | 51          | 2,0                   |
| FAW N Tür AT01        | 3:0  | 1,9                 | 1,50                       | 1,00 FAW       | 51 74       | 2,8                   |
| EG 04 Sanitär H       |      |                     |                            |                |             |                       |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|                     |     |       |      |      |     |             |      |
|---------------------|-----|-------|------|------|-----|-------------|------|
| FG H 99 G01         | 4:0 | 6,3   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 0,9  |
| FD H 100 DA02-01    | 4:0 | 6,3   | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 1,1  |
| FG H 102 G01        | 4:0 | 4,4   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 0,7  |
| FG H 105 G01        | 4:0 | 10,6  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,6  |
| FG H 109 G01        | 4:0 | 6,4   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,0  |
| FG H 112 G01        | 4:0 | 6,4   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,0  |
| FD H 113 DA02-01    | 4:0 | 5,6   | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 0,9  |
| FG H 117 G01        | 4:0 | 14,2  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 2,1  |
| FG H 120 G01        | 4:0 | 11,3  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,7  |
| FG H 123 G01        | 4:0 | 10,8  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,6  |
| FD H 124 DA02-01    | 4:0 | 10,0  | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 1,7  |
| FG H 128 G01        | 4:0 | 10,8  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,6  |
| FD H 129 DA02-01    | 4:0 | 9,9   | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 1,7  |
| EG 05 Verkehr H     |     |       |      |      |     |             |      |
| FG H 27 G01         | 5:0 | 28,7  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 4,3  |
| FAW N 30 AW01-01    | 5:0 | 16,7  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 3,4  |
| FF N AF01           | 5:0 | 2,9   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 2,9  |
| FAW N Tür AT01      | 5:0 | 5,1   | 1,50 | 1,00 | FAW | 51 74       | 7,6  |
| FG H 31 G01         | 5:0 | 116,0 | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 17,4 |
| FD H 32 DA02-01     | 5:0 | 31,2  | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 5,2  |
| FAW O 43 AW01-01    | 5:0 | 21,7  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 4,5  |
| FAW N 44 AW01-01    | 5:0 | 6,4   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 1,3  |
| FF N AF01           | 5:0 | 3,6   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 3,6  |
| FAW W 49 AW01-01    | 5:0 | 3,0   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 0,6  |
| FF W AF01           | 5:0 | 2,3   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 2,3  |
| FAW W Tür AT01      | 5:0 | 2,8   | 1,50 | 1,00 | FAW | 51 74       | 4,2  |
| FAW S 57 AW01-01    | 5:0 | 3,5   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 0,7  |
| FF S AF01           | 5:0 | 2,3   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 2,3  |
| FAW S Tür AT01      | 5:0 | 2,6   | 1,50 | 1,00 | FAW | 51 74       | 3,9  |
| FG H 59 G01         | 5:0 | 7,0   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,1  |
| FG H 66 G01         | 5:0 | 6,8   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,0  |
| FD H 67 DA02-01     | 5:0 | 5,4   | 0,17 | 1,00 | FD  | 51          | 0,9  |
| EG 06 Küche H       |     |       |      |      |     |             |      |
| FG H 215 G01        | 6:0 | 29,7  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 4,5  |
| FAW O 216 AW01-01   | 6:0 | 2,3   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 0,5  |
| FF O AF01           | 6:0 | 6,0   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 6,0  |
| FG H 217 G01        | 6:0 | 11,2  | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,7  |
| FAW O 218 AW01-01   | 6:0 | 9,1   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 1,9  |
| FG H 219 G01        | 6:0 | 9,5   | 0,25 | 0,60 | FG  | 19 25 51 14 | 1,4  |
| Obergeschoss OG     |     |       |      |      |     |             |      |
| OG 01 Gruppenraum H |     |       |      |      |     |             |      |
| FG H 173 DL01-01    | 1:0 | 11,5  | 0,17 | 1,00 | FD  | 82 51       | 2,0  |
| FD N 174 DA01-01    | 1:0 | 18,2  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 3,6  |
| FAW S 175 AW01-01   | 1:0 | 16,1  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 3,3  |
| FAW W 177 AW01-01   | 1:0 | 16,9  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 3,5  |
| FF W AF01           | 1:0 | 5,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 5,4  |
| FD N 178 DA01-01    | 1:0 | 20,6  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 4,0  |
| FD H 178-1 OL01     | 1:0 | 1,0   | 1,90 | 1,00 | FF  | 72 51 02    | 1,9  |
| FAW N 179 AW01-01   | 1:0 | 14,2  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 2,9  |
| FF N AF01           | 1:0 | 5,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02       | 5,4  |
| FAW O 180 AW01-01   | 1:0 | 13,3  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 2,7  |
| FD O 182 DA01-01    | 1:0 | 113,0 | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 22,0 |
| FD O 183 DA01-01    | 1:0 | 21,6  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 4,2  |
| FD N 184 DA01-01    | 1:0 | 1,0   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 0,2  |
| FD O 185 DA01-01    | 1:0 | 0,8   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51          | 0,2  |
| FAW W 186 AW01-01   | 1:0 | 13,2  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 2,7  |
| FAW S 187 AW01-01   | 1:0 | 12,9  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 2,7  |
| FAW N 188 AW01-01   | 1:0 | 7,2   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 1,5  |
| FAW O 189 AW01-01   | 1:0 | 4,6   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51          | 0,9  |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|                       |       |         |     |       |      |      |     |          |      |
|-----------------------|-------|---------|-----|-------|------|------|-----|----------|------|
| FAW N                 | 190   | AW01-01 | 1:0 | 5,8   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,2  |
| FAW W                 | 191   | AW01-01 | 1:0 | 27,4  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 5,7  |
| FD N                  | 192   | DA01-01 | 1:0 | 58,3  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 11,4 |
| FD N                  | 193   | DA01-01 | 1:0 | 8,3   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 1,6  |
| FD N                  | 194   | DA01-01 | 1:0 | 6,4   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 1,2  |
| FAW W                 | 195   | AW01-01 | 1:0 | 19,1  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 3,9  |
| FAW S                 | 196   | AW01-01 | 1:0 | 21,0  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 4,3  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 16,0  | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 16,0 |
| FD N                  | 198   | DA01-01 | 1:0 | 100,4 | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 19,6 |
| FD N                  | 199   | DA01-01 | 1:0 | 46,7  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 9,1  |
| FAW O                 | 200   | AW01-01 | 1:0 | 22,7  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 4,7  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 1,3   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 1,3  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 3,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 3,4  |
| FAW S                 | 203   | AW01-01 | 1:0 | 24,1  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 5,0  |
| FF S                  | AF01a |         | 1:0 | 2,0   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 2,0  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 5,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 5,4  |
| FAW O                 | 204   | AW01-01 | 1:0 | 35,4  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 7,3  |
| FAW N                 | 205   | AW01-01 | 1:0 | 5,6   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,1  |
| FF N                  | AF01  |         | 1:0 | 4,0   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 4,0  |
| FAW O                 | 206   | AW01-01 | 1:0 | 12,4  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 2,6  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 15,2  | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 15,2 |
| FAW S                 | 207   | AW01-01 | 1:0 | 4,6   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,0  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 3,9   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 3,9  |
| FD N                  | 208   | DA01-01 | 1:0 | 30,7  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 6,0  |
| FAW N                 | 210   | AW01-01 | 1:0 | 20,8  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 4,3  |
| FAW O                 | 211   | AW01-01 | 1:0 | 7,4   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,5  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 2,9   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 2,9  |
| FAW W                 | 213   | AW01-01 | 1:0 | 7,1   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,5  |
| FF W                  | AF01  |         | 1:0 | 1,9   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 1,9  |
| FF W                  | AF01  |         | 1:0 | 3,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 3,4  |
| OG 02 SAR H           |       |         |     |       |      |      |     |          |      |
| FD N                  | 222   | DA01-01 | 2:0 | 22,3  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 4,3  |
| FAW S                 | 223   | AW01-01 | 2:0 | 22,0  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 4,5  |
| FF S                  | AF01  |         | 2:0 | 5,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 5,4  |
| FD N                  | 224   | DA01-01 | 2:0 | 16,6  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 3,2  |
| FAW N                 | 225   | AW01-01 | 2:0 | 11,6  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 2,4  |
| FF N                  | AF01a |         | 2:0 | 2,0   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 2,0  |
| FAW W                 | 226   | AW01-01 | 2:0 | 7,2   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,5  |
| FF W                  | AF01  |         | 2:0 | 0,1   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 0,1  |
| OG 03 Lager/Technik H |       |         |     |       |      |      |     |          |      |
| FD N                  | 19    | DA01-01 | 3:0 | 8,1   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 1,6  |
| OG 04 Sanitär H       |       |         |     |       |      |      |     |          |      |
| FD N                  | 133   | DA01-01 | 4:0 | 7,9   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 1,6  |
| FD N                  | 136   | DA01-01 | 4:0 | 4,5   | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 0,9  |
| FD N                  | 141   | DA01-01 | 4:0 | 11,1  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 2,2  |
| FD N                  | 145   | DA01-01 | 4:0 | 10,6  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 2,1  |
| OG 05 Verkehr H       |       |         |     |       |      |      |     |          |      |
| FD N                  | 72    | DA01-01 | 5:0 | 27,5  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 5,4  |
| FD H                  | 72-1  | OL01    | 5:0 | 0,7   | 1,90 | 1,00 | FF  | 72 51 02 | 1,3  |
| FD N                  | 73    | DA01-01 | 5:0 | 69,2  | 0,19 | 1,00 | FD  | 51       | 13,5 |
| FD H                  | 73-1  | OL01    | 5:0 | 0,5   | 1,90 | 1,00 | FF  | 51 02    | 0,9  |
| FAW W                 | 81    | AW01-01 | 5:0 | 19,8  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 4,1  |
| FAW W                 | Tür   | AT01    | 5:0 | 2,8   | 1,50 | 1,00 | FAW | 51 74    | 4,2  |
| FAW W                 | Tür   | AT01    | 5:0 | 3,1   | 1,50 | 1,00 | FAW | 51 74    | 4,6  |
| FF W                  | AF01  |         | 5:0 | 4,6   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 4,6  |
| FAW O                 | 83    | AW01-01 | 5:0 | 8,3   | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 1,7  |
| FAW N                 | 88    | AW01-01 | 5:0 | 16,4  | 0,21 | 1,00 | FAW | 51       | 3,4  |
| FF N                  | AF01  |         | 5:0 | 3,6   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 3,6  |
| FF N                  | AF01  |         | 5:0 | 5,4   | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02    | 5,4  |



Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|       |      |         |     |     |      |      |     |       |     |
|-------|------|---------|-----|-----|------|------|-----|-------|-----|
| FAW W | 94   | AW01-01 | 5:0 | 1,2 | 0,21 | 1,00 | FAW | 51    | 0,2 |
| FD N  | 95   | DA01-01 | 5:0 | 5,8 | 0,19 | 1,00 | FD  | 51    | 1,1 |
| FAW S | 97   | AW01-01 | 5:0 | 3,2 | 0,21 | 1,00 | FAW | 51    | 0,7 |
| FF S  | AF01 |         | 5:0 | 5,8 | 1,00 | 1,00 | FF  | 51 02 | 5,8 |
| FAW W | 98   | AW01-01 | 5:0 | 0,8 | 0,21 | 1,00 | FAW | 51    | 0,2 |

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 2.341,8$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 623,5$$

Bodenplattenmaß B' (25) =  $A_G / (0.5 P) = 693,00 / 61,50 = 11,27 \text{ m}$   
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren ( $F_x$ -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 82 Geschossdecke gegen Außenluft
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren  $F_x$  für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25  $F_x$ -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 72 Lichtkuppel
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 117,1 \text{ W/K}$  (18,8 %, 0,050 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

| Transferkoeffizienten<br>Transmission | $H_{T,D}$<br>W/K | $H_{T,s}$<br>W/K | $H_{T,iu}$<br>W/K | $\Sigma H_T$<br>W/K | $H_{T,iz}$<br>W/K | $H_{T,zi}$<br>W/K |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H                  | 424              | 55               | 0                 | 479                 | 0                 | 0                 |
| <2> 02 SAR H                          | 37               | 3                | 0                 | 40                  | 0                 | 0                 |
| <3> 03 Lager/Technik H                | 16               | 4                | 0                 | 20                  | 0                 | 0                 |
| <4> 04 Sanitär H                      | 19               | 12               | 0                 | 31                  | 0                 | 0                 |
| <5> 05 Verkehr H                      | 127              | 24               | 0                 | 150                 | 0                 | 0                 |
| <6> 06 Küche H                        | 12               | 8                | 0                 | 19                  | 0                 | 0                 |
|                                       | 635              | 105              |                   | 741                 |                   |                   |

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 740,5 / 2.341,8 = \mathbf{0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

|                                   |                             | opake Bauteile<br>[W/ (m²K) ] | Fenster<br>[W/ (m²K) ] | Vorhangf.<br>[W/ (m²K) ] | Oberl.<br>[W/ (m²K) ] |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| $U_{max}$                         | $T_i \geq 19^\circ\text{C}$ | 0,28                          | 1,50                   | 1,50                     | 2,50                  |
| $U_{max}$                         | $T_i < 19^\circ\text{C}$    | 0,50                          | 2,80                   | 3,00                     | 3,10                  |
| Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$ |                             | 0,17                          | 1,00                   |                          | 1,90                  |

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**  
kleinste Grenzwertunterschreitung:  $U = 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -24,0\%$

**2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle**

| Bauteil                    | U-Wert<br>W/ (m²K) | U/U <sub>EnEV</sub> | Fläche A<br>m² |       | H <sub>T</sub><br>W/K |       |
|----------------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------|-----------------------|-------|
| AF01 - Regelfenster        | 1,00               |                     | 197            | 8 %   | 197                   | 32 %  |
| AF01a - Rundfenster        | 1,00               |                     | 6              | 0 %   | 6                     | 1 %   |
| AT01 - Außentür            | 1,50               |                     | 20             | 1 %   | 30                    | 5 %   |
| AW01-01 - Regelbauteil     | 0,21               |                     | 690            | 29 %  | 142                   | 23 %  |
| DA01-01 - Hauptdach        | 0,19               |                     | 610            | 26 %  | 119                   | 19 %  |
| DA02-01 - Dachterrasse / L | 0,17               |                     | 102            | 4 %   | 17                    | 3 %   |
| DL01-01 - Decke nach unten | 0,17               |                     | 12             | 0 %   | 2                     | 0 %   |
| G01 - Bauwerkssohle        | 0,25               |                     | 703            | 30 %  | 105                   | 17 %  |
| OL01                       | 1,90               |                     | 2              | 0 %   | 4                     | 1 %   |
|                            |                    |                     | 2342           | 100 % | 623                   | 100 % |

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I),  $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$   
Nettoraumvolumen  $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 3 * 2342 / 3285 = 2,14 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

| Zone               | ALD | $n_{50}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $V_A$<br>$\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$ | Luftwechsel<br>$n_{\text{nutz}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $n_{\text{inf}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | Fenster<br>$n_{\text{win}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | Lüftungsanlage<br>$n_{\text{m,ZUL}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $t_{V,m}$<br>$\text{h/d}$ |
|--------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum | -   | 2,38                        | 10,00                                         | 3,10                                                | 0,17                                | 0,93                                           | -                                                       | -                         |
| <2> 02 SAR H       | -   | 2,06                        | 7,00                                          | 1,60                                                | 0,14                                | 0,72                                           | -                                                       | -                         |
| <3> 03 Lager/Techn | -   | 2,42                        | 0,15                                          | 0,04                                                | 0,17                                | 0,10                                           | -                                                       | -                         |
| <4> 04 Sanitär H   | -   | 1,40                        | 15,00                                         | 4,88                                                | 0,10                                | 0,10                                           | 4,88                                                    | 13                        |
| <5> 05 Verkehr H   | -   | 1,92                        | 0,00                                          | 0,00                                                | 0,13                                | 0,10                                           | -                                                       | -                         |
| <6> 06 Küche H     | -   | 1,60                        | 7,00                                          | 2,45                                                | 0,11                                | 1,12                                           | -                                                       | -                         |

$\Rightarrow$  WE-Betrieb ...

|                        |  |  |      |      |      |      |  |  |
|------------------------|--|--|------|------|------|------|--|--|
| <1> 01 Gruppenraum H   |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,10 |  |  |
| <2> 02 SAR H           |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,10 |  |  |
| <3> 03 Lager/Technik H |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,10 |  |  |
| <4> 04 Sanitär H       |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,10 |  |  |
| <5> 05 Verkehr H       |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,10 |  |  |
| <6> 06 Küche H         |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,10 |  |  |

Zone <4> RLT-Anlage (201) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 1542 / 1542 \text{ m}^3/\text{h}$ , Konstantvolumenstrom, balanciert

$n_{50}$  = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz,  $V_A$  = Mindest-Außenluftvolumenstrom  
 $n_{\text{nutz}}$  = Mindestaußenluftwechsel =  $V_A * \text{ANGF} / V$  während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)  
 $n_{\text{inf}}$  = Infiltrationsluftwechsel =  $n_{50} * e_{\text{wind}} * f_{\text{ATD}}$  mit  $f_{\text{ATD}}$  = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT  
 $n_{\text{inf}} = n_{50} * e_{\text{wind}} * f_{\text{ATD}} * (1 + (1 - f_e) * t_{V,\text{mech}} / 24)$  mit  $f_e$  = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)  
 $n_{\text{win}}$  = Fenster- / Türluftwechsel =  $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} * t_{\text{nutz}} / 24$ , mit RLT =  $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} * t_{V,\text{mech}} / 24$   
 mit  $n_{\text{win,min}} = 0.1$ , in Wohngebäuden  $n_{\text{win,min}} = \text{seasonal}$  nach Gl.77  
 Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 2 / 6 /  
 $\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0.2) * n_{\text{inf}} - 0.1$  (ohne RLT), falls  $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$   
 $n_{\text{mech}} = n_{\text{mech,ZUL}}$  = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden  
 Hinweis:  $n_{\text{inf}}$  und  $n_{\text{win}}$  sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)  
 Volumenströme  $V_{\text{mech}}$  und  $V^*$  (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

| Transferkoeffizienten<br>Lüftung | V<br>$\text{m}^3$ | $H_{V,z,\text{Jan}}$<br>W/K | $H_{V,\text{inf}}$<br>W/K | $H_{V,\text{win}}$<br>W/K | $\Sigma H_V$<br>W/K | $H_{V,\text{mech}}$<br>W/K | $\theta_{V,\text{Jan}}$<br>$^{\circ}\text{C}$ |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H             | 1.883             | 0                           | 107                       | 592                       | 699                 | 0                          |                                               |
| <2> 02 SAR H                     | 178               | 0                           | 9                         | 44                        | 52                  | 0                          |                                               |
| <3> 03 Lager/Technik             | 82                | 0                           | 5                         | 3                         | 8                   | 0                          |                                               |
| <4> 04 Sanitär H                 | 316               | 0                           | 10                        | 11                        | 21                  | 284                        | 18,0                                          |
| <5> 05 Verkehr H                 | 699               | 0                           | 32                        | 24                        | 56                  | 0                          |                                               |
| <6> 06 Küche H                   | 128               | 0                           | 5                         | 49                        | 54                  | 0                          |                                               |
|                                  |                   | 0                           | 167                       | 722                       | 889                 | 284                        |                                               |

$\Rightarrow$  WE-Betrieb ...

|                        |  |   |     |    |     |  |  |
|------------------------|--|---|-----|----|-----|--|--|
| <1> 01 Gruppenraum H   |  | 0 | 107 | 64 | 171 |  |  |
| <2> 02 SAR H           |  | 0 | 9   | 6  | 15  |  |  |
| <3> 03 Lager/Technik H |  | 0 | 5   | 3  | 8   |  |  |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|                  |   |     |     |     |
|------------------|---|-----|-----|-----|
| <4> 04 Sanitär H | 0 | 10  | 11  | 21  |
| <5> 05 Verkehr H | 0 | 32  | 24  | 56  |
| <6> 06 Küche H   | 0 | 5   | 4   | 9   |
|                  | 0 | 167 | 112 | 279 |

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

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

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

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

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

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

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

##### 4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

| Kollektorfläche | Zone | $A_g$<br>$m^2$ | $I_{S, Jan/Jul}$<br>$W/m^2$ | $g_{eff, Jan/Jul}$<br>% | $Q_{S, Jan/Jul}$<br>$kWh/d$ |
|-----------------|------|----------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| FF N AF01       | 1    | 2,44           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | 7104m 0,1/ 1,2              |
| FF N AF01       | 1    | 3,70           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | " 0,2/ 1,8                  |
| FF W AF01       | 1    | 7,47           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,8/ 4,0                  |
| FF O AF01       | 1    | 7,43           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 1,1/ 4,7                  |
| FF S AF01       | 1    | 7,53           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 2,7/ 2,6                  |
| FF O AF01       | 1    | 5,27           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 0,8/ 3,4                  |
| FF S AF01       | 1    | 6,59           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 2,4/ 2,3                  |
| FF W AF01a      | 1    | 1,41           | 17/ 117                     | 26/ 26                  | 7100 0,1/ 1,0               |
| FF W AF01       | 1    | 3,70           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | 7104m 0,4/ 2,0              |
| FF W AF01       | 1    | 3,80           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,4/ 2,0                  |
| FF S AF01       | 1    | 1,80           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 0,6/ 0,6                  |
| FF S AF01       | 1    | 3,47           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 1,3/ 1,2                  |
| FF W AF01       | 1    | 3,76           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,4/ 2,0                  |
| FF S AF01       | 2    | 4,27           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 1,5/ 1,5                  |
| FF N AF01       | 5    | 2,04           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | " 0,1/ 1,0                  |
| FF N AF01       | 5    | 2,51           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | " 0,2/ 1,2                  |
| FF W AF01       | 5    | 1,59           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,2/ 0,9                  |
| FF S AF01       | 5    | 1,58           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 0,6/ 0,5                  |
| FF O AF01       | 6    | 4,22           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 0,6/ 2,7                  |
| FF W AF01       | 1    | 3,76           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,4/ 2,0                  |
| FD H 178-1 OL01 | 1    | 0,70           | 29/ 210                     | 26/ 26                  | 7100 0,1/ 0,9               |
| FF N AF01       | 1    | 3,76           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | 7104m 0,2/ 1,9              |
| FF S AF01       | 1    | 11,22          | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 4,1/ 3,8                  |
| FF O AF01       | 1    | 0,91           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 0,1/ 0,6                  |
| FF O AF01       | 1    | 2,35           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 0,4/ 1,5                  |
| FF S AF01a      | 1    | 1,41           | 59/ 113                     | 26/ 26                  | 7100 0,5/ 1,0               |
| FF S AF01       | 1    | 3,76           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | 7104m 1,4/ 1,3              |
| FF N AF01       | 1    | 2,77           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | " 0,2/ 1,4                  |
| FF O AF01       | 1    | 10,65          | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 1,6/ 6,8                  |
| FF S AF01       | 1    | 2,71           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 1,0/ 0,9                  |
| FF O AF01       | 1    | 2,02           | 25/ 138                     | 26/ 19                  | " 0,3/ 1,3                  |
| FF W AF01       | 1    | 1,31           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,1/ 0,7                  |
| FF W AF01       | 1    | 2,35           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | " 0,2/ 1,3                  |
| FF S AF01       | 2    | 3,76           | 59/ 113                     | 26/ 13                  | " 1,4/ 1,3                  |
| FF N AF01a      | 2    | 1,41           | 10/ 81                      | 26/ 26                  | 7100 0,1/ 0,7               |
| FF W AF01       | 2    | 0,10           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | 7104m 0,0/ 0,1              |
| FD H 72-1 OL01  | 5    | 0,49           | 29/ 210                     | 26/ 26                  | 7100 0,1/ 0,6               |
| FD H 73-1 OL01  | 5    | 0,35           | 29/ 210                     | 26/ 26                  | " 0,1/ 0,5                  |
| FF W AF01       | 5    | 3,24           | 17/ 117                     | 26/ 19                  | 7104m 0,3/ 1,7              |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|      |      |   |      |     |     |     |    |   |        |        |
|------|------|---|------|-----|-----|-----|----|---|--------|--------|
| FF N | AF01 | 5 | 2,51 | 10/ | 81  | 26/ | 26 | " | 0,2/   | 1,2    |
| FF N | AF01 | 5 | 3,76 | 10/ | 81  | 26/ | 26 | " | 0,2/   | 1,9    |
| FF S | AF01 | 5 | 4,09 | 59/ | 113 | 26/ | 13 | " | 1,5/   | 1,4    |
|      |      |   |      |     |     |     |    |   | 144,20 | 29/ 71 |

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

5, G2 = 10 und G3 = 30

$g_{eff} = F_S \cdot F_w \cdot F_v \cdot g_{tot}$  = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

#### 4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

nicht bilanziert

#### 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> 01 Gruppen   | 1.818      | 1.390      | 511        | 354        | 684        | 610        | 1.487      | 16.108      |
| <2> 02 SAR H     | 193        | 169        | 61         | 46         | 93         | 69         | 159        | 1.481       |
| <3> 03 Lager/T   | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| <4> 04 Sanitär   | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| <5> 05 Verkehr   | 299        | 221        | 88         | 58         | 104        | 105        | 240        | 2.847       |
| <6> 06 Küche H   | 64         | 44         | 15         | 10         | 20         | 21         | 54         | 655         |
|                  | 2.375      | 1.824      | 676        | 468        | 901        | 806        | 1.940      | 21.090      |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

| Zone                   | $A_B$<br>m <sup>2</sup> | $q_{I,p}$<br>kWh/d | $q_{I,fac}$<br>kWh/d | $Q_{I,g}$<br>kWh/d | $Q_I$<br>kWh/d |
|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 583                     | 58,3               | 11,7                 | 0,0                | 69,9           |
| <2> 02 SAR H           | 41                      | 3,8                | 0,3                  | 0,0                | 4,1            |
| <3> 03 Lager/Technik H | 24                      | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <4> 04 Sanitär H       | 103                     | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <5> 05 Verkehr H       | 224                     | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <6> 06 Küche H         | 45                      | 4,2                | 0,4                  | 0,0                | 4,5            |
| ⇒ WE-Betrieb ...       |                         |                    |                      |                    |                |
| <1> 01 Gruppenraum H   |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <2> 02 SAR H           |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <3> 03 Lager/Technik H |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <4> 04 Sanitär H       |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <5> 05 Verkehr H       |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |
| <6> 06 Küche H         |                         | –                  | –                    | 0,0                | 0,0            |

**ungeregelte Wärmeeinträge im Januar**

| Zone                   | Leuchtenabluft<br>m <sup>3</sup> /hW | $Q_{I,L}$<br>kWh/d | $Q_{I,h}$<br>kWh/d | $Q_{I,w}$<br>kWh/d | $Q_{I,rv}$<br>kWh/d |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 0,0                                  | 8,1                | 0,4                | 0,0                | 0,0                 |
| <2> 02 SAR H           | 0,0                                  | 0,9                | 0,0                | 0,0                | 0,0                 |
| <3> 03 Lager/Technik H | 0,0                                  | 0,0                | 0,0                | 0,0                | 0,0                 |
| <4> 04 Sanitär H       | 0,0                                  | 1,9                | 0,1                | 1,0                | 0,0                 |
| <5> 05 Verkehr H       | 0,0                                  | 1,9                | 1,2                | 0,0                | 0,0                 |
| <6> 06 Küche H         | 0,0                                  | 0,7                | 0,0                | 0,4                | 0,0                 |

$A_B$  = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

$Q_I$  = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

$Q_{I,rv}$  = unregelte Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

Betrachtungsmonat Januar

$Q_{\text{source}}$  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 | $\Sigma H_{V, \text{mech}}$<br>W/K | $Q_{\text{sink}}$<br>kWh/d | $Q_{\text{source}}$<br>kWh/d | $\gamma$           |
|------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 479                           | 699                 | 0                                  | 554                        | 101                          | 0,182              |
| <2> 02 SAR H           | 40                            | 52                  | 0                                  | 44                         | 8                            | 0,184              |
| <3> 03 Lager/Technik H | 20                            | 8                   | 0                                  | 14                         | 0                            | 0,003              |
| <4> 04 Sanitär H       | 31                            | 21                  | 284                                | 41                         | 3                            | 0,072              |
| <5> 05 Verkehr H       | 150                           | 56                  | 0                                  | 104                        | 7                            | 0,064              |
| <6> 06 Küche H         | 19                            | 54                  | 0                                  | 35                         | 6                            | 0,179              |
| Zone                   | $C_{\text{wirk}}$<br>Wh/(m²K) | H<br>W/K            | $\tau$<br>h                        | a<br>-                     | $\eta$<br>-                  | $\eta_{\text{WE}}$ |
| <1> 01 Gruppenraum H   | 50                            | 1178                | 24,75                              | 2,55                       | 0,989                        | 1,000              |
| <2> 02 SAR H           | 50                            | 93                  | 21,92                              | 2,37                       | 0,985                        | 0,999              |
| <3> 03 Lager/Technik H | 50                            | 28                  | 43,32                              | 3,71                       | 1,000                        | 1,000              |
| <4> 04 Sanitär H       | 50                            | 336                 | 15,28                              | 1,96                       | 0,995                        | 1,000              |
| <5> 05 Verkehr H       | 50                            | 206                 | 54,47                              | 4,40                       | 1,000                        | 1,000              |
| <6> 06 Küche H         | 50                            | 73                  | 30,58                              | 2,91                       | 0,994                        | 1,000              |

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

$\Sigma H_V$  = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

$\Sigma H_{V, \text{mech}}$  = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

$Q_{\text{sink}}$  = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

$Q_{\text{source}}$  = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

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

$C_{\text{wirk}}$  = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen

Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

$\tau$  = Zeitkonstante =  $C_{\text{wirk}} / H$  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

$\eta_{\text{WE}}$  = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

*Temperaturrandbedingungen*

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

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

**7.1 Zone <1> 01 Gruppenraum H**

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen  $\eta_{\text{source}}$  siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (54,8%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ °C}$  und  $Q_I = 70,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (45,2%)

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

| Monat                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{\text{source}}$    |     | 0,827 | 0,948 | 0,986 | 0,992 | 0,989 | 0,988 | 0,973 | 0,858  |
| $\eta_{\text{source,WE}}$ |     | 0,901 | 0,992 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,997 | 0,878  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$       | kWh | 310   | 516   | 500   | 516   | 516   | 466   | 516   | 5.596  |
| $t_h$                     | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.226  |
| $Q_{h,b,RE}$              | kWh | 1.313 | 3.652 | 6.224 | 7.934 | 7.721 | 6.621 | 5.686 | 44.989 |
| $Q_{h,b,WE}$              | kWh | 102   | 905   | 2.175 | 2.895 | 2.728 | 2.323 | 1.710 | 13.463 |
| $Q_T$                     | kWh | 2.023 | 3.588 | 5.102 | 6.270 | 6.239 | 5.382 | 5.085 | 42.074 |
| $Q_V$                     | kWh | 2.014 | 3.573 | 5.081 | 6.244 | 6.213 | 5.359 | 5.063 | 41.898 |
| $Q_S^*$                   | kWh | 1.564 | 1.345 | 508   | 352   | 680   | 606   | 1.463 | 13.412 |
| $Q_I^*$                   | kWh | 1.057 | 1.258 | 1.276 | 1.334 | 1.323 | 1.190 | 1.289 | 13.365 |

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

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

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

solare Wärmegewinne  $Q_S^* = Q_{S^*} \eta$  und interne Wärmegewinne  $Q_I^* = Q_I \eta$

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



Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**7.2 Zone <2> 02 SAR H**

Regelbetrieb (68,5%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$  und  $Q_I = 4,1\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,829 | 0,927 | 0,984 | 0,990 | 0,985 | 0,986 | 0,964 | 0,859 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,808 | 0,961 | 0,999 | 1,000 | 0,999 | 0,999 | 0,988 | 0,886 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 63    | 36    | 35    | 36    | 36    | 33    | 36    | 415   |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.045 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 158   | 343   | 621   | 795   | 761   | 661   | 557   | 4.499 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | -     | 33    | 117   | 160   | 144   | 126   | 85    | 698   |
| $Q_T$               | kWh | 176   | 312   | 444   | 545   | 543   | 468   | 442   | 3.660 |
| $Q_V$               | kWh | 182   | 322   | 458   | 563   | 560   | 483   | 457   | 3.779 |
| $Q_S^*$             | kWh | 159   | 159   | 61    | 46    | 92    | 69    | 154   | 1.273 |
| $Q_I^*$             | kWh | 85    | 99    | 103   | 108   | 106   | 95    | 103   | 1.077 |

**7.3 Zone <3> 03 Lager/Technik H**

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 13    | 21    | 21    | 21    | 21    | 19    | 21    | 189   |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.760 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 99    | 175   | 239   | 290   | 289   | 250   | 239   | 1.990 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 21    | 40    | 66    | 85    | 85    | 72    | 65    | 525   |
| $Q_T$               | kWh | 89    | 157   | 223   | 275   | 273   | 236   | 223   | 1.843 |
| $Q_V$               | kWh | 33    | 58    | 83    | 102   | 101   | 88    | 83    | 684   |
| $Q_S^*$             | kWh | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| $Q_I^*$             | kWh | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 12    |

**7.4 Zone <4> 04 Sanitär H**

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,980 | 0,993 | 0,994 | 0,995 | 0,995 | 0,994 | 0,994 | 0,937 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 50    | 88    | 88    | 91    | 91    | 82    | 91    | 788   |
| $t_h$               | h   | 669   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.954 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 337   | 646   | 731   | 809   | 808   | 716   | 745   | 5.655 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 17    | 30    | 80    | 115   | 114   | 95    | 76    | 595   |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|         |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $Q_T$   | kWh | 138 | 245 | 348 | 428 | 426 | 367 | 347 | 2.871 |
| $Q_V$   | kWh | 271 | 491 | 522 | 559 | 559 | 499 | 535 | 3.636 |
| $Q_S^*$ | kWh | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –     |
| $Q_I^*$ | kWh | 56  | 60  | 59  | 63  | 62  | 56  | 61  | 667   |

7.5 Zone <5> 05 Verkehr H

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,995 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,973  |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,992 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,951  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 117   | 199   | 192   | 199   | 199   | 180   | 199   | 1.914  |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.597  |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 514   | 1.143 | 1.705 | 2.098 | 2.058 | 1.772 | 1.604 | 12.881 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 44    | 183   | 420   | 568   | 550   | 462   | 364   | 2.761  |
| $Q_T$               | kWh | 660   | 1.170 | 1.664 | 2.045 | 2.035 | 1.755 | 1.658 | 13.722 |
| $Q_V$               | kWh | 244   | 433   | 616   | 757   | 754   | 650   | 614   | 5.081  |
| $Q_S^*$             | kWh | 298   | 221   | 88    | 58    | 104   | 105   | 240   | 2.717  |
| $Q_I^*$             | kWh | 48    | 56    | 67    | 78    | 76    | 66    | 65    | 671    |

7.6 Zone <6> 06 Küche H

Regelbetrieb (68,5%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$  und  $Q_I = 4,5\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,894 | 0,972 | 0,992 | 0,995 | 0,994 | 0,994 | 0,986 | 0,860 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,985 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,892 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 34    | 40    | 38    | 40    | 40    | 36    | 40    | 394   |
| $t_h$               | h   | 493   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 6.529 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 121   | 300   | 490   | 622   | 612   | 522   | 460   | 3.588 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | –     | 10    | 47    | 68    | 64    | 53    | 33    | 276   |
| $Q_T$               | kWh | 85    | 150   | 214   | 263   | 262   | 226   | 213   | 1.763 |
| $Q_V$               | kWh | 180   | 318   | 453   | 556   | 554   | 478   | 451   | 3.734 |
| $Q_S^*$             | kWh | 59    | 43    | 15    | 10    | 20    | 21    | 54    | 533   |
| $Q_I^*$             | kWh | 102   | 115   | 115   | 120   | 119   | 107   | 117   | 1.200 |

7.7 Summe Heizwärmebedarf

|                     | $Q_T$<br>kWh/a | $Q_V$<br>kWh/a | $Q_S^*$<br>kWh/a | $Q_I^*$<br>kWh/a | $Q_{h,b}$<br>kWh/a | $Q_{h,b}$<br>kWh/(m²a) |
|---------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum  | 42.074         | 41.898         | 13.412           | 13.365           | 58.452             | 100,3                  |
| <2> 02 SAR H        | 3.660          | 3.779          | 1.273            | 1.077            | 5.197              | 127,8                  |
| <3> 03 Lager/Techni | 1.843          | 684            | –                | 12               | 2.515              | 104,5                  |
| <4> 04 Sanitär H    | 2.871          | 3.636          | –                | 667              | 6.251              | 60,8                   |
| <5> 05 Verkehr H    | 13.722         | 5.082          | 2.717            | 671              | 15.642             | 69,7                   |
| <6> 06 Küche H      | 1.763          | 3.734          | 533              | 1.200            | 3.864              | 86,6                   |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

65.933      58.812      17.935      16.991      91.920      90,2

## 9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

### 9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

| Zone             | Feuchteanf. | No Anlage      | Komponenten | $\theta_{SUP, Jan}$<br>°C |
|------------------|-------------|----------------|-------------|---------------------------|
| <4> 04 Sanitär H | -           | 201 RLT-Anlage | VE LH       | 18,0                      |

Zone <4> RLT-Anlage (201) mit  $V_{SUP}/ETA = 1542 / 1542$  m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert

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

### 9.2 Strombedarf der Ventilatoren

|                  | $V_{mech, m}$<br>m³/h | $tv \cdot dv$<br>h/m | $PV, SUP$<br>kW | $PV, ETA$<br>kW | $W_V, Jan$<br>kWh |
|------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| <4> 04 Sanitär H | 1542                  | 276                  | 0,43            | 0,43            | 236               |

monatliche Werte  $W_V$  [kWh]

|                | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| <4> 04 Sanitär | 229 | 236 | 229 | 236 | 236 | 213 | 236 | 2.782 |
|                | 229 | 236 | 229 | 236 | 236 | 213 | 236 | 2.782 |

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

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

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

|                  | $\theta_{HC}$<br>°C | $q_{H, 12h}$<br>Wh/m³ | $f_H$ | $q_H$<br>Wh/m³ | $Q_{V, H}$<br>kWh | $A_{K, A}$<br>m² |
|------------------|---------------------|-----------------------|-------|----------------|-------------------|------------------|
| <4> 04 Sanitär H | 19,4                | 2.059                 | 1,01  | 1.543          | 2.379             | 5,0              |

Indizierungen (i) für die Bilanzgrößen: H = Heizen, C = Kühlen, St = Befeuchten  
 $\theta_{HC}$  = 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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung**

Zone <4> 04 Sanitär H

|             |     | Sep | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$   | kWh | 565 | 1.072 | 1.849 | 2.434 | 2.379 | 2.022 | 1.735 | 14.790 |
| $t_{h*,op}$ | h   | 37  | 73    | 125   | 165   | 161   | 138   | 118   | 993    |
| $Q_{h*,b}$  | kWh | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |
|             |     | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |

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

|                 | Sep | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 Fußbodenheizu | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |
|                 | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit  $Q_{V,H}$  = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung,  $t_{h*,op}$  = Bedarfszeit der Heizregister und  $Q_{h*,b}$  = Nutzwärmebedarf der Heizregister

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

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

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

**9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung**

nicht vorgesehen

**9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung**

nicht vorgesehen

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

## 10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

### 10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (10), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

Der Verbauungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

| Tageslichtbereich  | Zone   | $E_m$<br>lx | $A_{TL}$<br>m <sup>2</sup> | $A_{RB}$<br>m <sup>2</sup> | Tageslicht | $C_{TL}$<br>% |
|--------------------|--------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| 1 <1> Fassade Süd  | Süd 1  | 300         | 94,6                       | 58,7                       | gut        | 88            |
| 2 <1> Fassade West | West 1 | 300         | 61,4                       | 38,0                       | gut        | 90            |
| 3 <1> Fassade Nord | Nord 1 | 300         | 27,3                       | 16,9                       | gut        | 94            |
| 4 <1> Fassade Ost  | Ost 1  | 300         | 71,1                       | 44,1                       | gut        | 90            |
| 5 <2> Fassade Süd  | Süd 2  | 300         | 18,5                       | 11,5                       | gut        | 88            |
| 6 <2> Fassade Nord | Nord 2 | 300         | 3,3                        | 2,0                        | gut        | 94            |
| 7 <5> Fassade Süd  | Süd 5  | 100         | 18,3                       | 8,1                        | gut        | 86            |
| 8 <5> Fassade West | West 5 | 100         | 15,6                       | 6,9                        | gut        | 87            |
| 9 <5> Fassade Nord | Nord 5 | 100         | 34,9                       | 15,5                       | gut        | 89            |
| 10 <6> Fassade Ost | Ost 6  | 300         | 5,8                        | 3,6                        | gut        | 90            |

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

| Zone                   | $A_{NGF}$ [m <sup>2</sup> ] | $A_{TL}$ [m <sup>2</sup> ] | $A_{KTL}$ [m <sup>2</sup> ] |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 583                         | 254                        | 329                         |
| <2> 02 SAR H           | 41                          | 22                         | 19                          |
| <3> 03 Lager/Technik H | 24                          | –                          | 24                          |
| <4> 04 Sanitär H       | 103                         | –                          | 103                         |
| <5> 05 Verkehr H       | 224                         | 69                         | 156                         |
| <6> 06 Küche H         | 45                          | 6                          | 39                          |

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

| Bereich            |   | $C_{TL}$ | $C_{TL, kon}$ | $F_{TL}$ |          |          |          |          |          |
|--------------------|---|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                    |   |          |               | Jan<br>% | Feb<br>% | Mrz<br>% | Apr<br>% | Mai<br>% | Jun<br>% |
| 1 <1> Fassade Süd  | 1 | 88       | 60            | 55       | 49       | 44       | 41       | 39       | 38       |
| 2 <1> Fassade West | 1 | 90       | 60            | 54       | 47       | 43       | 39       | 37       | 37       |
| 3 <1> Fassade Nord | 1 | 94       | 60            | 52       | 45       | 40       | 37       | 35       | 34       |
| 4 <1> Fassade Ost  | 1 | 90       | 60            | 54       | 47       | 43       | 39       | 37       | 37       |
| 5 <2> Fassade Süd  | 2 | 88       | 60            | 55       | 49       | 44       | 41       | 39       | 38       |
| 6 <2> Fassade Nord | 2 | 94       | 60            | 52       | 45       | 40       | 37       | 35       | 34       |
| 7 <5> Fassade Süd  | 5 | 86       | 60            | 56       | 50       | 45       | 42       | 40       | 40       |
| 8 <5> Fassade West | 5 | 87       | 60            | 56       | 49       | 45       | 42       | 39       | 39       |
| 9 <5> Fassade Nord | 5 | 89       | 60            | 55       | 48       | 44       | 40       | 38       | 38       |
| 10 <6> Fassade Ost | 6 | 90       | 60            | 54       | 47       | 43       | 39       | 37       | 37       |

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

$F_{TL}$  = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

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

### 10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (6)  
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

| Bereich             | Zone | $E_m$<br>lx | Lampen<br>lx | $p_j$<br>W/m <sup>2</sup> | $f_{Prä}$<br>m <sup>2</sup> | $t_{T,TL}$<br>h/m | $t_{T,KTL}$<br>h/a | $t_N$<br>h/a | $Q_{l,b}$<br>kWh/m |
|---------------------|------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| 1 <1> 01 Gruppenrau | 1    | 300         | 9-1-1        | 3,0                       | 0,88                        | 56                | 1225               | 0            | 153                |
| 2 <2> 02 SAR H      | 2    | 300         | 9-1-1        | 3,3                       | 0,75                        | 89                | 1907               | 155          | 20                 |
| 3 <3> 03 Lager/Tech | 3    | 100         | 9-1-1        | 2,2                       | 0,07                        | 0                 | 175                | 14           | 1                  |
| 4 <4> 04 Sanitär H  | 4    | 200         | 9-1-1        | 3,0                       | 0,55                        | 0                 | 1399               | 114          | 40                 |
| 5 <5> 05 Verkehr H  | 5    | 100         | 9-1-1        | 1,5                       | 0,60                        | 71                | 1526               | 124          | 40                 |
| 6 <6> 06 Küche H    | 6    | 300         | 9-1-1        | 3,3                       | 0,75                        | 87                | 1907               | 155          | 15                 |

269

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt,  $A_{KL} = 1.028 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: nein, Konstantlichtregelung: nein

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

| 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> 01 Gruppen | 126        | 134        | 135        | 145        | 138        | 121        | 130        | 1.553       |
| <2> 02 SAR H   | 18         | 19         | 19         | 21         | 20         | 17         | 19         | 222         |
| <3> 03 Lager/T | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 12          |
| <4> 04 Sanitär | 39         | 41         | 39         | 41         | 41         | 37         | 41         | 477         |
| <5> 05 Verkehr | 38         | 40         | 39         | 42         | 40         | 36         | 39         | 462         |
| <6> 06 Küche H | 14         | 15         | 14         | 15         | 15         | 13         | 14         | 170         |
|                | 236        | 249        | 248        | 264        | 254        | 224        | 243        | 2.895       |

$p_j$  = elektrische Bewertungsleistung =  $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$  W/m<sup>2</sup> (Gl.11)

mit  $k_{WF} / k_A / k_L / k_R$  = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Raumart.

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

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

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

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

## 11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

### 11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)  
Betrachtungsmontat Juli

| Zone                   | $Q_{\text{sink}}$ | $Q_{\text{source}}$ | $\gamma$ | $c_{\text{wirk}}$ | $\tau$ | $\eta$ |
|------------------------|-------------------|---------------------|----------|-------------------|--------|--------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 85                | 132                 | 1,551    | 50,000            | 24,75  | 0,596  |
| <2> 02 SAR H           | 7                 | 9                   | 1,269    | 50,000            | 21,92  | 0,670  |
| <3> 03 Lager/Technik H | 2                 | 0                   | 0,000    | 50,000            | 43,32  | 1,000  |
| <4> 04 Sanitär H       | 4                 | 3                   | 0,711    | 50,000            | 15,28  | 0,972  |
| <5> 05 Verkehr H       | 15                | 13                  | 0,865    | 50,000            | 54,47  | 0,870  |
| <6> 06 Küche H         | 5                 | 8                   | 1,547    | 50,000            | 30,58  | 0,624  |

### 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 |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| $\Rightarrow Q_{C,b}$ (Raumklima) |            |            |            |            |            |            |            |             |
| <1> 01 Gruppen                    | 2          | 2          | 2          | 9          | 69         | 144        | 395        | 2.424       |
| <2> 02 SAR H                      | 0          | 1          | 0          | 2          | 11         | 10         | 24         | 190         |
| <3> 03 Lager/T                    | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| <4> 04 Sanitär                    | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 0          | 14          |
| <5> 05 Verkehr                    | -          | -          | -          | -          | 0          | 1          | 8          | 60          |
| <6> 06 Küche H                    | -          | -          | -          | -          | 1          | 3          | 19         | 136         |

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme  $Q_{C,b}$

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

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

### 11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{C,\text{max}}$

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

| Zone                   | $t_{C, \text{op}, d}$<br>h/d | $Q_{C, \text{max}, \text{Juli}}$<br>kW | $Q_{C, \text{max}, \text{Sept}}$<br>kW | techn.<br>gekühlt |
|------------------------|------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 9                            | 27,3                                   | 22,1                                   | nein              |
| <2> 02 SAR H           | 13                           | 1,7                                    | 1,7                                    | nein              |
| <3> 03 Lager/Technik H | 13                           | -0,1                                   | -0,2                                   | nein              |
| <4> 04 Sanitär H       | 13                           | 0,5                                    | -2,1                                   | nein              |
| <5> 05 Verkehr H       | 13                           | 2,6                                    | 1,6                                    | nein              |
| <6> 06 Küche H         | 13                           | 1,2                                    | 0,7                                    | nein              |
|                        |                              | 33,2                                   | 23,8                                   |                   |

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

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

## 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> 01 Gruppenraum H | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <2> 02 SAR H         | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <3> 03 Lager/Technik | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <4> 04 Sanitär H     | Schule ohne Dus | 0,130 m <sup>2</sup> Klassenräu | 583   | 1.609 c                 |
| <5> 05 Verkehr H     | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <6> 06 Küche H       | nicht relevant  |                                 |       | -                       |

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

### 12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

| Versorgungsbereich         | Zonen (n) | $f_{zapf}$ | $Q_{w,b}$<br>kWh/Jahr |
|----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| 1 dezentrale WW-Versorgung | 4/6/      | 0,98       | 18.569                |
| 2                          |           |            |                       |

### 12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
Verteilssystem: dezentral mit Erzeugern  
Wärmedurchgangskoeffizient  $U_i$ , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)  
mittlere Temperatur des Rohrabschnitts  $\theta_{w,av}$  ohne Zirkulation  
Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

|                                           | Verteilung (V) |       |       |       | Stränge (S) |       | Stichtlg. (St) |        |
|-------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------------|--------|
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |                |       |       |       |             |       |                |        |
| Leitungslängen $l_i$                      |                | 0 m   |       |       | 0 m         |       | 51 m           |        |
| Wärmedurchgangskoeffizient $U_i$          |                |       |       |       |             |       | 0,255 W/(mK)   |        |
| Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$      |                |       |       |       |             |       | 26,3 °C        |        |
| Umgebungstemperatur $\theta_{I, Jan}$     |                |       |       |       |             |       | 19,9 °C        |        |
| Monat                                     | Sep            | Okt   | Nov   | Dez   | Jan         | Feb   | Mär            | Jahr   |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |                |       |       |       |             |       |                |        |
| $Q_{w,b}$ kWh                             | 1.526          | 1.577 | 1.526 | 1.577 | 1.577       | 1.424 | 1.577          | 18.569 |
| $Q_{w,d, St}$ kWh                         | 36             | 39    | 40    | 42    | 42          | 38    | 41             | 462    |
| $Q_{w,d}$ kWh                             | 36             | 39    | 40    | 42    | 42          | 38    | 41             | 462    |
| $Q_{I,w,d}$ kWh                           | 36             | 39    | 40    | 42    | 42          | 38    | 41             | 462    |

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

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



Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**12.4 Warmwasserspeicher**

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
nicht vorhanden

**12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung**

nicht vorgesehen

**12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung**

| Monat                                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$                             | kWh | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |

**12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung**

nicht vorgesehen

**12.8 Wärmeerzeugung**

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
Wärmeerzeuger 21 elektronisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 74,1 kW (Strom-Mix)  
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung  $\eta_{k,Pn} = 100,0 \%$ , Bereitschaftswärmeverlust  $q_{P0,70} = 0,0000$  kW

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

| Monat                                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$                             | kWh | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, f}$                                | kWh | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |

mit  $Q_{w, outg}$  = Nutzwärmebedarf der Erzeugung,  $Q_{w, f} = Q_{w, outg} + Q_{w, g}$  = Endenergiebedarf

**12.9 Endenergie Warmwasserbereitung**

| Monat           |       | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$   | kWh   | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |
| $Q_{w, f}$      | kWh   | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |
| $W_{w, f}$      | kWh   | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –      |
| <hr/>           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Strom-Mix       | kWh   | 1.563 | 1.616 | 1.566 | 1.620 | 1.620 | 1.462 | 1.618 | 19.031 |
| $Q_{I, w, <4>}$ | kWh/d | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1,0   | 1,0   | 0,9   | 0,9   |        |
| $Q_{I, w, <6>}$ | kWh/d | 0,4   | 0,4   | 0,4   | 0,4   | 0,4   | 0,4   | 0,4   |        |

$Q_{w, outg} / Q_{w, f}$  = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung  
 $W_{w, f}$  = Hilfsenergiebedarf,  $Q_{I, w}$  = ungerichtete Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste  
Ungerichtete Wärmeeinträge  $Q_I$  werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

### 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>$\text{m}^3/\text{h}$ | $Q_{V,mech}$<br>kW | $\Phi_{h,max}$<br>kW |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 15,3              | 11,2              | 0                                   | 0,0                | 26,5                 |
| <2> 02 SAR H           | 1,3               | 0,8               | 0                                   | 0,0                | 2,1                  |
| <3> 03 Lager/Technik H | 0,6               | 0,1               | 0                                   | 0,0                | 0,8                  |
| <4> 04 Sanitär H       | 1,0               | 0,3               | 1540                                | 16,8               | 18,1                 |
| <5> 05 Verkehr H       | 4,8               | 0,9               | 0                                   | 0,0                | 5,7                  |
| <6> 06 Küche H         | 0,6               | 0,9               | 0                                   | 0,0                | 1,5                  |

$Q_{T,max}$  = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten

Zonen  $Q_{T,jz}$  temperaturgewichtet mit  $T_{i,min,H}$ .

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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max}$  = 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     |                    | 1/2/4/6/ | 90.111                | 48,2                 | 56,0            |
| 2 freie Heizflächen 40 / 30°C 2- | 20%                | 5/       | 3.128                 | 5,7                  | 6,0             |
| 3 Fußbodenheizung Nasssystem     | 80%                | 5/       | 12.514                | 5,7                  | 6,3             |
| 4                                |                    |          |                       |                      |                 |

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 40/30 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

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

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

#### Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

| Monat            |     | Sep   | Okt   | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär   | Jahr   |
|------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| $Q_{h,b}, <1>$   | kWh | 2.047 | 5.920 | 10.485 | 13.398 | 12.952 | 11.118 | 9.353 | 73.763 |
| $Q_{h^*,b}, <1>$ | kWh | 625   | 1.185 | 2.044  | 2.690  | 2.630  | 2.236  | 1.917 | 16.348 |
| $Q_{h,b}, <2>$   | kWh | 112   | 265   | 425    | 533    | 522    | 447    | 394   | 3.128  |
| $Q_{h,b}, <3>$   | kWh | 447   | 1.061 | 1.700  | 2.133  | 2.086  | 1.787  | 1.574 | 12.514 |

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**13.3 Heizzeiten**

**(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <2> 02 SAR H**

| Monat              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_{h, <2>}$       | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.045 |
| $t_{h, rL, d <2>}$ | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h, rB <2>}$    | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 256   |
| $t_{h, rL <2>}$    | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.816 |

**(2) Bereich "freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr", Leitzone <5> 05 Verkehr H**

| Monat              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <5>$          | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 7.597 |
| $t_{h, rL, d <5>}$ | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h, rB <5>}$    | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 243   |
| $t_{h, rL <5>}$    | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.650 |

**(3) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <5> 05 Verkehr H**

| Monat              |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <5>$          | h/m | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 7.597 |
| $t_{h, rL, d <5>}$ | h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h, rB <5>}$    | d/m | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 243   |
| $t_{h, rL <5>}$    | h/m | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 3.650 |

$t_h = t_{h, Nutz} + t_{h, WE} =$  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 zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta \vartheta_{ce} = 0 + 0,7 + (0,7 + 0,5)/2 + 0 + 0,2 - 0,5 = 1,00^\circ K$  (T5 Gl.35)

$Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$  (Gl.34) (7,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe Stellantriebe der Regler ( Watt)

**(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr**

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich,  $n \leq 10$ , 2-Rohr 40/30 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta \vartheta_{ce} = (0,4 + 0,3)/2 + 0,7 + 0 + 0,2 - 0,5 = 0,75^\circ K$  (T5 Gl.35)

$Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$  (Gl.34) (5,7%)

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

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

**(3) Fußbodenheizung Nasssystem**

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

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta \vartheta_{ce} = 0 + 0,7 + (0,7 + 0,5)/2 + 0 + 0,2 - 0,5 = 1,00^\circ K$  (T5 Gl.35)

$Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$  (Gl.34) (7,7%)

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

| Monat                                         |     | Sep   | Okt   | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr   |
|-----------------------------------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>(1) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |     |       |       |        |        |        |        |        |        |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 2.047 | 5.920 | 10.485 | 13.398 | 12.952 | 11.118 | 9.353  | 73.763 |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 323   | 545   | 656    | 705    | 685    | 616    | 607    | 5.357  |
| <b>(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr</b> |     |       |       |        |        |        |        |        |        |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 112   | 265   | 425    | 533    | 522    | 447    | 394    | 3.128  |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 13    | 18    | 20     | 21     | 21     | 18     | 19     | 180    |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 9      |
| <b>(3) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |     |       |       |        |        |        |        |        |        |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 447   | 1.061 | 1.700  | 2.133  | 2.086  | 1.787  | 1.574  | 12.514 |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 70    | 97    | 106    | 111    | 110    | 98     | 101    | 959    |
| $W_{h,ce}$                                    | kWh | 1     | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 9      |
| $\Sigma Q_{h,b+ce}$                           | kWh | 3.012 | 7.906 | 13.392 | 16.901 | 16.375 | 14.084 | 12.048 | 95.901 |

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 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich} = 1019,4$  m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 3,53 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\vartheta_{VA} = 40$  °C /  $\vartheta_{RA} = 30$  °C,  $T_{i,Soll,<2>} = 21,0$  °C

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

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 136 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

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

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp,

Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich} = 224,4$  m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\vartheta_{VA} = 40$  °C /  $\vartheta_{RA} = 30$  °C,  $T_{i,Soll,<5>} = 21,0$  °C

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

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 38 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

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

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

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

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 224,4$  m<sup>2</sup>, Geschosshöhe i.M. = 3,53 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{\text{VA}} = 40$  °C /  $\theta_{\text{RA}} = 30$  °C,  $T_{\text{i,Soll,<5>}} = 21,0$  °C

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

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 53 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

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

|                                               | Verteilung (V) | Stränge (S)  | Anbindung (A) |
|-----------------------------------------------|----------------|--------------|---------------|
| <b>(1) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 148,3 m        | 18,7 m       | - m           |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$   | 13,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr</b> |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 158,1 m        | 14,8 m       | 56,1 m        |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$   | 13,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |
| <b>(3) Fußbodenheizung Nasssystem</b>         |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 54,2 m         | 3,4 m        | - m           |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$   | 13,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |

Mittlere Heizkreistemperaturen  $\theta_{\text{VL,av}}$ (Vorlauf) und  $\theta_{\text{RL,av}}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung

$Q_{\text{h,d}}$ , daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{\text{I,h,d}}$  und Hilfsenergiebedarf  $Q_{\text{h,d,aux}}$

| Monat                                 | Sep  | Okt  | Nov  | Dez  | Jan  | Feb  | Mär  | Jahr  |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>(1) Fußbodenheizung Nasssystem</b> |      |      |      |      |      |      |      |       |
| $\beta_{\text{h,d}}$                  | 0,07 | 0,18 | 0,32 | 0,39 | 0,38 | 0,36 | 0,28 |       |
| $\theta_{\text{VL,av}}$ °C            | 22,7 | 25,0 | 27,8 | 29,1 | 28,9 | 28,5 | 26,9 |       |
| $\theta_{\text{RL,av}}$ °C            | 21,8 | 22,9 | 24,2 | 24,9 | 24,7 | 24,6 | 23,8 |       |
| $Q_{\text{h,d}}$ kWh                  | 77   | 106  | 161  | 207  | 203  | 173  | 153  | 1.186 |
| $W_{\text{h,d}}$ kWh                  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| $Q_{\text{I,h,d}}$ kWh                | 3    | 6    | 11   | 15   | 15   | 13   | 10   | 85    |

Leitungsverluste  $Q_{\text{h,d}} = 1,2$  %, unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{\text{I,h,d}} = 0,1$  %

Aufteilung  $Q_{\text{I,h,d}}$ : nach Grundflächenanteilen

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

|                  |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\beta_{h,d}$    |     | 0,03 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,10 |       |
| $\theta_{VL,av}$ | °C  | 22,3 | 23,4 | 24,4 | 25,0 | 24,9 | 24,8 | 24,2 |       |
| $\theta_{RL,av}$ | °C  | 21,6 | 22,1 | 22,6 | 22,9 | 22,8 | 22,8 | 22,5 |       |
| <hr/>            |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
| $Q_{h,d}$        | kWh | 86   | 110  | 154  | 192  | 190  | 164  | 151  | 1.171 |
| $W_{h,d}$        | kWh | –    | –    | –    | –    | –    | –    | –    | –     |
| $Q_{I,h,d}$      | kWh | 10   | 15   | 25   | 33   | 32   | 27   | 24   | 201   |

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

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

|                  |     |      |      |      |      |      |      |      |     |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\beta_{h,d}$    |     | 0,13 | 0,27 | 0,44 | 0,53 | 0,52 | 0,49 | 0,40 |     |
| $\theta_{VL,av}$ | °C  | 23,9 | 26,8 | 30,0 | 31,7 | 31,4 | 31,0 | 29,2 |     |
| $\theta_{RL,av}$ | °C  | 22,4 | 23,8 | 25,3 | 26,0 | 25,9 | 25,7 | 24,9 |     |
| <hr/>            |     |      |      |      |      |      |      |      |     |
| $Q_{h,d}$        | kWh | 30   | 42   | 64   | 83   | 82   | 69   | 62   | 480 |
| $W_{h,d}$        | kWh | 5    | 9    | 13   | 15   | 15   | 13   | 12   | 102 |
| $Q_{I,h,d}$      | kWh | 1    | 1    | 3    | 4    | 4    | 3    | 2    | 20  |

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

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

Belastungsgrad der Wärmeverteilung  $\beta_{h,d}$  nach Gl.9

$Q_{h,d}$  = Wärmeverluste des Rohrnetzes =  $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$  [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    |
|---------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <hr/>         |     |       |       |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,out}^*$ | kWh | 3.830 | 9.349 | 15.815 | 20.074 | 19.481 | 16.726 | 14.332 | 115.085 |

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**13.7 Heizwärmepufferspeicher**

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt  $V = 400$  l, Umgebungstemperatur  $\theta_u = 13,0$  °C

Bereitschaftswärmeverlust  $q_{B,S} = 3,4$  kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung  $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme  $P_{Pumpe} = 71$  W

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt  $V = 50$  l, Umgebungstemperatur  $\theta_u = 13,0$  °C

Bereitschaftswärmeverlust  $q_{B,S} = 1,5$  kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung  $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme  $P_{Pumpe} = 40$  W

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt  $V = 50$  l, Umgebungstemperatur  $\theta_u = 13,0$  °C

Bereitschaftswärmeverlust  $q_{B,S} = 1,5$  kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung  $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme  $P_{Pumpe} = 47$  W

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

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

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat          |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C  | 23  | 24  | 27  | 28  | 28  | 27  | 26  |      |
| $Q_{h,s}$      | kWh | 26  | 32  | 37  | 41  | 41  | 36  | 36  | 280  |
| $W_{h,s}$      | kWh | 5   | 11  | 19  | 24  | 23  | 20  | 17  | 139  |

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

| Monat          |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C  | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   |      |
| $Q_{h,s}$      | kWh | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    |
| $W_{h,s}$      | kWh | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    |

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

| Monat          |     | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\theta_{h,s}$ | °C  | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   |      |
| $Q_{h,s}$      | kWh | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    |
| $W_{h,s}$      | kWh | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –   | –    |

**13.8 solare Heizungsunterstützung**

nicht vorgesehen

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**13.9 Heizungsärmepumpen**

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP, 23 kW, JAZ = 4,1, Heizungsärmepumpe, 35,0 kW  
Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen  $\theta_{VL}(\beta_h)$

(Gl.14) und stundenanteilig für die Temperaturklassen -7 / 2 / 7 / 20 °C korrigiert

Stundensummen in den Temperaturklassen nach DIN V 18599-5, Tab.31

COP-Koeffizienten über den exergetischen Wirkungsgrad nach Ahang B.3

Nachheizung mit 2. Wärmerezeuger

Wärmerezeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol}$  = Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich

Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich,  $t_{ON}$  = tägliche Laufzeit

$Q_{h,f}$  = Endenergiebedarf der WP,  $Q_{h,f,bu}$  = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung

$Q_{h,in}$  = regenerativer Energieertrag (Gl.149),  $W_{h,gen}$  = Hilfsendenergiebedarf

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl<sub>HZg</sub> = 4,00

| Monat        |     | Sep   | Okt   | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|--------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,outg}$ | kWh | 3.855 | 9.381 | 15.852 | 20.115 | 19.522 | 16.762 | 14.368 | 115.365 |
| COP          |     | 7,02  | 4,89  | 4,23   | 3,83   | 3,89   | 3,96   | 4,30   |         |
| $t_{ON,g,d}$ | h/d | 2,9   | 7,2   | 13,5   | 16,9   | 16,0   | 15,8   | 12,0   |         |
| $Q_{h,f}$    | kWh | 827   | 2.084 | 3.788  | 4.887  | 4.628  | 4.136  | 3.493  | 27.338  |
| $Q_{h,f,bu}$ | kWh | -     | 185   | 392    | 1.845  | 2.159  | 1.025  | 326    | 5.957   |
| $Q_{h,in}$   | kWh | 3.029 | 7.112 | 11.672 | 13.383 | 12.735 | 11.602 | 10.550 | 82.070  |

(2) freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr

Wärmerezeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmerezeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem



Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

**13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger**

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/2/4/6 ( $A_{NGF} = 771 \text{ m}^2$ )

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283),  $P_n = 56,0 \text{ kW}$  (Biogas + BW-Kessel)

Umgebungstemperatur am Aufstellort  $\theta_i = 13 \text{ °C}$ , außerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung  $t_{w,100,\text{Jan}} = 0,00 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand  $\eta_{k,Pn} = 0,957$  (Nennlast),  $\eta_{k,Pint} = 1,047$  (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust  $q_{p0,70} = 0,0080 \text{ kW}$ , monatliche Belastungsgrade  $\beta_h$  siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar  $P_{gen,Pn} = 3,66 \text{ kW}$ ,  $P_{gen,Pint} = 0,85 \text{ kW}$ ,  $P_{gen,P0} = 0,15 \text{ kW}$  (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme  $P_{aux,Pn} = 0,311 \text{ kW}$ ,  $P_{aux,Pint} = 0,104 \text{ kW}$ ,  $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "freie Heizflächen 40 / 30°C 2-Rohr", Zonen 5 ( $A_{NGF} = 224 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 5 ( $A_{NGF} = 224 \text{ m}^2$ )

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

$P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW]}, \text{ Gl.181 } (d_{h,rB} > 1)$

$\beta_h = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154}$

$Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} \cdot d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m]}, \text{ Gl.178}$

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

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

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

**(1) Fußbodenheizung Nasssystem**

| Monat         |     | Sep | Okt  | Nov  | Dez   | Jan   | Feb   | Mär  | Jahr  |
|---------------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| $Q_{h,outg}$  | kWh | 0   | 185  | 392  | 1.845 | 2.159 | 1.025 | 326  | 5.957 |
| $\beta_{h,1}$ |     | –   | 0,01 | 0,02 | 0,07  | 0,08  | 0,05  | 0,01 |       |
| $Q_{h,gen,1}$ | kWh | 27  | 44   | 71   | 148   | 160   | 102   | 66   | 654   |
| $Q_{h,f}$     | kWh | 27  | 229  | 463  | 1.993 | 2.319 | 1.127 | 392  | 6.611 |
| $W_{h,gen}$   | kWh | 7   | 12   | 13   | 21    | 23    | 15    | 13   | 155   |

**13.11 Endenergie Heizwärme**

| Monat         |       | Sep | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{h,f}$     | kWh   | 853 | 2.313 | 4.251 | 6.880 | 6.947 | 5.263 | 3.885 | 33.949 |
| $W_h$         | kWh   | 18  | 34    | 46    | 61    | 62    | 50    | 43    | 412    |
| Strom-Mix     | kWh   | 827 | 2.084 | 3.788 | 4.887 | 4.628 | 4.136 | 3.493 | 27.338 |
| Biogas + B    | kWh   | –   | 235   | 467   | 1.981 | 2.321 | 1.117 | 411   | 6.601  |
| $Q_{I,h,<1>}$ | kWh/d | 0,1 | 0,1   | 0,3   | 0,4   | 0,4   | 0,3   | 0,2   |        |
| $Q_{I,h,<2>}$ | kWh/d | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |        |
| $Q_{I,h,<4>}$ | kWh/d | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,0   |        |
| $Q_{I,h,<5>}$ | kWh/d | 0,3 | 0,5   | 0,9   | 1,2   | 1,2   | 1,1   | 0,8   |        |
| $Q_{I,h,<6>}$ | kWh/d | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |        |

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

## 14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

### 14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

### 14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

| Energieträger       | Prozessbereich | Zonen      | Endenergie<br>kWh/a | $f_P$ | $f_{HS/Hi}$ | $Q_P$<br>kWh/a |
|---------------------|----------------|------------|---------------------|-------|-------------|----------------|
| Strom-Mix           | Heizwärme      | 1/2/4/5/6/ | 27.338              | 1,80  | 1,00        | 49.209         |
| Biogas + BW-        | Heizwärme      | 1/2/4/5/6/ | 6.601               | 0,70  | 1,11        | 4.163          |
| Strom-Mix           | Warmwasser     | 4/6/       | 19.031              | 1,80  | 1,00        | 34.256         |
| Strom-Mix           | Beleuchtung    | *          | 2.895               | 1,80  | 1,00        | 5.212          |
| Strom-Mix           | Hilfsenergie   |            | 3.194               | 1,80  | 1,00        | 5.749          |
| $\Sigma$ [kWh/Jahr] |                |            | 59.059              |       |             | 98.589         |

\* = 1/2/3/4/5/6/

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

Jahres-Primärenergiebedarf  $q_P = 98.589 / 1.019 = 96,7$  kWh/(m²a) ( $\Sigma A_{NGF} = 1.019$  m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 3,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 48,3 kWh/(m²a), Biogas + BW-Kessel 6,5 kWh/(m²a)

### Treibhausgasemissionen (CO2)

| Energieträger      | Endenergie<br>kWh/a | Emissionsfaktor<br>g CO2/kWh | Emissionen<br>kg/a | kg/ (m²a) |
|--------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|-----------|
| Strom-Mix          | 27.338              | 560                          | 15.310             |           |
| Biogas + BW-Kessel | 5.946               | 140                          | 833                |           |
| Strom-Mix          | 19.031              | 560                          | 10.657             |           |
| Strom-Mix          | 2.895               | 560                          | 1.621              |           |
| Strom-Mix          | 3.194               | 560                          | 1.789              |           |
| 58.404             |                     |                              | 30.210             | 29,6      |

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

### 14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

| siehe Abschnitt<br>Zone | m²  | RLT<br>9<br>kWh/a | Beleucht.<br>10<br>kWh/a | Klima<br>11<br>kWh/a | Warmwasser<br>12<br>kWh/a | Heizung<br>13<br>kWh/a | Summe<br>kWh/a |
|-------------------------|-----|-------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| <1> 01 Gruppenrau       | 583 | -                 | 1.553                    | -                    | -                         | 22.197                 | 23.750         |
| <2> 02 SAR H            | 41  | -                 | 222                      | -                    | -                         | 1.970                  | 2.192          |
| <3> 03 Lager/Tech       | 24  | -                 | 12                       | -                    | -                         | -                      | 12             |
| <4> 04 Sanitär H        | 103 | -                 | 477                      | -                    | 19.025                    | 2.372                  | 21.874         |
| <5> 05 Verkehr H        | 224 | -                 | 462                      | -                    | -                         | 5.940                  | 6.402          |
| <6> 06 Küche H          | 45  | -                 | 170                      | -                    | -                         | 1.468                  | 1.638          |

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

|         |       |   |       |   |        |        |        |
|---------|-------|---|-------|---|--------|--------|--------|
| Gebäude | 1.019 | - | 2.895 | - | 19.031 | 33.950 | 55.877 |
|---------|-------|---|-------|---|--------|--------|--------|

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<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Beleucht.<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Klima<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Warmwasser<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Heizung<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Summe<br>kWh/m <sup>2</sup> a |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Nutzenergiebedarf   | 2,7                         | 2,8                               | 0,0                           | 18,2                               | 103,7                           | 127,5                         |
| Endenergiebedarf    | 2,7                         | 2,8                               | 0,0                           | 18,7                               | 33,7                            | 57,9                          |
| Primärenergiebedarf | 4,9                         | 5,1                               | 0,0                           | 33,6                               | 53,1                            | 96,7                          |

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

Anlage C – Energiebilanz nach DIN V 18599

## 15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude  
Referenzberechnung = "20210824-Hort-GEG-BEG-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  $q_{P,REF} = 188,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , aus der Referenzberechnung  
zul  $q_P = 188,3 - 25\% = 141,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , geforderte Unterschreitung nach GEG §18  
vorh  $q_P = 98.589 / 1019,4 = 96,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh  $q_P = 96,7 \leq 141,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , **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 =  $52970 + 0 + 82070 + 0 = 135.040 \text{ kWh/Jahr}$  (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

| Energiequelle          | Energieertrag<br>kWh/a | Deckungsanteil |           | Nutzungs-<br>anteil |
|------------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------------|
|                        |                        | erzielt        | gefordert |                     |
| Biogas [Heizwärme]     | 6.601                  | 4,9 %          | 30,0 %    | 16,3 %              |
| Umweltenergie [Hzg-WP] | 109.408                | 81,0 %         | 50,0 %    | 162,0 %             |
|                        |                        |                |           | 178,3 %             |

### Maßnahmen zur Einsparung von Energie

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

|            |                      | Grenzwert | erzielt | Unterschreitung |           | Nutzungs-<br>anteil |
|------------|----------------------|-----------|---------|-----------------|-----------|---------------------|
|            |                      |           |         | erzielt         | gefordert |                     |
| HT' - Wert | W/(m <sup>2</sup> K) | 0,37      | 0,32    | 15,2 %          | 15,0 %    | 101,4 %             |

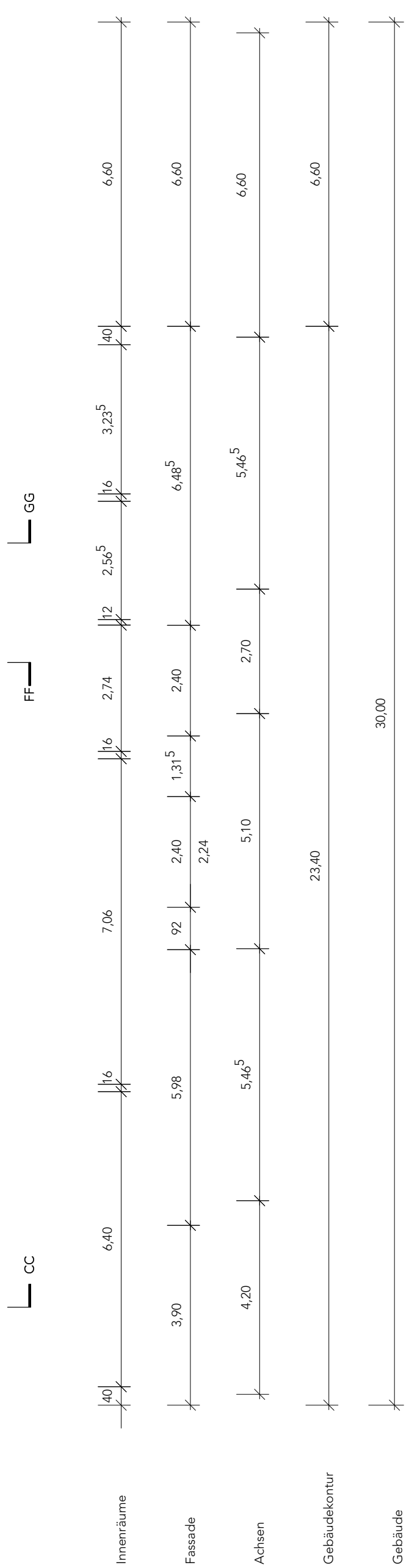
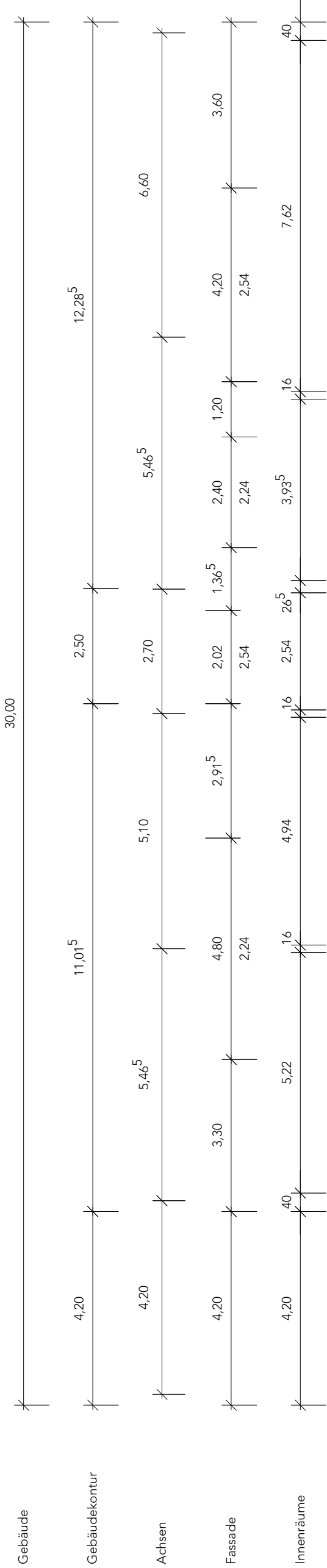
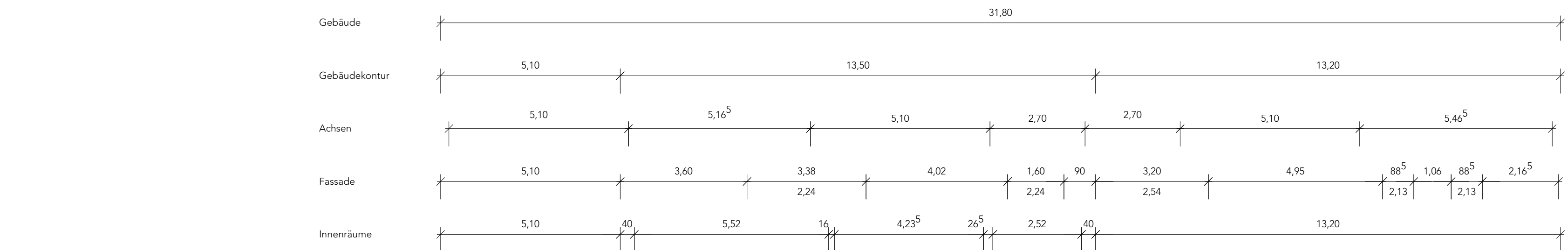
erreichter Nutzungsanteil, Summe = 279,7 %  $\geq$  Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020 ACR 9939\_10101 vom Die Bauphysiker.

**Anlage D      Sommerlicher Wärmeschutz**





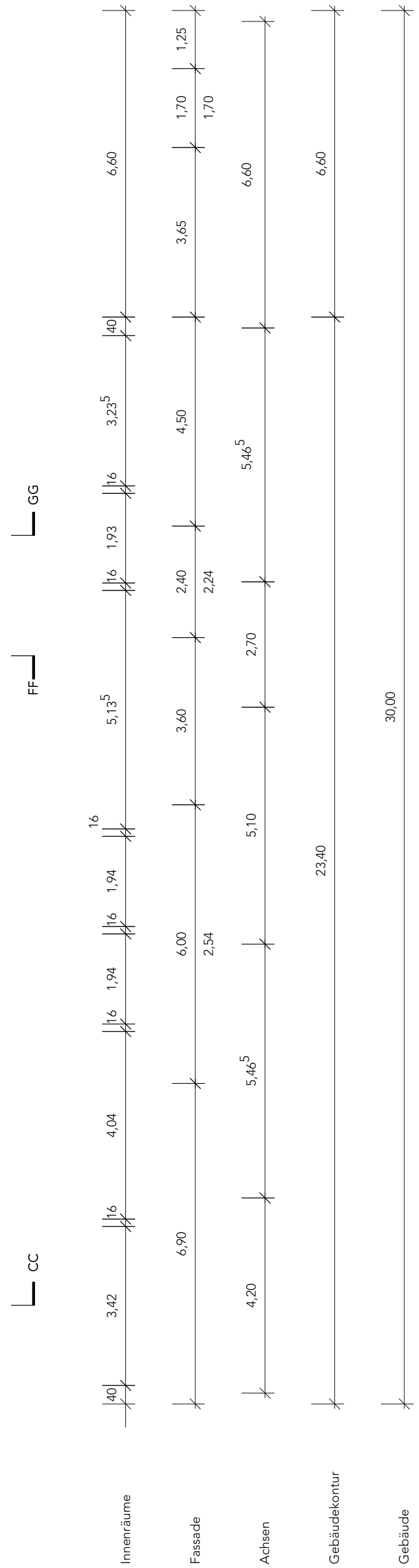
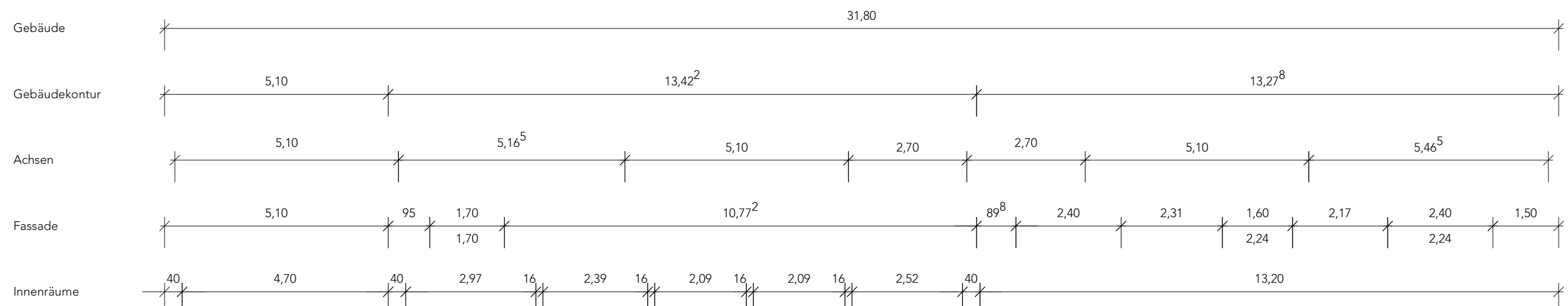
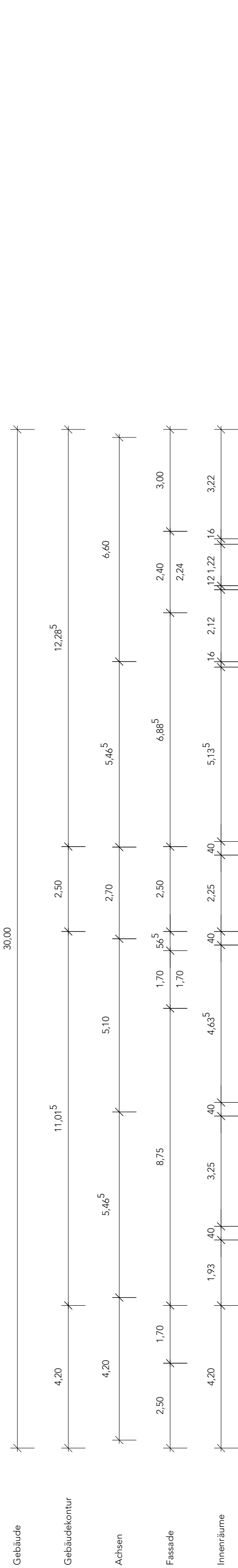
| Legende |                                                     |      |                             |
|---------|-----------------------------------------------------|------|-----------------------------|
| BRH     | Brüstungshöhe                                       | OKFF | OK Fertigfußboden           |
| UK      | Unterkannte                                         | UZ   | Unterzug                    |
| OKRF    | OK Rohfußboden                                      | STB  | Stahlbeton                  |
| UKST    | UK Sturz                                            | BSH  | Brettschichtholz            |
| OL      | Oberlicht                                           | BSP  | Brettspertholz              |
| HGW     | höchster Grundwasserstand                           | HRB  | Holzrahmenbau               |
| WHY     | Wandhydrant                                         | RR   | Regenrohr                   |
| RW      | Rettungsweg                                         | SLN  | Steigleitung nass           |
| RA      | Rauchabschnitt                                      | SLT  | Steigleitung trocken        |
| F30     | feuerhemmend                                        | RWA  | Rauchwärmesabzug            |
| F60     | hochfeuerhemmend                                    | T30  | feuerhemmende Tür           |
| F90     | feuerbeständig                                      | T60  | hochfeuerhemmende Tür       |
| BaBW    | Bauart Brandwand                                    | T90  | feuerbeständige Tür         |
| BW      | Brandwand                                           | dt   | dicht- und selbstschließend |
| IBO     | im Betrieb offen                                    | dt   | dichtschießend              |
| LH      | lichte Raumhöhe                                     | RS   | Rauchschutztür              |
| ÜZ      | Überzug                                             | RF   | Rettungsfenster             |
| FS      | Fahrschacht für f. feuerbeständige Fahrschachtwände | FF   | Feuerwehrfenster            |

| Änderungen |               |          |
|------------|---------------|----------|
| 4          | Planstand LP3 | 11.08.21 |
| 3          | Planstand LP3 | 17.06.21 |
| 2          | Planstand LP3 | 27.05.21 |
| 1          | Planstellung  | 19.05.21 |

## WAL\_ARC\_3\_H\_GR\_EG\_04

|             |                                                                                                                                                       |        |          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Inhalt      | Erdgeschoss<br>Hort                                                                                                                                   |        |          |
| Bauvorhaben | Erweiterung Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e. V.<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin                                                            |        |          |
| Bauherr     | Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e.V.<br>Vorstand vertreten durch Reinhard Braun, Geschäftsführung<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin            |        |          |
| Architekt   | FRÖLICHSCHEIDER<br>Architekten GmbH<br>Köpenicker Str. 154 A<br>10997 Berlin<br>Sabrina Schreiber, AK Berlin 17023<br>Henrik Frölich, AK Berlin 15024 |        |          |
| Plannummer  | WAL_ARC_3_H_GR_EG_                                                                                                                                    | Index  | 04       |
| Stufe       | LP3                                                                                                                                                   | Stand  | 11.08.21 |
| Maßstab     | 1:100                                                                                                                                                 | Format | A1       |





| Legende               |                                                   |      |                             |
|-----------------------|---------------------------------------------------|------|-----------------------------|
| BRH                   | Brüstungshöhe                                     | OKFF | OK Fertigfußboden           |
| UK                    | Unterkannte                                       | UZ   | Unterzug                    |
| OKRF                  | OK Rohfußboden                                    | STB  | Stahlbeton                  |
| UKST                  | UK Sturz                                          | BSH  | Brettschichtholz            |
| OL                    | Oberlicht                                         | BSP  | Brettspertholz              |
| HGW                   | höchster Grundwasserstand                         | HRB  | Holzrahmenbau               |
| WHY                   | Wandhydrant                                       | RR   | Regenrohr                   |
| RW                    | Rettungsweg                                       | SLN  | Steigleitung nass           |
| RA                    | Rauchabschnitt                                    | SLT  | Steigleitung trocken        |
| F30                   | feuerhemmend                                      | RWA  | Rauchwärmesabzug            |
| F60                   | hochfeuerhemmend                                  | T30  | feuerhemmende Tür           |
| F90                   | feuerbeständig                                    | T60  | hochfeuerhemmende Tür       |
| BaBW                  | Bauart Brandwand                                  | T90  | feuerbeständige Tür         |
| BW                    | Brandwand                                         | dt   | dicht- und selbstschließend |
| IBO                   | im Betrieb offen                                  | dt   | dichtschießend              |
| LH                    | lichte Raumhöhe                                   | RS   | Rauchschutztür              |
| ÜZ                    | Überzug                                           | RF   | Rettungsfenster             |
| FS                    | Fahrschutztür f. feuerbeständige Fahrschachtwände | FF   | Feuerwehrfenster            |
| Ergänzung zum Bestand |                                                   |      |                             |
| Abbruch               |                                                   |      |                             |
| Holzbau Wände         |                                                   |      |                             |
| Rohbau Wände          |                                                   |      |                             |
| Leichtbauwände        |                                                   |      |                             |
| Installationsschacht  |                                                   |      |                             |
| Dämmung               |                                                   |      |                             |
| X-X Schnitt / Ansicht |                                                   |      |                             |

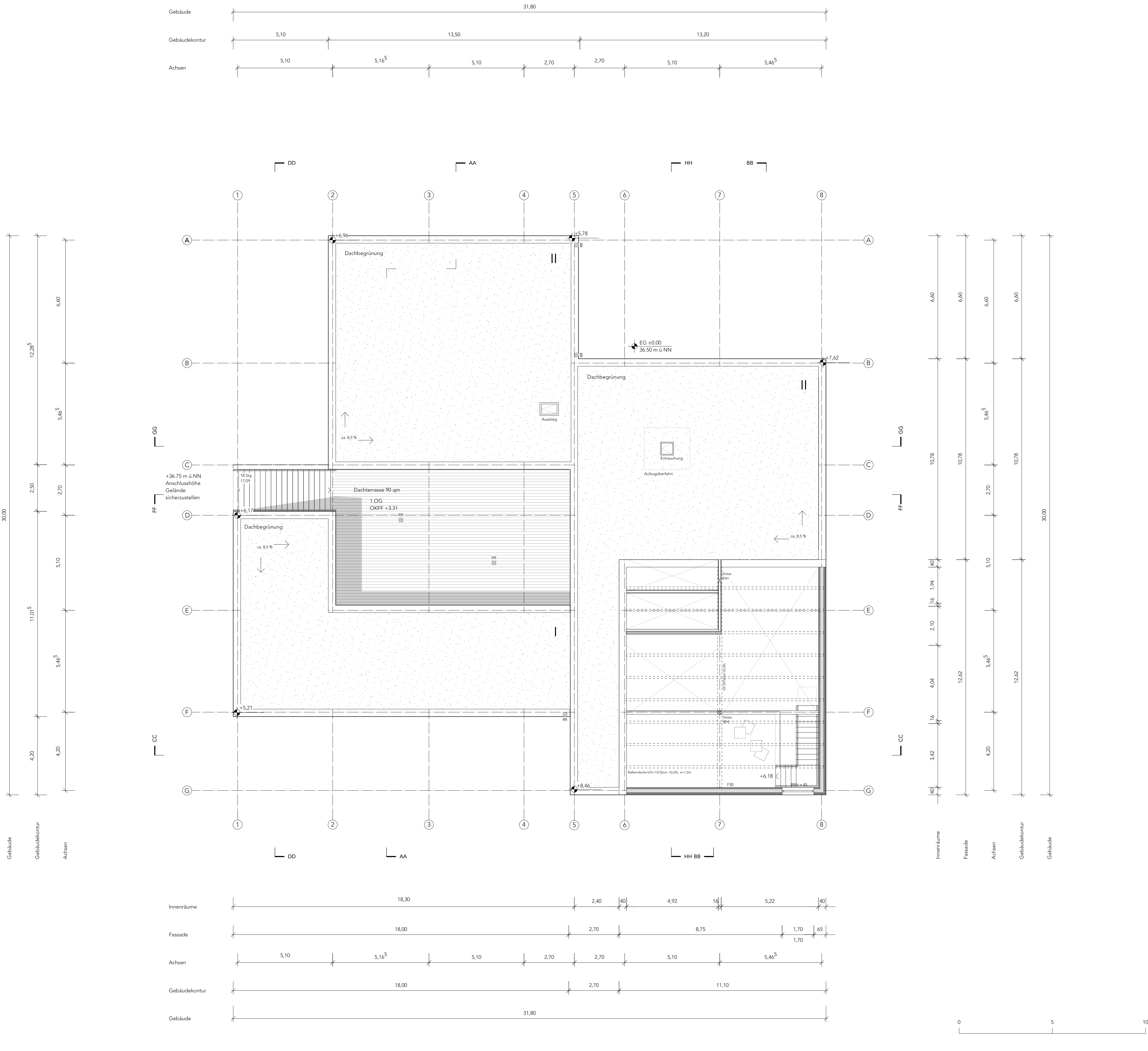
| Änderungen |               |          |
|------------|---------------|----------|
| 4          | Planstand LP3 | 11.08.21 |
| 3          | Planstand LP3 | 17.06.21 |
| 2          | Planstand LP3 | 27.05.21 |
| 1          | Planstellung  | 19.05.21 |



## WAL\_ARC\_3\_H\_GR\_01\_04

|             |                                                                                                                                                         |        |          |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Inhalt      | 1. Obergeschoss<br>Hort                                                                                                                                 |        |          |
| Bauvorhaben | Erweiterung Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e. V.<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin                                                              |        |          |
| Bauherr     | Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e.V.<br>Vorstand vertreten durch Reinhard Braun, Geschäftsführung<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin              |        |          |
| Architekt   | FRÖLICH-SCHREIBER<br>Architekten GmbH<br>Köpenicker Str. 154 A<br>10997 Berlin<br>Sabrina Schreiber, AK Berlin 17023<br>Henrik Frölich, AK Berlin 15024 |        |          |
| Plannummer  | WAL_ARC_3_H_GR_01_                                                                                                                                      | Index  | 04       |
| Stufe       | LP3                                                                                                                                                     | Stand  | 11.08.21 |
| Maßstab     | 1:100                                                                                                                                                   | Format | A1       |





| Legende               |                                                  |      |                             |
|-----------------------|--------------------------------------------------|------|-----------------------------|
| BRH                   | Brüstungshöhe                                    | OKFF | OK Fertigfußboden           |
| UK                    | Unterkannte                                      | UZ   | Unterzug                    |
| OKRF                  | OK Rohfußboden                                   | STB  | Stahlbeton                  |
| UKST                  | UK Sturz                                         | BSH  | Brettschichtholz            |
| OL                    | Oberlicht                                        | BSP  | Brettsperholz               |
| HGW                   | höchster Grundwasserstand                        | HRB  | Holzrahmenbau               |
| WHY                   | Wandhydrant                                      | RR   | Regenrohr                   |
| RW                    | Rettungsweg                                      | SLN  | Steigleitung nass           |
| RA                    | Rauchabschnitt                                   | SLT  | Steigleitung trocken        |
| F30                   | feuerhemmend                                     | RWA  | Rauchwärmeabzug             |
| F60                   | hochfeuerhemmend                                 | T30  | feuerhemmende Tür           |
| F90                   | feuerbeständig                                   | T60  | hochfeuerhemmende Tür       |
| BaBW                  | Bauart Brandwand                                 | T90  | feuerbeständige Tür         |
| BW                    | Brandwand                                        | dt   | dicht- und selbstschließend |
| IBO                   | im Betrieb offen                                 | dt   | dichtschießend              |
| LH                    | lichte Raumhöhe                                  | RS   | Rauchschutztür              |
| ÜZ                    | Überzug                                          | RF   | Rettungsfenster             |
| FS                    | Fahrschutttür f. feuerbeständige Fahrschuttwände | FF   | Feuerwehrfenster            |
|                       |                                                  |      |                             |
| Ergänzung zum Bestand |                                                  |      |                             |
| Abbruch               |                                                  |      |                             |
| Holzbau Wände         |                                                  |      |                             |
| Rohbau Wände          |                                                  |      |                             |
| Leichtbauwände        |                                                  |      |                             |
| Installationsschacht  |                                                  |      |                             |
| Dämmung               |                                                  |      |                             |
| X-X                   |                                                  |      |                             |
| Schnitt / Ansicht     |                                                  |      |                             |

| Änderungen |                |          |
|------------|----------------|----------|
| 4          | Planstand LP3  | 11.08.21 |
| 3          | Planstand LP3  | 17.06.21 |
| 2          | Planstand LP3  | 27.05.21 |
| 1          | Plananstellung | 19.05.21 |



## WAL\_ARC\_3\_H\_GR\_Z1\_04

|             |                                                                                                                                                         |        |          |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Inhalt      | 1. Obergeschoss<br>Hort - Rückzugsebenen                                                                                                                |        |          |
| Bauvorhaben | Erweiterung Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e. V.<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin                                                              |        |          |
| Bauherr     | Freie Waldorfschule Berlin-Mitte e.V.<br>Vorstand vertreten durch Reinhard Braun, Geschäftsführung<br>Weinmeisterstraße 16<br>10178 Berlin              |        |          |
| Architekt   | FRÖLICH-SCHREIBER<br>Architekten GmbH<br>Köpenicker Str. 154 A<br>10997 Berlin<br>Sabrina Schreiber, AK Berlin 17023<br>Henrik Frölich, AK Berlin 15024 |        |          |
| Plannummer  | WAL_ARC_3_H_GR_Z1_                                                                                                                                      | Index  | 04       |
| Stufe       | LP3                                                                                                                                                     | Stand  | 11.08.21 |
| Maßstab     | 1:100                                                                                                                                                   | Format | A1       |



Anlage D – Sommerlicher Wärmeschutz

| <b>SIM 1 - Erdgeschoss – Gruppenraum</b>         |                                              |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Software                                         | IDA ICE 4.8                                  |
| <b>Randbedingungen</b>                           |                                              |
| Ort                                              | Berlin                                       |
| Wetterdatensatz                                  | TRY Potsdam 2010                             |
| Klimaregion                                      | B gemäßigt (26°C)                            |
| Gebäudeart                                       | Nichtwohngebäude                             |
| Nutzungszeit                                     | 07:00 – 18:00                                |
| interne Wärmequellen (während Nutzung) [W/m²]    | 13,09                                        |
| Grundluftwechsel während Nutzung [1/h]           | 4*A/V                                        |
| Grundluftwechsel außerhalb Nutzung [1/h]         | 0,24                                         |
| <b>Raumgeometrie</b>                             |                                              |
| Orientierung (N = 0°, im UZS positiv)            | 270°/180°                                    |
| Raumgrundfläche [m²]                             | 68                                           |
| Raumhöhe [m]                                     |                                              |
| Raumvolumen [m³]                                 | Variiert                                     |
|                                                  | 310                                          |
| <b>Opake Bauteile:</b>                           |                                              |
| AW01-01d [m²]                                    | 102,2                                        |
| Leichte Trennwand [m²]                           | 40                                           |
| DA01-01                                          | 68,2                                         |
| G01                                              | 68                                           |
| <b>Transparente Bauteile:</b>                    |                                              |
| <b>AF01</b>                                      |                                              |
| Orientierung: Fläche [m²]                        | Süd: 7,62 ; West 10,75                       |
| Energiedurchlassgrad g                           | 0,35                                         |
| Rahmenanteil [%]                                 | 10                                           |
| Leibungstiefe [cm]                               | 15                                           |
| Verschattungseinrichtung                         | Außenliegend<br>Fluchttüre ohne Sonnenschutz |
| F <sub>c</sub> -Wert                             | 0,25                                         |
| Steuerung Sonnenschutz                           | automatisiert                                |
| <b>AF01a</b>                                     |                                              |
| Orientierung: Fläche [m²]                        | West: 2,25                                   |
| Energiedurchlassgrad g                           | 0,35                                         |
| Rahmenanteil [%]                                 | 10                                           |
| Leibungstiefe [cm]                               | 15                                           |
| Verschattungseinrichtung                         | keine                                        |
| <b>Erhöhter Tag- und Nachtluftwechsel</b>        |                                              |
| erhöhte Taglüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ]   |                                              |
| erhöhte Nachtlüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ] |                                              |
| Berechnungszeitraum (Berechnungstage)            | 1. Januar - 31. Dezember (365 Tage)          |
| Ermittelte Übertemperaturgradstunden [Kh]        | <b>189</b>                                   |
| Zulässige Übertemperaturgradstunden Kh           | <b>500</b>                                   |
| Ergebnis                                         | <b>zulässig nach DIN 4108-2:2013</b>         |

Anlage D – Sommerlicher Wärmeschutz

|                                                  |                                          |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>SIM 2 - Erdgeschoss – Küche</b>               |                                          |
| Software                                         | IDA ICE 4.8                              |
| <b>Randbedingungen</b>                           |                                          |
| Ort                                              | Berlin                                   |
| Wetterdatensatz                                  | TRY Potsdam 2010                         |
| Klimaregion                                      | B gemäßigt (26°C)                        |
| Gebäudeart                                       | Nichtwohngebäude                         |
| Nutzungszeit                                     | 07:00 – 18:00                            |
| interne Wärmequellen (während Nutzung) [W/m²]    | 13,09                                    |
| Grundluftwechsel während Nutzung [1/h]           | 4*A/V                                    |
| Grundluftwechsel außerhalb Nutzung [1/h]         | 0,24                                     |
| <b>Raumgeometrie</b>                             |                                          |
| Orientierung (N = 0°, im UZS positiv)            | 90°                                      |
| Raumgrundfläche [m²]                             | 26,5                                     |
| Raumhöhe [m]                                     |                                          |
| Raumvolumen [m³]                                 | 2,82                                     |
|                                                  | 74,6                                     |
| <b>Opake Bauteile:</b>                           |                                          |
| AW01-01d [m²]                                    | 0,7                                      |
| Leichte Trennwand [m²]                           | 50                                       |
| Brettstapeldecke [m²]                            | 26,5                                     |
| G01 [m²]                                         | 26,5                                     |
| Stahlbetonwand [m²]                              | 9                                        |
| Brettsperrholzwand [m²]                          | 8,5                                      |
| <b>Transparente Bauteile:</b>                    |                                          |
| AF01                                             |                                          |
| Orientierung: Fläche [m²]                        | Ost: 6,1                                 |
| Energiedurchlassgrad g                           | 0,35                                     |
| Rahmenanteil [%]                                 | 10                                       |
| Leibungstiefe [cm]                               | 15                                       |
| Verschattungseinrichtung                         | Außenliegend, innenliegend bei Fluchttür |
| F <sub>c</sub> -Wert                             | 0,25/0,75                                |
| Steuerung Sonnenschutz                           | automatisiert                            |
| <b>Erhöhter Tag- und Nachtluftwechsel</b>        |                                          |
| erhöhte Taglüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ]   |                                          |
| erhöhte Nachtlüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ] |                                          |
| Berechnungszeitraum (Berechnungstage)            | 1. Januar - 31. Dezember (365 Tage)      |
| Ermittelte Übertemperaturgradstunden [Kh]        | <b>349</b>                               |
| Zulässige Übertemperaturgradstunden Kh           | <b>500</b>                               |
| Ergebnis                                         | <b>zulässig nach DIN 4108-2:2013</b>     |

Anlage D – Sommerlicher Wärmeschutz

SWS: **SWS-03**  
Raum: Nord/West, EG, D4 - Gruppenraum Dorf

Grundfläche  $A_{NGF}$  [m<sup>2</sup>] 54,5 m<sup>2</sup>  
 $A_W / A_{NGF}$  [%] 36%

| Fenster                         | 1    | 2    | 3    | 4 | 5 |
|---------------------------------|------|------|------|---|---|
| Fenster Orientierung            | N    | W    | W    |   |   |
| Fensterbreite [m]               | 4,00 | 1,01 | 3,19 |   |   |
| Fensterhöhe [m]                 | 2,24 | 2,54 | 2,54 |   |   |
| Fensterfläche [m <sup>2</sup> ] | 8,96 | 2,57 | 8,10 |   |   |
| Neigung [°]                     | 90   | 90   | 90   |   |   |
| Energiedurchlassgrad g [-]      | 0,35 | 0,35 | 0,35 |   |   |
| Verschattungsfaktor $F_c$ [-]   | 0,20 | 1,00 | 0,20 |   |   |

Klimaregion B  
erhöhte  
Nachtlüftung ohne  
n [h<sup>-1</sup>]  
Bauart leicht  
passive  
Kühlung Nein

Nachtlüftung und Bauart S1 0,007  
Fensterflächenanteil S2 -0,011  
Sonnenschutzglas S3 0,030  
Fensterneigung S4 0,000  
Orientierung S5 0,046  
Einsatz passiver Kühlung S6 0,000

**Nachweis:**

$S_{vorh}$  [-] **0,038**  
 $S_{zul}$  [-] **0,071**

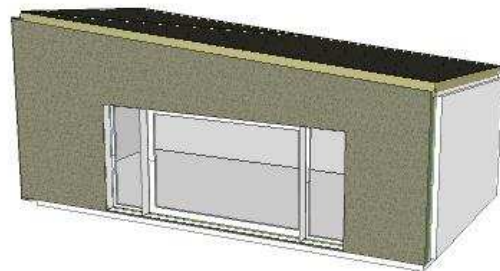
Anlage D – Sommerlicher Wärmeschutz

SWS:

SIM-04

Raum:

1. Obergeschoss, Raum D12 – Multifunktionsraum



| Grundriss                                        | 3D-Modell                                                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Software                                         | IDA ICE 4.8                                                                                   |
| <b>Randbedingungen</b>                           |                                                                                               |
| Ort                                              | Berlin                                                                                        |
| Wetterdatensatz                                  | TRY Potsdam 2010                                                                              |
| Klimaregion                                      | B gemäßigt (26°C)                                                                             |
| Gebäudeart                                       | Nichtwohngebäude                                                                              |
| Nutzungszeit                                     | 07:00 – 18:00                                                                                 |
| interne Wärmequellen (während Nutzung) [W/m²]    | 13,09                                                                                         |
| Grundluftwechsel während Nutzung [1/h]           | 4*A/V                                                                                         |
| Grundluftwechsel außerhalb Nutzung [1/h]         | 0,24                                                                                          |
| <b>Raumgeometrie</b>                             |                                                                                               |
| Orientierung (N = 0°, im UZS positiv)            | Süd, 180°                                                                                     |
| Raumgrundfläche [m²]                             | 50                                                                                            |
| Durchschnittliche Raumhöhe [m]                   | 3,56                                                                                          |
| Raumvolumen [m³]                                 | 177,6                                                                                         |
| <b>Opake Bauteile:</b>                           |                                                                                               |
| AW01-01, Holzständerwand [m²]                    | Süd: 22,5 + West: 19,9                                                                        |
| DA01-01, Sparrendach [m²]                        | Horizontal: 50,4                                                                              |
| DE01, Brettstapeldecke [m²]                      | Horizontal: 50,0                                                                              |
| IW01, leichte Trennwand [m²]                     | Nord: 33,3 m² + Ost: 15,7                                                                     |
| <b>Transparente Bauteile:</b>                    |                                                                                               |
| Bauteilbezeichnung 1                             |                                                                                               |
| Orientierung: Fläche [m²]                        | Süd:<br>Türe (Rettungsweg): 2,6 + Türe: 2,6 + Fenster: 10,1                                   |
| Energiedurchlassgrad g                           | 0,35                                                                                          |
| Rahmenanteil [%]                                 | 20                                                                                            |
| Leibungstiefe [cm]                               | 30                                                                                            |
| Verschattungseinrichtung                         | Türe (Rettungsweg): ohne Verschattungseinrichtung<br>Türe + Fenster: außenliegender Raffstore |
| F <sub>c</sub> -Wert                             | 0,20                                                                                          |
| Steuerung Sonnenschutz                           | manuell                                                                                       |
| <b>Erhöhter Tag- und Nachtluftwechsel</b>        |                                                                                               |
| erhöhte Taglüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ]   | 3,0 (normativ)                                                                                |
| erhöhte Nachtlüftung (Bedarf) [h <sup>-1</sup> ] | -                                                                                             |
| Berechnungszeitraum (Berechnungstage)            | 1. Januar - 31. Dezember (365 Tage)                                                           |
| Ermittelte Übertemperaturgradstunden [Kh]        | 430                                                                                           |
| Zulässige Übertemperaturgradstunden Kh           | 500                                                                                           |
| Ergebnis                                         | zulässig nach DIN 4108-2:2013                                                                 |

Anlage D – Sommerlicher Wärmeschutz

SWS: SWS-05  
Raum: Nord, 1.Obergeschoss, E4a Gruppenr. Rückzug

Grundfläche  $A_{NGF}$  [m<sup>2</sup>] 14 m<sup>2</sup>  
 $A_W / A_{NGF}$  [%] 38%

| Fenster                         | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|------|---|---|---|---|
| Fenster Orientierung            | N    |   |   |   |   |
| Fensterbreite [m]               | 2,40 |   |   |   |   |
| Fensterhöhe [m]                 | 2,24 |   |   |   |   |
| Fensterfläche [m <sup>2</sup> ] | 5,38 |   |   |   |   |
| Neigung [°]                     | 90   |   |   |   |   |
| Energiedurchlassgrad g [-]      | 0,35 |   |   |   |   |
| Verschattungsfaktor $F_c$ [-]   | 0,25 |   |   |   |   |

Klimaregion B  
erhöhte  
Nachtlüftung ohne  
 $n$  [h<sup>-1</sup>]  
Bauart leicht  
passive  
Kühlung Nein

Nachtlüftung und Bauart S1 0,007  
Fensterflächenanteil S2 -0,014  
Sonnenschutzglas S3 0,030  
Fensterneigung S4 0,000  
Orientierung S5 0,010  
Einsatz passiver Kühlung S6 0,000

**Nachweis:**

$S_{vorh}$  [-] 0,034  
 $S_{zul}$  [-] 0,123

**Anlage E      Hüllflächen und Volumenberechnungen**

Anlage E – Hüllflächenberechnung

**Tabelle 1: Zonen, Flächen, Volumina**

|                    | A <sub>brutto</sub> | A <sub>NGF</sub> | V <sub>brutto</sub> | V <sub>netto</sub> |
|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|
|                    | m <sup>2</sup>      | m <sup>2</sup>   | m <sup>3</sup>      | m <sup>3</sup>     |
| 01 Gruppenraum H   | 790,5               | 582,92           | 2477,93             | 1882,65            |
| 02 SAR H           | 60,67               | 40,65            | 233,97              | 177,56             |
| 03 Lager/Technik H | 34,75               | 24,06            | 119,15              | 82,01              |
| 04 Sanitär H       | 115,07              | 102,77           | 403,46              | 315,65             |
| 05 Verkehr H       | 263,28              | 224,37           | 913,26              | 699,15             |
| 06 Küche H         | 50,4                | 44,64            | 166,83              | 127,68             |

**Tabelle 2: Importprotokoll des Hüllflächenimports in die Hüllfächentabelle. Eine Verortung der Hüllflächen kann anhand der Raumnummern (je Geschoss) im Positionsplan in Anlage B erfolgen.**

| Ref Nr | Fläche | Bauteil | Typ    | Raum Nr | Zone               | Geschoss    |
|--------|--------|---------|--------|---------|--------------------|-------------|
| 1      | 5,05   | G01     | Floor  | 97      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 7      | 8,64   | G01     | Floor  | 99      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 12     | 5,76   | AW01-01 | Wall   | 99      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
|        | 1,88   | AT01    | Door   | 99      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 13     | 12,93  | G01     | Floor  | 98      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 16     | 12,39  | AW01-01 | Wall   | 98      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 17     | 9,55   | AW01-01 | Wall   | 98      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
|        | 1,89   | AT01    | Door   | 98      | 03 Lager/Technik H | Erdgeschoss |
| 27     | 28,67  | G01     | Floor  | 53      | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 30     | 16,69  | AW01-01 | Wall   | 53      | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 2,92   | AF01    | Window | 53      | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 5,08   | AT01    | Door   | 53      | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 31     | 115,99 | G01     | Floor  | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 32     | 31,22  | DA02-01 | Roof   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 43     | 21,73  | AW01-01 | Wall   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 44     | 6,44   | AW01-01 | Wall   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 3,58   | AF01    | Window | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 49     | 2,98   | AW01-01 | Wall   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 2,28   | AF01    | Window | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 2,78   | AT01    | Door   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 57     | 3,54   | AW01-01 | Wall   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 2,26   | AF01    | Window | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
|        | 2,57   | AT01    | Door   | 5       | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 59     | 7,02   | G01     | Floor  | 20      | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 66     | 6,78   | G01     | Floor  | 100     | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 67     | 5,41   | DA02-01 | Roof   | 100     | 05 Verkehr H       | Erdgeschoss |
| 99     | 6,27   | G01     | Floor  | 12      | 04 Sanitär H       | Erdgeschoss |
| 100    | 6,27   | DA02-01 | Roof   | 12      | 04 Sanitär H       | Erdgeschoss |
| 102    | 4,43   | G01     | Floor  | 105     | 04 Sanitär H       | Erdgeschoss |
| 105    | 10,55  | G01     | Floor  | 30      | 04 Sanitär H       | Erdgeschoss |

Anlage E – Hüllflächenberechnung

|     |       |         |         |     |                  |             |
|-----|-------|---------|---------|-----|------------------|-------------|
| 109 | 6,43  | G01     | Floor   | 84  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 112 | 6,38  | G01     | Floor   | 16  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 113 | 5,58  | DA02-01 | Roof    | 16  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 117 | 14,15 | G01     | Floor   | 21  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 120 | 11,28 | G01     | Floor   | 55  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 123 | 10,84 | G01     | Floor   | 54  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 124 | 9,99  | DA02-01 | Roof    | 54  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 128 | 10,75 | G01     | Floor   | 32  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 129 | 9,91  | DA02-01 | Roof    | 32  | 04 Sanitär H     | Erdgeschoss |
| 148 | 65,14 | G01     | Floor   | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 150 | 25,59 | AW01-01 | Wall    | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 3,48  | AF01    | Window  | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 5,28  | AF01    | Window  | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 151 | 16,86 | AW01-01 | Wall    | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 10,67 | AF01    | Window  | 2   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 152 | 56,69 | G01     | Floor   | 1   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 153 | 11,25 | DA02-01 | Ceiling | 1   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 154 | 13,31 | AW01-01 | Wall    | 1   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 10,62 | AF01    | Window  | 1   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 156 | 78,74 | G01     | Floor   | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 158 | 0,59  | DA02-01 | Ceiling | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 159 | 13,99 | AW01-01 | Wall    | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 160 | 25,77 | AW01-01 | Wall    | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 10,75 | AF01    | Window  | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 161 | 16,23 | AW01-01 | Wall    | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 7,53  | AF01    | Window  | 106 | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 162 | 55,33 | G01     | Floor   | 3   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 163 | 13,95 | DA02-01 | Roof    | 3   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 165 | 14,32 | AW01-01 | Wall    | 3   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 9,41  | AF01    | Window  | 3   | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 166 | 78,39 | G01     | Floor   | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 167 | 7,78  | DA02-01 | Roof    | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 168 | 16,87 | AW01-01 | Wall    | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 169 | 23,87 | AW01-01 | Wall    | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 2,02  | AF01a   | Window  | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 5,29  | AF01    | Window  | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 5,42  | AF01    | Window  | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 170 | 16,12 | AW01-01 | Wall    | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 2,57  | AF01    | Window  | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 4,96  | AF01    | Window  | 11  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 171 | 29,75 | G01     | Floor   | 19  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 172 | 7,77  | AW01-01 | Wall    | 19  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
|     | 5,38  | AF01    | Window  | 19  | 01 Gruppenraum H | Erdgeschoss |
| 215 | 29,69 | G01     | Floor   | 26  | 06 Küche H       | Erdgeschoss |



Anlage E – Hüllflächenberechnung

|     |        |         |        |     |                    |              |
|-----|--------|---------|--------|-----|--------------------|--------------|
| 216 | 2,34   | AW01-01 | Wall   | 26  | 06 Küche H         | Erdgeschoss  |
|     | 6,02   | AF01    | Window | 26  | 06 Küche H         | Erdgeschoss  |
| 217 | 11,25  | G01     | Floor  | 29  | 06 Küche H         | Erdgeschoss  |
| 218 | 9,13   | AW01-01 | Wall   | 29  | 06 Küche H         | Erdgeschoss  |
| 219 | 9,46   | G01     | Floor  | 104 | 06 Küche H         | Erdgeschoss  |
| 220 | 21,93  | G01     | Floor  | 18  | 02 SAR H           | Erdgeschoss  |
| 221 | 6,66   | AW01-01 | Wall   | 18  | 02 SAR H           | Erdgeschoss  |
|     | 6,1    | AF01    | Window | 18  | 02 SAR H           | Erdgeschoss  |
| 19  | 8,11   | DA01-01 | Roof   | 86  | 03 Lager/Technik H | Obergeschoss |
| 72  | 27,54  | DA01-01 | Roof   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 73  | 70,44  | DA01-01 | Roof   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 81  | 19,83  | AW01-01 | Wall   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 2,83   | AT01    | Door   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 3,07   | AT01    | Door   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 4,63   | AF01    | Window | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 83  | 8,34   | AW01-01 | Wall   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 88  | 16,41  | AW01-01 | Wall   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 3,58   | AF01    | Window | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 5,38   | AF01    | Window | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 94  | 1,17   |         | Wall   | 81  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 95  | 5,78   | DA01-01 | Roof   | 88  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 97  | 3,25   | AW01-01 | Wall   | 88  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
|     | 5,84   | AF01    | Window | 88  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 98  | 0,77   | AW01-01 | Wall   | 88  | 05 Verkehr H       | Obergeschoss |
| 133 | 7,95   | DA01-01 | Roof   | 87  | 04 Sanitär H       | Obergeschoss |
| 136 | 4,49   | DA01-01 | Roof   | 40  | 04 Sanitär H       | Obergeschoss |
| 141 | 11,09  | DA01-01 | Roof   | 93  | 04 Sanitär H       | Obergeschoss |
| 145 | 10,58  | DA01-01 | Roof   | 92  | 04 Sanitär H       | Obergeschoss |
| 173 | 11,53  | DL01-01 | Floor  | 80  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 174 | 18,24  | DA01-01 | Roof   | 80  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 175 | 16,14  | AW01-01 | Wall   | 80  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 177 | 16,88  | AW01-01 | Wall   | 80  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
|     | 5,38   | AF01    | Window | 80  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 178 | 21,56  | DA01-01 | Roof   | 90  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 179 | 14,21  | AW01-01 | Wall   | 90  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
|     | 5,38   | AF01    | Window | 90  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 180 | 13,28  | AW01-01 | Wall   | 90  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 182 | 112,99 | DA01-01 | Roof   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 183 | 21,62  | DA01-01 | Roof   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 184 | 1,05   | DA01-01 | Roof   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 185 | 0,84   | DA01-01 | Roof   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 186 | 13,17  | AW01-01 | Wall   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 187 | 12,95  | AW01-01 | Wall   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |
| 188 | 7,19   | AW01-01 | Wall   | 85  | 01 Gruppenraum H   | Obergeschoss |

Anlage E – Hüllflächenberechnung

|     |        |         |        |    |                  |              |
|-----|--------|---------|--------|----|------------------|--------------|
| 189 | 4,56   | AW01-01 | Wall   | 85 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 190 | 5,76   | AW01-01 | Wall   | 85 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 191 | 27,44  |         | Wall   | 85 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 192 | 58,33  | DA01-01 | Roof   | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 193 | 8,28   | DA01-01 | Roof   | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 194 | 6,35   | DA01-01 | Roof   | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 195 | 19,1   | AW01-01 | Wall   | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 196 | 21,03  | AW01-01 | Wall   | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 16,03  | AF01    | Window | 79 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 198 | 100,36 | DA01-01 | Roof   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 199 | 46,74  | DA01-01 | Roof   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 200 | 22,74  | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 1,3    | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 3,36   | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 203 | 24,09  | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 2,02   | AF01a   | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 5,38   | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 204 | 35,42  | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 205 | 5,58   | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 3,96   | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 206 | 12,4   | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 15,22  | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 207 | 4,63   | AW01-01 | Wall   | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 3,87   | AF01    | Window | 46 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 208 | 30,68  | DA01-01 | Roof   | 42 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 210 | 20,84  | AW01-01 | Wall   | 42 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 211 | 7,37   | AW01-01 | Wall   | 42 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 2,89   | AF01    | Window | 42 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 213 | 7,13   | AW01-01 | Wall   | 41 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 1,88   | AF01    | Window | 41 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
|     | 3,36   | AF01    | Window | 41 | 01 Gruppenraum H | Obergeschoss |
| 222 | 22,3   | DA01-01 | Roof   | 48 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
| 223 | 22     | AW01-01 | Wall   | 48 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
|     | 5,38   | AF01    | Window | 48 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
| 224 | 16,57  | DA01-01 | Roof   | 89 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
| 225 | 11,6   | AW01-01 | Wall   | 89 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
|     | 2,02   | AF01a   | Window | 89 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
| 226 | 7,2    | AW01-01 | Wall   | 89 | 02 SAR H         | Obergeschoss |
|     | 0,14   | AF01    | Window | 89 | 02 SAR H         | Obergeschoss |

**Anlage F      Referenzgebäudeberechnungen**

Anlage F – Referenzberechnung

**Energetische Bewertung von Gebäuden**

**Projekt: Hort-Neubau** GEG- / Effizienzhausnachweis

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 "20210824-Hort-GEG-BEG-Referenz2020"**

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

Grundlagen:

Objektplanung Stand: 11.08.21

09939\_20210819-import.cad

09939\_20210819-import.xml

09939\_20210819-import.csv

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

Betrachtungsmonat 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> 01 Gruppenraum H   | 208 Klassenzimme | 200                      | 19,5                | 17,3                     | 583                         | 1883                    |
| <2> 02 SAR H           | 217 Sonstige Auf | 250                      | 19,9                | 17,2                     | 41                          | 178                     |
| <3> 03 Lager/Technik H | 220 Lager, Techn | 250                      | 20,0                | 17,2                     | 24                          | 82                      |
| <4> 04 Sanitär H       | 216 WC und Sanit | 250                      | 19,9                | 17,6                     | 103                         | 316                     |
| <5> 05 Verkehr H       | 219 Verkehrsfläc | 250                      | 20,0                | 17,3                     | 224                         | 699                     |
| <6> 06 Küche H         | 217 Sonstige Auf | 250                      | 19,9                | 17,5                     | 45                          | 128                     |
|                        |                  |                          |                     |                          |                             | 1.019 3.285             |

Gebäude,  $A_{NGF} = 1019,4 \text{ m}^2$ ,  $n_G = 2$  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

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

Anlage F – Referenzberechnung

## 2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten  $H_T$  aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

| 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 |
|-----------------------|------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Erdgeschoss EG        |      |                     |                            |                |             |                       |
| EG 01 Gruppenraum H   |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 148 G01          | 1:0  | 65,1                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 10,3                  |
| FAW N 150 AW01-01     | 1:0  | 25,6                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 7,2                   |
| FF N AF01             | 1:0  | 3,5                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 4,5                   |
| FF N AF01             | 1:0  | 5,3                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 6,9                   |
| FAW W 151 AW01-01     | 1:0  | 16,9                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 4,7                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 10,7                | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 13,9                  |
| FG H 152 G01          | 1:0  | 56,7                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 8,9                   |
| FDd H 153 DA02-01     | 1:0  | 11,3                | 0,20                       | 1,00 FD        | 51 02       | 2,3                   |
| FAW O 154 AW01-01     | 1:0  | 13,3                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 3,7                   |
| FF O AF01             | 1:0  | 10,6                | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 13,8                  |
| FG H 156 G01          | 1:0  | 78,7                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 12,4                  |
| FDd H 158 DA02-01     | 1:0  | 0,6                 | 0,20                       | 1,00 FD        | 51 02       | 0,1                   |
| FAW W 159 AW01-01     | 1:0  | 14,0                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 3,9                   |
| FAW S 160 AW01-01     | 1:0  | 25,8                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 7,2                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 10,8                | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 14,0                  |
| FAW O 161 AW01-01     | 1:0  | 16,2                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 4,5                   |
| FF O AF01             | 1:0  | 7,5                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 9,8                   |
| FG H 162 G01          | 1:0  | 55,3                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 8,7                   |
| FD H 163 DA02-01      | 1:0  | 14,0                | 0,20                       | 1,00 FD        | 51 02       | 2,8                   |
| FAW S 165 AW01-01     | 1:0  | 14,3                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 4,0                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 9,4                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 12,2                  |
| FG H 166 G01          | 1:0  | 78,4                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 12,3                  |
| FD H 167 DA02-01      | 1:0  | 7,8                 | 0,20                       | 1,00 FD        | 51 02       | 1,6                   |
| FAW N 168 AW01-01     | 1:0  | 16,9                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 4,7                   |
| FAW W 169 AW01-01     | 1:0  | 23,9                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 6,7                   |
| FF W AF01a            | 1:0  | 2,0                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 2,6                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,3                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 6,9                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,4                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 7,0                   |
| FAW S 170 AW01-01     | 1:0  | 16,1                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 4,5                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 2,6                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 3,3                   |
| FF S AF01             | 1:0  | 5,0                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 6,4                   |
| FG H 171 G01          | 1:0  | 29,8                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 4,7                   |
| FAW W 172 AW01-01     | 1:0  | 7,8                 | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 2,2                   |
| FF W AF01             | 1:0  | 5,4                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 7,0                   |
| EG 02 SAR H           |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 220 G01          | 2:0  | 21,9                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 3,5                   |
| FAW S 221 AW01-01     | 2:0  | 6,7                 | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 1,9                   |
| FF S AF01             | 2:0  | 6,1                 | 1,30                       | 1,00 FF        | 51 02       | 7,9                   |
| EG 03 Lager/Technik H |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 1 G01            | 3:0  | 5,1                 | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 0,8                   |
| FG H 7 G01            | 3:0  | 8,6                 | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 1,4                   |
| FAW N 12 AW01-01      | 3:0  | 5,8                 | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 1,6                   |
| FAW N Tür AT01        | 3:0  | 1,9                 | 1,80                       | 1,00 FAW       | 51 02 74    | 3,4                   |
| FG H 13 G01           | 3:0  | 12,9                | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 2,0                   |
| FAW O 16 AW01-01      | 3:0  | 12,4                | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 3,5                   |
| FAW N 17 AW01-01      | 3:0  | 9,5                 | 0,28                       | 1,00 FAW       | 51 02       | 2,7                   |
| FAW N Tür AT01        | 3:0  | 1,9                 | 1,80                       | 1,00 FAW       | 51 02 74    | 3,4                   |
| EG 04 Sanitär H       |      |                     |                            |                |             |                       |
| FG H 99 G01           | 4:0  | 6,3                 | 0,35                       | 0,45 FG        | 51 19 25 14 | 1,0                   |

Anlage F – Referenzberechnung

|                     |     |       |      |      |                |      |
|---------------------|-----|-------|------|------|----------------|------|
| FD H 100 DA02-01    | 4:0 | 6,3   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 1,3  |
| FG H 102 G01        | 4:0 | 4,4   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 0,7  |
| FG H 105 G01        | 4:0 | 10,6  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,7  |
| FG H 109 G01        | 4:0 | 6,4   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,0  |
| FG H 112 G01        | 4:0 | 6,4   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,0  |
| FD H 113 DA02-01    | 4:0 | 5,6   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 1,1  |
| FG H 117 G01        | 4:0 | 14,2  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 2,2  |
| FG H 120 G01        | 4:0 | 11,3  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,8  |
| FG H 123 G01        | 4:0 | 10,8  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,7  |
| FD H 124 DA02-01    | 4:0 | 10,0  | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 2,0  |
| FG H 128 G01        | 4:0 | 10,8  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,7  |
| FD H 129 DA02-01    | 4:0 | 9,9   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 2,0  |
| EG 05 Verkehr H     |     |       |      |      |                |      |
| FG H 27 G01         | 5:0 | 28,7  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 4,5  |
| FAW N 30 AW01-01    | 5:0 | 16,7  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 4,7  |
| FF N AF01           | 5:0 | 2,9   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 3,8  |
| FAW N Tür AT01      | 5:0 | 5,1   | 1,80 | 1,00 | FAW 51 02 74   | 9,1  |
| FG H 31 G01         | 5:0 | 116,0 | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 18,3 |
| FD H 32 DA02-01     | 5:0 | 31,2  | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 6,2  |
| FAW O 43 AW01-01    | 5:0 | 21,7  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 6,1  |
| FAW N 44 AW01-01    | 5:0 | 6,4   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 1,8  |
| FF N AF01           | 5:0 | 3,6   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 4,7  |
| FAW W 49 AW01-01    | 5:0 | 3,0   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 0,8  |
| FF W AF01           | 5:0 | 2,3   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 3,0  |
| FAW W Tür AT01      | 5:0 | 2,8   | 1,80 | 1,00 | FAW 51 02 74   | 5,0  |
| FAW S 57 AW01-01    | 5:0 | 3,5   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 1,0  |
| FF S AF01           | 5:0 | 2,3   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 2,9  |
| FAW S Tür AT01      | 5:0 | 2,6   | 1,80 | 1,00 | FAW 51 02 74   | 4,6  |
| FG H 59 G01         | 5:0 | 7,0   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,1  |
| FG H 66 G01         | 5:0 | 6,8   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,1  |
| FD H 67 DA02-01     | 5:0 | 5,4   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 1,1  |
| EG 06 Küche H       |     |       |      |      |                |      |
| FG H 215 G01        | 6:0 | 29,7  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 4,7  |
| FAW O 216 AW01-01   | 6:0 | 2,3   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 0,7  |
| FF O AF01           | 6:0 | 6,0   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 7,8  |
| FG H 217 G01        | 6:0 | 11,2  | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,8  |
| FAW O 218 AW01-01   | 6:0 | 9,1   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 2,6  |
| FG H 219 G01        | 6:0 | 9,5   | 0,35 | 0,45 | FG 51 19 25 14 | 1,5  |
| Obergeschoss OG     |     |       |      |      |                |      |
| OG 01 Gruppenraum H |     |       |      |      |                |      |
| FG H 173 DL01-01    | 1:0 | 11,5  | 0,28 | 1,00 | FD 51 02 82    | 3,2  |
| FD N 174 DA01-01    | 1:0 | 18,2  | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 3,6  |
| FAW S 175 AW01-01   | 1:0 | 16,1  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 4,5  |
| FAW W 177 AW01-01   | 1:0 | 16,9  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 4,7  |
| FF W AF01           | 1:0 | 5,4   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 7,0  |
| FD N 178 DA01-01    | 1:0 | 20,6  | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 4,1  |
| FD H 178-1 OL01     | 1:0 | 1,0   | 2,70 | 1,00 | FF 72 02       | 2,7  |
| FAW N 179 AW01-01   | 1:0 | 14,2  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 4,0  |
| FF N AF01           | 1:0 | 5,4   | 1,30 | 1,00 | FF 51 02       | 7,0  |
| FAW O 180 AW01-01   | 1:0 | 13,3  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 3,7  |
| FD O 182 DA01-01    | 1:0 | 113,0 | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 22,6 |
| FD O 183 DA01-01    | 1:0 | 21,6  | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 4,3  |
| FD N 184 DA01-01    | 1:0 | 1,0   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 0,2  |
| FD O 185 DA01-01    | 1:0 | 0,8   | 0,20 | 1,00 | FD 51 02       | 0,2  |
| FAW W 186 AW01-01   | 1:0 | 13,2  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 3,7  |
| FAW S 187 AW01-01   | 1:0 | 12,9  | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 3,6  |
| FAW N 188 AW01-01   | 1:0 | 7,2   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 2,0  |
| FAW O 189 AW01-01   | 1:0 | 4,6   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 1,3  |
| FAW N 190 AW01-01   | 1:0 | 5,8   | 0,28 | 1,00 | FAW 51 02      | 1,6  |

Anlage F – Referenzberechnung

|                       |       |         |     |       |      |      |     |    |       |      |
|-----------------------|-------|---------|-----|-------|------|------|-----|----|-------|------|
| FAW W                 | 191   | AW01-01 | 1:0 | 27,4  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 7,7  |
| FD N                  | 192   | DA01-01 | 1:0 | 58,3  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 11,7 |
| FD N                  | 193   | DA01-01 | 1:0 | 8,3   | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 1,7  |
| FD N                  | 194   | DA01-01 | 1:0 | 6,4   | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 1,3  |
| FAW W                 | 195   | AW01-01 | 1:0 | 19,1  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 5,3  |
| FAW S                 | 196   | AW01-01 | 1:0 | 21,0  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 5,9  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 16,0  | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 20,8 |
| FD N                  | 198   | DA01-01 | 1:0 | 100,4 | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 20,1 |
| FD N                  | 199   | DA01-01 | 1:0 | 46,7  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 9,3  |
| FAW O                 | 200   | AW01-01 | 1:0 | 22,7  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 6,4  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 1,3   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 1,7  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 3,4   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 4,4  |
| FAW S                 | 203   | AW01-01 | 1:0 | 24,1  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 6,7  |
| FF S                  | AF01a |         | 1:0 | 2,0   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 2,6  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 5,4   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 7,0  |
| FAW O                 | 204   | AW01-01 | 1:0 | 35,4  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 9,9  |
| FAW N                 | 205   | AW01-01 | 1:0 | 5,6   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 1,6  |
| FF N                  | AF01  |         | 1:0 | 4,0   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 5,1  |
| FAW O                 | 206   | AW01-01 | 1:0 | 12,4  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 3,5  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 15,2  | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 19,8 |
| FAW S                 | 207   | AW01-01 | 1:0 | 4,6   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 1,3  |
| FF S                  | AF01  |         | 1:0 | 3,9   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 5,0  |
| FD N                  | 208   | DA01-01 | 1:0 | 30,7  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 6,1  |
| FAW N                 | 210   | AW01-01 | 1:0 | 20,8  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 5,8  |
| FAW O                 | 211   | AW01-01 | 1:0 | 7,4   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 2,1  |
| FF O                  | AF01  |         | 1:0 | 2,9   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 3,8  |
| FAW W                 | 213   | AW01-01 | 1:0 | 7,1   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 2,0  |
| FF W                  | AF01  |         | 1:0 | 1,9   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 2,4  |
| FF W                  | AF01  |         | 1:0 | 3,4   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 4,4  |
| OG 02 SAR H           |       |         |     |       |      |      |     |    |       |      |
| FD N                  | 222   | DA01-01 | 2:0 | 22,3  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 4,5  |
| FAW S                 | 223   | AW01-01 | 2:0 | 22,0  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 6,2  |
| FF S                  | AF01  |         | 2:0 | 5,4   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 7,0  |
| FD N                  | 224   | DA01-01 | 2:0 | 16,6  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 3,3  |
| FAW N                 | 225   | AW01-01 | 2:0 | 11,6  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 3,2  |
| FF N                  | AF01a |         | 2:0 | 2,0   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 2,6  |
| FAW W                 | 226   | AW01-01 | 2:0 | 7,2   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 2,0  |
| FF W                  | AF01  |         | 2:0 | 0,1   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 0,2  |
| OG 03 Lager/Technik H |       |         |     |       |      |      |     |    |       |      |
| FD N                  | 19    | DA01-01 | 3:0 | 8,1   | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 1,6  |
| OG 04 Sanitär H       |       |         |     |       |      |      |     |    |       |      |
| FD N                  | 133   | DA01-01 | 4:0 | 7,9   | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 1,6  |
| FD N                  | 136   | DA01-01 | 4:0 | 4,5   | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 0,9  |
| FD N                  | 141   | DA01-01 | 4:0 | 11,1  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 2,2  |
| FD N                  | 145   | DA01-01 | 4:0 | 10,6  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 2,1  |
| OG 05 Verkehr H       |       |         |     |       |      |      |     |    |       |      |
| FD N                  | 72    | DA01-01 | 5:0 | 27,5  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 5,5  |
| FD H                  | 72-1  | OL01    | 5:0 | 0,7   | 2,70 | 1,00 | FF  | 72 | 02    | 1,9  |
| FD N                  | 73    | DA01-01 | 5:0 | 69,5  | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02    | 13,9 |
| FD                    | 73-1  | OL01    | 5:0 | 0,5   | 2,70 | 1,00 | FF  | 72 | 02    | 1,4  |
| FAW W                 | 81    | AW01-01 | 5:0 | 19,8  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 5,6  |
| FAW W                 | Tür   | AT01    | 5:0 | 2,8   | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 02 74 | 5,1  |
| FAW W                 | Tür   | AT01    | 5:0 | 3,1   | 1,80 | 1,00 | FAW | 51 | 02 74 | 5,5  |
| FF W                  | AF01  |         | 5:0 | 4,6   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 6,0  |
| FAW O                 | 83    | AW01-01 | 5:0 | 8,3   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 2,3  |
| FAW N                 | 88    | AW01-01 | 5:0 | 16,4  | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 4,6  |
| FF N                  | AF01  |         | 5:0 | 3,6   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 4,7  |
| FF N                  | AF01  |         | 5:0 | 5,4   | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02    | 7,0  |
| FAW W                 | 94    | AW01-01 | 5:0 | 1,2   | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02    | 0,3  |

## Anlage F – Referenzberechnung

|     |   |    |         |     |     |      |      |     |    |    |     |
|-----|---|----|---------|-----|-----|------|------|-----|----|----|-----|
| FD  | N | 95 | DA01-01 | 5:0 | 5,8 | 0,20 | 1,00 | FD  | 51 | 02 | 1,2 |
| FAW | S | 97 | AW01-01 | 5:0 | 3,2 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,9 |
| FF  | S |    | AF01    | 5:0 | 5,8 | 1,30 | 1,00 | FF  | 51 | 02 | 7,6 |
| FAW | W | 98 | AW01-01 | 5:0 | 0,8 | 0,28 | 1,00 | FAW | 51 | 02 | 0,2 |

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 2.342,1$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 756,3$$

Bodenplattenmaß B' (25) =  $A_G / (0.5 P) = 693,00 / 61,50 = 11,27 \text{ m}$

keine weiteren Bodenplatten

### Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren ( $F_X$ -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 82 Geschossdecke gegen Außenluft
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren  $F_x$  für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25  $F_x$ -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 72 Lichtkuppel
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

## 2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 117,0 \text{ W/K}$  (15,5 %, 0,050 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

## 2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

| Transferkoeffizienten<br>Transmission | $H_{T,D}$<br>W/K | $H_{T,s}$<br>W/K | $H_{T,iu}$<br>W/K | $\Sigma H_T$<br>W/K | $H_{T,iz}$<br>W/K | $H_{T,zi}$<br>W/K |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H                  | 513              | 57               | 0                 | 570                 | 0                 | 0                 |
| <2> 02 SAR H                          | 45               | 3                | 0                 | 48                  | 0                 | 0                 |
| <3> 03 Lager/Technik H                | 19               | 4                | 0                 | 24                  | 0                 | 0                 |
| <4> 04 Sanitär H                      | 21               | 13               | 0                 | 33                  | 0                 | 0                 |
| <5> 05 Verkehr H                      | 151              | 25               | 0                 | 176                 | 0                 | 0                 |
| <6> 06 Küche H                        | 14               | 8                | 0                 | 22                  | 0                 | 0                 |
|                                       | 763              | 111              |                   | 873                 |                   |                   |

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,s}) / A = 873,3 / 2.342,1 = \mathbf{0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$



Anlage F – Referenzberechnung

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

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I),  $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$   
Nettoraumvolumen  $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 3 * 2342 / 3285 = 2,14 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (manuelle, raumweise Steuerung) für die Zonen <1> 01 Gruppenraum H

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

| Zone               | ALD | $n_{50}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $V_A$<br>$\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$ | Luftwechsel<br>$n_{\text{nutz}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $n_{\text{inf}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | Fenster<br>$n_{\text{win}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | Lüftungsanlage<br>$n_{\text{m,ZUL}}$<br>$\text{h}^{-1}$ | $t_{V,m}$<br>$\text{h/d}$ |
|--------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum | -   | 2,38                        | 9,25                                          | 2,86                                                | 0,17                                | 0,86                                           | -                                                       | -                         |
| <2> 02 SAR H       | -   | 2,06                        | 7,00                                          | 1,60                                                | 0,14                                | 0,72                                           | -                                                       | -                         |
| <3> 03 Lager/Techn | -   | 2,42                        | 0,15                                          | 0,04                                                | 0,17                                | 0,10                                           | -                                                       | -                         |
| <4> 04 Sanitär H   | -   | 0,93                        | 15,00                                         | 4,88                                                | 0,07                                | 0,10                                           | 4,88                                                    | 13                        |
| <5> 05 Verkehr H   | -   | 1,92                        | 0,00                                          | 0,00                                                | 0,13                                | 0,10                                           | -                                                       | -                         |
| <6> 06 Küche H     | -   | 1,06                        | 7,00                                          | 2,45                                                | 0,07                                | 1,14                                           | -                                                       | -                         |

$\Rightarrow$  WE-Betrieb ...

|                        |  |  |      |      |      |      |
|------------------------|--|--|------|------|------|------|
| <1> 01 Gruppenraum H   |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,10 |
| <2> 02 SAR H           |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,10 |
| <3> 03 Lager/Technik H |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,10 |
| <4> 04 Sanitär H       |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,10 |
| <5> 05 Verkehr H       |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,10 |
| <6> 06 Küche H         |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,10 |

Zone <4> RLT-Anlage (201) mit  $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1542 / 1542 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert

$n_{50}$  = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz,  $V_A$  = Mindest-Außenluftvolumenstrom  
 $n_{\text{nutz}}$  = Mindestaußenluftwechsel =  $V_A * \text{ANGF} / V$  während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)  
 $n_{\text{inf}}$  = Infiltrationsluftwechsel =  $n_{50} * e_{\text{wind}} * f_{\text{ATD}}$  mit  $f_{\text{ATD}}$  = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT  
 $n_{\text{inf}} = n_{50} * e_{\text{wind}} * f_{\text{ATD}} * (1 + (1 - f_e) * t_{V,\text{mech}} / 24)$  mit  $f_e$  = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)  
 $n_{\text{win}}$  = Fenster- / Türluftwechsel =  $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} * t_{\text{nutz}} / 24$ , mit RLT =  $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} * t_{V,\text{mech}} / 24$   
 mit  $n_{\text{win,min}} = 0,1$ , in Wohngebäuden  $n_{\text{win,min}}$  = saisonal nach Gl.77  
 Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 2 / 6 /  
 $\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2) * n_{\text{inf}} - 0,1$  (ohne RLT), falls  $n_{\text{nutz}} > 1,2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0,1$   
 $n_{\text{mech}} = n_{\text{mech,ZUL}}$  = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden  
 Hinweis:  $n_{\text{inf}}$  und  $n_{\text{win}}$  sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)  
 Volumenströme  $V_{\text{mech}}$  und  $V^*$  (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

| Transferkoeffizienten<br>Lüftung | V<br>$\text{m}^3$ | $H_{V,z,\text{Jan}}$<br>W/K | $H_{V,\text{inf}}$<br>W/K | $H_{V,\text{win}}$<br>W/K | $\Sigma H_V$<br>W/K | $H_{V,\text{mech}}$<br>W/K | $\vartheta_{V,\text{Jan}}$<br>$^{\circ}\text{C}$ |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H             | 1.883             | 0                           | 107                       | 549                       | 656                 | 0                          |                                                  |
| <2> 02 SAR H                     | 178               | 0                           | 9                         | 44                        | 52                  | 0                          |                                                  |
| <3> 03 Lager/Technik             | 82                | 0                           | 5                         | 3                         | 8                   | 0                          |                                                  |
| <4> 04 Sanitär H                 | 316               | 0                           | 7                         | 11                        | 18                  | 284                        | 18,0                                             |
| <5> 05 Verkehr H                 | 699               | 0                           | 32                        | 24                        | 56                  | 0                          |                                                  |
| <6> 06 Küche H                   | 128               | 0                           | 3                         | 50                        | 53                  | 0                          |                                                  |
|                                  |                   | 0                           | 162                       | 680                       | 842                 | 284                        |                                                  |

$\Rightarrow$  WE-Betrieb ...

|                      |  |   |     |    |     |
|----------------------|--|---|-----|----|-----|
| <1> 01 Gruppenraum H |  | 0 | 107 | 64 | 171 |
| <2> 02 SAR H         |  | 0 | 9   | 6  | 15  |

#### Anlage F – Referenzberechnung

|                        |   |     |     |     |
|------------------------|---|-----|-----|-----|
| <3> 03 Lager/Technik H | 0 | 5   | 3   | 8   |
| <4> 04 Sanitär H       | 0 | 7   | 11  | 18  |
| <5> 05 Verkehr H       | 0 | 32  | 24  | 56  |
| <6> 06 Küche H         | 0 | 3   | 4   | 8   |
|                        | 0 | 162 | 112 | 274 |

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

| Kollektorfläche | Zone | $A_g$<br>$m^2$ | $I_S, \text{Jan/Jul}$<br>$W/m^2$ | $g_{\text{eff}}, \text{Jan/Jul}$<br>$\%$ | $Q_S, \text{Jan/Jul}$<br>$kWh/d$ |
|-----------------|------|----------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| FF N AF01       | 1    | 2,44           | 10/ 81                           | 26/ 26 7104m                             | 0,1/ 1,2                         |
| FF N AF01       | 1    | 3,70           | 10/ 81                           | 26/ 26 "                                 | 0,2/ 1,8                         |
| FF W AF01       | 1    | 7,47           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,8/ 4,2                         |
| FF O AF01       | 1    | 7,43           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 1,1/ 5,0                         |
| FF S AF01       | 1    | 7,53           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 2,7/ 2,9                         |
| FF O AF01       | 1    | 5,27           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 0,8/ 3,5                         |
| FF S AF01       | 1    | 6,59           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 2,4/ 2,5                         |
| FF W AF01a      | 1    | 1,41           | 17/ 117                          | 26/ 26 7100                              | 0,1/ 1,0                         |
| FF W AF01       | 1    | 3,70           | 17/ 117                          | 26/ 20 7104m                             | 0,4/ 2,1                         |
| FF W AF01       | 1    | 3,80           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,4/ 2,1                         |
| FF S AF01       | 1    | 1,80           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 0,6/ 0,7                         |
| FF S AF01       | 1    | 3,47           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 1,3/ 1,3                         |
| FF W AF01       | 1    | 3,76           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,4/ 2,1                         |
| FF S AF01       | 2    | 4,27           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 1,5/ 1,6                         |
| FF N AF01       | 5    | 2,04           | 10/ 81                           | 26/ 26 "                                 | 0,1/ 1,0                         |
| FF N AF01       | 5    | 2,51           | 10/ 81                           | 26/ 26 "                                 | 0,2/ 1,2                         |
| FF W AF01       | 5    | 1,59           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,2/ 0,9                         |
| FF S AF01       | 5    | 1,58           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 0,6/ 0,6                         |
| FF O AF01       | 6    | 4,22           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 0,6/ 2,8                         |
| FF W AF01       | 1    | 3,76           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,4/ 2,1                         |
| FD H 178-1 OL01 | 1    | 0,70           | 29/ 210                          | 0/ 0 7100                                | -/ 0,0                           |
| FF N AF01       | 1    | 3,76           | 10/ 81                           | 26/ 26 7104m                             | 0,2/ 1,9                         |
| FF S AF01       | 1    | 11,22          | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 4,1/ 4,3                         |
| FF O AF01       | 1    | 0,91           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 0,1/ 0,6                         |
| FF O AF01       | 1    | 2,35           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 0,4/ 1,6                         |
| FF S AF01a      | 1    | 1,41           | 59/ 113                          | 26/ 26 7100                              | 0,5/ 1,0                         |
| FF S AF01       | 1    | 3,76           | 59/ 113                          | 26/ 14 7104m                             | 1,4/ 1,5                         |
| FF N AF01       | 1    | 2,77           | 10/ 81                           | 26/ 26 "                                 | 0,2/ 1,4                         |
| FF O AF01       | 1    | 10,65          | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 1,6/ 7,1                         |
| FF S AF01       | 1    | 2,71           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 1,0/ 1,0                         |
| FF O AF01       | 1    | 2,02           | 25/ 138                          | 26/ 20 "                                 | 0,3/ 1,3                         |
| FF W AF01       | 1    | 1,31           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,1/ 0,7                         |
| FF W AF01       | 1    | 2,35           | 17/ 117                          | 26/ 20 "                                 | 0,2/ 1,3                         |
| FF S AF01       | 2    | 3,76           | 59/ 113                          | 26/ 14 "                                 | 1,4/ 1,5                         |
| FF N AF01a      | 2    | 1,41           | 10/ 81                           | 26/ 26 7100                              | 0,1/ 0,7                         |
| FF W AF01       | 2    | 0,10           | 17/ 117                          | 26/ 20 7104m                             | 0,0/ 0,1                         |
| FD H 72-1 OL01  | 5    | 0,49           | 29/ 210                          | 0/ 0 7100                                | -/ 0,0                           |
| FD 73-1 OL01    | 5    | 0,35           | 29/ 210                          | 0/ 0 "                                   | -/ 0,0                           |

#### Anlage F – Referenzberechnung

|        |      |   |      |         |        |       |          |
|--------|------|---|------|---------|--------|-------|----------|
| FF W   | AF01 | 5 | 3,24 | 17/ 117 | 26/ 20 | 7104m | 0,3/ 1,8 |
| FF N   | AF01 | 5 | 2,51 | 10/ 81  | 26/ 26 | "     | 0,2/ 1,2 |
| FF N   | AF01 | 5 | 3,76 | 10/ 81  | 26/ 26 | "     | 0,2/ 1,9 |
| FF S   | AF01 | 5 | 4,09 | 59/ 113 | 26/ 14 | "     | 1,5/ 1,6 |
| 144,20 |      |   |      |         |        |       | 28/ 73   |

#### Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnozonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

#### 4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

| Hüllfläche        | Zone | A<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/ (m <sup>2</sup> K) | $\alpha$ | $h_r$<br>W/ (m <sup>2</sup> K) | $I_{S, Jul}$<br>W/m <sup>2</sup> | $Q_{S, Jul}$<br>kWh/d |
|-------------------|------|---------------------|----------------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| FAW N 150 AW01-01 | N 1  | 25,6                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,1                   |
| FAW W 151 AW01-01 | W 1  | 16,9                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,2                   |
| FDd H 153 DA02-01 | - 1  | 11,3                | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FAW O 154 AW01-01 | O 1  | 13,3                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 138                              | 0,2                   |
| FDd H 158 DA02-01 | - 1  | 0,6                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,0                   |
| FAW W 159 AW01-01 | W 1  | 14,0                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,1                   |
| FAW S 160 AW01-01 | S 1  | 25,8                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,2                   |
| FAW O 161 AW01-01 | O 1  | 16,2                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 138                              | 0,2                   |
| FD H 163 DA02-01  | - 1  | 14,0                | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,2                   |
| FAW S 165 AW01-01 | S 1  | 14,3                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,1                   |
| FD H 167 DA02-01  | - 1  | 7,8                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FAW N 168 AW01-01 | N 1  | 16,9                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,1                   |
| FAW W 169 AW01-01 | W 1  | 23,9                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,2                   |
| FAW S 170 AW01-01 | S 1  | 16,1                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,1                   |
| FAW W 172 AW01-01 | W 1  | 7,8                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,1                   |
| FAW S 221 AW01-01 | S 2  | 6,7                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,1                   |
| FAW N 12 AW01-01  | N 3  | 5,8                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,0                   |
| FAW N Tür AT01    | N 3  | 1,9                 | 1,80                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,1                   |
| FAW O 16 AW01-01  | O 3  | 12,4                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 138                              | 0,2                   |
| FAW N 17 AW01-01  | N 3  | 9,5                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,0                   |
| FAW N Tür AT01    | N 3  | 1,9                 | 1,80                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,1                   |
| FD H 100 DA02-01  | - 4  | 6,3                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FD H 113 DA02-01  | - 4  | 5,6                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FD H 124 DA02-01  | - 4  | 10,0                | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FD H 129 DA02-01  | - 4  | 9,9                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |
| FAW N 30 AW01-01  | N 5  | 16,7                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,1                   |
| FAW N Tür AT01    | N 5  | 5,1                 | 1,80                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,2                   |
| FD H 32 DA02-01   | - 5  | 31,2                | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,4                   |
| FAW O 43 AW01-01  | O 5  | 21,7                | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 138                              | 0,3                   |
| FAW N 44 AW01-01  | N 5  | 6,4                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 81                               | 0,0                   |
| FAW W 49 AW01-01  | W 5  | 3,0                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,0                   |
| FAW W Tür AT01    | W 5  | 2,8                 | 1,80                       | 0,50     | 4,50                           | 117                              | 0,2                   |
| FAW S 57 AW01-01  | S 5  | 3,5                 | 0,28                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,0                   |
| FAW S Tür AT01    | S 5  | 2,6                 | 1,80                       | 0,50     | 4,50                           | 113                              | 0,2                   |
| FD H 67 DA02-01   | - 5  | 5,4                 | 0,20                       | 0,50     | 4,50                           | 210                              | 0,1                   |

Anlage F – Referenzberechnung

|     |   |     |         |   |   |       |      |      |      |     |     |
|-----|---|-----|---------|---|---|-------|------|------|------|-----|-----|
| FAW | O | 216 | AW01-01 | O | 6 | 2,3   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,0 |
| FAW | O | 218 | AW01-01 | O | 6 | 9,1   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,1 |
| FG  | H | 173 | DL01-01 | - | 1 | 11,5  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| FD  | N | 174 | DA01-01 | N | 1 | 18,2  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| FAW | S | 175 | AW01-01 | S | 1 | 16,1  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,1 |
| FAW | W | 177 | AW01-01 | W | 1 | 16,9  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,2 |
| FD  | N | 178 | DA01-01 | N | 1 | 20,6  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| FAW | N | 179 | AW01-01 | N | 1 | 14,2  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,1 |
| FAW | O | 180 | AW01-01 | O | 1 | 13,3  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,2 |
| FD  | O | 182 | DA01-01 | O | 1 | 113,0 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,3 |
| FD  | O | 183 | DA01-01 | O | 1 | 21,6  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| FD  | N | 184 | DA01-01 | N | 1 | 1,0   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| FD  | O | 185 | DA01-01 | O | 1 | 0,8   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,0 |
| FAW | W | 186 | AW01-01 | W | 1 | 13,2  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,1 |
| FAW | S | 187 | AW01-01 | S | 1 | 12,9  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,1 |
| FAW | N | 188 | AW01-01 | N | 1 | 7,2   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,0 |
| FAW | O | 189 | AW01-01 | O | 1 | 4,6   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,1 |
| FAW | N | 190 | AW01-01 | N | 1 | 5,8   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,0 |
| FAW | W | 191 | AW01-01 | W | 1 | 27,4  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,3 |
| FD  | N | 192 | DA01-01 | N | 1 | 58,3  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,7 |
| FD  | N | 193 | DA01-01 | N | 1 | 8,3   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 194 | DA01-01 | N | 1 | 6,4   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FAW | W | 195 | AW01-01 | W | 1 | 19,1  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,2 |
| FAW | S | 196 | AW01-01 | S | 1 | 21,0  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,2 |
| FD  | N | 198 | DA01-01 | N | 1 | 100,4 | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 1,2 |
| FD  | N | 199 | DA01-01 | N | 1 | 46,7  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,5 |
| FAW | O | 200 | AW01-01 | O | 1 | 22,7  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,3 |
| FAW | S | 203 | AW01-01 | S | 1 | 24,1  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,2 |
| FAW | O | 204 | AW01-01 | O | 1 | 35,4  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,4 |
| FAW | N | 205 | AW01-01 | N | 1 | 5,6   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,0 |
| FAW | O | 206 | AW01-01 | O | 1 | 12,4  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,2 |
| FAW | S | 207 | AW01-01 | S | 1 | 4,6   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,0 |
| FD  | N | 208 | DA01-01 | N | 1 | 30,7  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,4 |
| FAW | N | 210 | AW01-01 | N | 1 | 20,8  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,1 |
| FAW | O | 211 | AW01-01 | O | 1 | 7,4   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,1 |
| FAW | W | 213 | AW01-01 | W | 1 | 7,1   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,1 |
| FD  | N | 222 | DA01-01 | N | 2 | 22,3  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| FAW | S | 223 | AW01-01 | S | 2 | 22,0  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,2 |
| FD  | N | 224 | DA01-01 | N | 2 | 16,6  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,2 |
| FAW | N | 225 | AW01-01 | N | 2 | 11,6  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,1 |
| FAW | W | 226 | AW01-01 | W | 2 | 7,2   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,1 |
| FD  | N | 19  | DA01-01 | N | 3 | 8,1   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 133 | DA01-01 | N | 4 | 7,9   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 136 | DA01-01 | N | 4 | 4,5   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 141 | DA01-01 | N | 4 | 11,1  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 145 | DA01-01 | N | 4 | 10,6  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FD  | N | 72  | DA01-01 | N | 5 | 27,5  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,3 |
| FD  | N | 73  | DA01-01 | N | 5 | 69,5  | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,8 |
| FAW | W | 81  | AW01-01 | W | 5 | 19,8  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,2 |
| FAW | W | Tür | AT01    | W | 5 | 2,8   | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,2 |
| FAW | W | Tür | AT01    | W | 5 | 3,1   | 1,80 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,2 |
| FAW | O | 83  | AW01-01 | O | 5 | 8,3   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 138 | 0,1 |
| FAW | N | 88  | AW01-01 | N | 5 | 16,4  | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 81  | 0,1 |
| FAW | W | 94  | AW01-01 | W | 5 | 1,2   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,0 |
| FD  | N | 95  | DA01-01 | N | 5 | 5,8   | 0,20 | 0,50 | 4,50 | 210 | 0,1 |
| FAW | S | 97  | AW01-01 | S | 5 | 3,2   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 113 | 0,0 |
| FAW | W | 98  | AW01-01 | W | 5 | 0,8   | 0,28 | 0,50 | 4,50 | 117 | 0,0 |

1.433,9

15,7

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

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

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

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

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

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

Anlage F – Referenzberechnung

**4.3 solare Warmegewinne**

| 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> 01 Gruppen   | 1.802      | 1.379      | 507        | 351        | 680        | 605        | 1.474      | 16.334      |
| <2> 02 SAR H     | 193        | 169        | 61         | 46         | 93         | 69         | 159        | 1.530       |
| <3> 03 Lager/T   | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| <4> 04 Sanitär   | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| <5> 05 Verkehr   | 280        | 209        | 83         | 56         | 100        | 99         | 224        | 2.667       |
| <6> 06 Küche H   | 64         | 44         | 15         | 10         | 20         | 21         | 54         | 670         |
| über opake ...   |            |            |            |            |            |            |            |             |
| <1> 01 Gruppen   | 132        | 41         | -          | -          | 8          | 1          | 61         | 1.807       |
| <2> 02 SAR H     | 14         | 7          | -          | -          | 2          | 0          | 8          | 165         |
| <3> 03 Lager/T   | 3          | 1          | -          | -          | -          | -          | 1          | 63          |
| <4> 04 Sanitär   | 7          | -          | -          | -          | -          | -          | 1          | 123         |
| <5> 05 Verkehr   | 38         | 8          | -          | -          | 1          | 0          | 16         | 563         |
| <6> 06 Küche H   | 2          | 0          | -          | -          | -          | -          | 1          | 25          |
|                  | 2.535      | 1.858      | 668        | 463        | 903        | 796        | 2.000      | 23.945      |

**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> 01 Gruppenraum H   | 583                              | 58,3                      | 11,7                        | 0,0                       | 69,9                    |
| <2> 02 SAR H           | 41                               | 3,8                       | 0,3                         | 0,0                       | 4,1                     |
| <3> 03 Lager/Technik H | 24                               | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <4> 04 Sanitär H       | 103                              | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <5> 05 Verkehr H       | 224                              | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <6> 06 Küche H         | 45                               | 4,2                       | 0,4                         | 0,0                       | 4,5                     |
| ⇒ WE-Betrieb ...       |                                  |                           |                             |                           |                         |
| <1> 01 Gruppenraum H   |                                  | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <2> 02 SAR H           |                                  | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <3> 03 Lager/Technik H |                                  | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <4> 04 Sanitär H       |                                  | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <5> 05 Verkehr H       |                                  | -                         | -                           | 0,0                       | 0,0                     |
| <6> 06 Küche H         |                                  | -                         | -                           | 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> 01 Gruppenraum H   | 0,0                                  | 20,1                      | 22,6                      | 0,0                       | 0,0                        |
| <2> 02 SAR H           | 0,0                                  | 1,8                       | 1,6                       | 0,0                       | 0,0                        |
| <3> 03 Lager/Technik H | 0,0                                  | 0,1                       | 0,9                       | 0,0                       | 0,0                        |
| <4> 04 Sanitär H       | 0,0                                  | 5,6                       | 4,0                       | 1,1                       | 0,0                        |
| <5> 05 Verkehr H       | 0,0                                  | 2,2                       | 8,7                       | 0,0                       | 0,0                        |
| <6> 06 Küche H         | 0,0                                  | 1,3                       | 1,7                       | 0,5                       | 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

Anlage F – Referenzberechnung

$Q_{l,w}$  = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme  
 $Q_{l,v}$  = 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> 01 Gruppenraum H   | 570                 | 656                 | 0                           | 579                 | 142                   | 0,244    |
| <2> 02 SAR H           | 48                  | 52                  | 0                           | 50                  | 11                    | 0,217    |
| <3> 03 Lager/Technik H | 24                  | 8                   | 0                           | 15                  | 1                     | 0,078    |
| <4> 04 Sanitär H       | 33                  | 18                  | 284                         | 40                  | 12                    | 0,293    |
| <5> 05 Verkehr H       | 176                 | 56                  | 0                           | 115                 | 15                    | 0,134    |
| <6> 06 Küche H         | 22                  | 53                  | 0                           | 36                  | 9                     | 0,257    |

| Zone                   | $C_{wirk}$<br>Wh / (m²K) | H<br>W/K | $\tau$<br>h | a<br>- | $\eta$<br>- | $\eta_{WE}$ |
|------------------------|--------------------------|----------|-------------|--------|-------------|-------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 50                       | 1226     | 23,78       | 2,49   | 0,977       | 0,999       |
| <2> 02 SAR H           | 50                       | 101      | 20,18       | 2,26   | 0,975       | 0,998       |
| <3> 03 Lager/Technik H | 50                       | 31       | 38,57       | 3,41   | 1,000       | 1,000       |
| <4> 04 Sanitär H       | 50                       | 335      | 15,36       | 1,96   | 0,935       | 1,000       |
| <5> 05 Verkehr H       | 50                       | 231      | 48,49       | 4,03   | 1,000       | 1,000       |
| <6> 06 Küche H         | 50                       | 75       | 29,69       | 2,86   | 0,985       | 1,000       |

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

$\Sigma H_V$  = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

$\Sigma H_{V, mech}$  = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

$Q_{sink}$  = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

$Q_{source}$  = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

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

$C_{wirk}$  = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen

Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

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

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

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

$\eta_{WE}$  = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

Anlage F – Referenzberechnung

## 7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

### Temperaturrandbedingungen

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

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

### 7.1 Zone <1> 01 Gruppenraum H

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen  $\eta_{\text{source}}$  siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (54,8%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ °C}$  und  $Q_I = 70,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (45,2%)

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

| Monat                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{\text{source}}$    |     | 0,789 | 0,926 | 0,973 | 0,980 | 0,977 | 0,976 | 0,955 | 0,828  |
| $\eta_{\text{source,WE}}$ |     | 0,897 | 0,989 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,999 | 0,994 | 0,863  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$       | kWh | 315   | 516   | 500   | 516   | 516   | 466   | 516   | 5.799  |
| $t_h$                     | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.182  |
| $Q_{h,b,RE}$              | kWh | 1.235 | 3.523 | 6.055 | 7.701 | 7.492 | 6.429 | 5.485 | 43.314 |
| $Q_{h,b,WE}$              | kWh | 196   | 1.119 | 2.483 | 3.253 | 3.074 | 2.620 | 1.968 | 15.496 |
| $Q_T$                     | kWh | 2.405 | 4.266 | 6.066 | 7.456 | 7.419 | 6.399 | 6.046 | 50.027 |
| $Q_V$                     | kWh | 1.907 | 3.383 | 4.811 | 5.913 | 5.884 | 5.075 | 4.795 | 39.676 |
| $Q_S^*$                   | kWh | 1.621 | 1.355 | 500   | 348   | 679   | 598   | 1.493 | 14.363 |
| $Q_I^*$                   | kWh | 1.262 | 1.677 | 1.964 | 2.232 | 2.185 | 1.916 | 1.901 | 18.509 |

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

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

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

solare Wärmegewinne  $Q_S^* = Q_{S^*} \eta$  und interne Wärmegewinne  $Q_I^* = Q_I \eta$

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

Anlage F – Referenzberechnung

**7.2 Zone <2> 02 SAR H**

Regelbetrieb (68,5%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$  und  $Q_I = 4,1\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,780 | 0,925 | 0,977 | 0,979 | 0,975 | 0,974 | 0,947 | 0,829 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 0,843 | 0,977 | 0,999 | 0,999 | 0,998 | 0,998 | 0,982 | 0,866 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 22    | 36    | 35    | 36    | 36    | 33    | 36    | 386   |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.727 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 125   | 352   | 644   | 823   | 787   | 685   | 576   | 4.590 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | -     | 46    | 138   | 185   | 168   | 147   | 103   | 828   |
| $Q_T$               | kWh | 211   | 373   | 531   | 653   | 649   | 560   | 529   | 4.379 |
| $Q_V$               | kWh | 182   | 322   | 458   | 563   | 560   | 483   | 456   | 3.777 |
| $Q_S^*$             | kWh | 166   | 166   | 60    | 46    | 93    | 68    | 159   | 1.386 |
| $Q_I^*$             | kWh | 100   | 134   | 155   | 175   | 170   | 149   | 148   | 1.470 |

**7.3 Zone <3> 03 Lager/Technik H**

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| 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 | 0,998 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,998 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 13    | 21    | 21    | 21    | 21    | 19    | 21    | 190   |
| $t_h$               | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 8.727 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 102   | 184   | 253   | 305   | 303   | 262   | 249   | 2.042 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 24    | 46    | 74    | 94    | 93    | 79    | 71    | 566   |
| $Q_T$               | kWh | 103   | 183   | 261   | 321   | 319   | 275   | 260   | 2.151 |
| $Q_V$               | kWh | 33    | 58    | 83    | 102   | 101   | 87    | 83    | 683   |
| $Q_S^*$             | kWh | 3     | 1     | -     | -     | -     | -     | 1     | 62    |
| $Q_I^*$             | kWh | 9     | 15    | 25    | 33    | 32    | 27    | 23    | 202   |

**7.4 Zone <4> 04 Sanitär H**

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat               |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|---------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$     |     | 0,922 | 0,943 | 0,938 | 0,934 | 0,935 | 0,936 | 0,940 | 0,839 |
| $\eta_{source,WE}$  |     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$ | kWh | 49    | 88    | 88    | 91    | 91    | 82    | 91    | 790   |
| $t_h$               | h   | 617   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.526 |
| $Q_{h,b,RE}$        | kWh | 236   | 520   | 577   | 629   | 628   | 558   | 587   | 4.370 |
| $Q_{h,b,WE}$        | kWh | 12    | 25    | 68    | 97    | 95    | 79    | 63    | 464   |



Anlage F – Referenzberechnung

|                             |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Q <sub>T</sub>              | kWh | 146 | 259 | 368 | 452 | 450 | 388 | 367 | 3.036 |
| Q <sub>V</sub>              | kWh | 256 | 464 | 483 | 512 | 511 | 459 | 497 | 3.318 |
| Q <sub>S</sub> <sup>*</sup> | kWh | 7   | –   | –   | –   | –   | –   | 1   | 98    |
| Q <sub>I</sub> <sup>*</sup> | kWh | 147 | 181 | 217 | 253 | 250 | 218 | 214 | 2.026 |

7.5 Zone <5> 05 Verkehr H

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat                       |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\eta_{source}$             |     | 0,989 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,999 | 0,968  |
| $\eta_{source,WE}$          |     | 0,989 | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,963  |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$         | kWh | 119   | 199   | 192   | 199   | 199   | 180   | 199   | 1.871  |
| $t_h$                       | h   | 720   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 7.291  |
| Q <sub>h,b,RE</sub>         | kWh | 541   | 1.209 | 1.793 | 2.191 | 2.148 | 1.850 | 1.671 | 13.303 |
| Q <sub>h,b,WE</sub>         | kWh | 63    | 228   | 476   | 629   | 609   | 513   | 411   | 3.128  |
| Q <sub>T</sub>              | kWh | 770   | 1.365 | 1.942 | 2.387 | 2.375 | 2.048 | 1.935 | 16.014 |
| Q <sub>V</sub>              | kWh | 244   | 433   | 615   | 756   | 753   | 649   | 613   | 5.075  |
| Q <sub>S</sub> <sup>*</sup> | kWh | 314   | 216   | 83    | 56    | 101   | 99    | 240   | 3.063  |
| Q <sub>I</sub> <sup>*</sup> | kWh | 96    | 157   | 250   | 326   | 317   | 268   | 230   | 2.050  |

7.6 Zone <6> 06 Küche H

Regelbetrieb (68,5%)

mit  $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$  und  $Q_I = 4,5\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

| Monat                       |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta_{source}$             |     | 0,867 | 0,954 | 0,981 | 0,986 | 0,985 | 0,983 | 0,972 | 0,877 |
| $\eta_{source,WE}$          |     | 0,987 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,968 |
| $\Delta Q_{C,b,WE}$         | kWh | 35    | 40    | 38    | 40    | 40    | 36    | 40    | 367   |
| $t_h$                       | h   | 493   | 744   | 720   | 744   | 744   | 672   | 744   | 5.864 |
| Q <sub>h,b,RE</sub>         | kWh | 111   | 280   | 458   | 581   | 572   | 489   | 431   | 3.303 |
| Q <sub>h,b,WE</sub>         | kWh | –     | 12    | 48    | 69    | 65    | 54    | 35    | 282   |
| Q <sub>T</sub>              | kWh | 98    | 174   | 247   | 304   | 302   | 261   | 246   | 2.039 |
| Q <sub>V</sub>              | kWh | 175   | 310   | 441   | 542   | 539   | 465   | 439   | 3.635 |
| Q <sub>S</sub> <sup>*</sup> | kWh | 60    | 43    | 15    | 10    | 20    | 21    | 54    | 606   |
| Q <sub>I</sub> <sup>*</sup> | kWh | 120   | 148   | 167   | 188   | 185   | 163   | 165   | 1.659 |

7.7 Summe Heizwärmebedarf

|                     | Q <sub>T</sub><br>kWh/a | Q <sub>V</sub><br>kWh/a | Q <sub>S</sub> <sup>*</sup><br>kWh/a | Q <sub>I</sub> <sup>*</sup><br>kWh/a | Q <sub>h,b</sub><br>kWh/a | Q <sub>h,b</sub><br>kWh/(m²·a) |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum  | 50.027                  | 39.676                  | 14.363                               | 18.509                               | 58.811                    | 100,9                          |
| <2> 02 SAR H        | 4.379                   | 3.777                   | 1.386                                | 1.471                                | 5.418                     | 133,3                          |
| <3> 03 Lager/Techni | 2.151                   | 683                     | 62                                   | 202                                  | 2.609                     | 108,4                          |
| <4> 04 Sanitär H    | 3.036                   | 3.318                   | 98                                   | 2.026                                | 4.834                     | 47,0                           |
| <5> 05 Verkehr H    | 16.014                  | 5.076                   | 3.063                                | 2.050                                | 16.431                    | 73,2                           |
| <6> 06 Küche H      | 2.039                   | 3.635                   | 606                                  | 1.659                                | 3.585                     | 80,3                           |

Anlage F – Referenzberechnung

77.646      56.165      19.578      25.916      91.688      89,9

## 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>$^\circ\text{C}$ |
|------------------|-------------|----------------|-------------|------------------------------------------------|
| <4> 04 Sanitär H | -           | 201 RLT-Anlage | VE LH       | 18,0                                           |

Zone <4> RLT-Anlage (201) mit  $V_{\text{SUP/ETA}} = 1542 / 1542 \text{ m}^3/\text{h}$ , nutzungsabhängig, balanciert

Feuchteanforderung  $mT / oT = \text{mit / ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)}$   
 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>$\text{m}^3/\text{h}$ | $tv \cdot dv$<br>$\text{h}/\text{m}$ | $PV, \text{SUP}$<br>$\text{kW}$ | $PV, \text{ETA}$<br>$\text{kW}$ | $W_V, \text{Jan}$<br>$\text{kWh}$ |
|------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <4> 04 Sanitär H | 1542                                          | 276                                  | 0,64                            | 0,43                            | 296                               |

monatliche Werte  $W_V$  [kWh]

|                | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| <4> 04 Sanitär | 286 | 296 | 286 | 296 | 296 | 267 | 296 | 3.480 |
|                | 286 | 296 | 286 | 296 | 296 | 267 | 296 | 3.480 |

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

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

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

|                  | $\theta_{\text{HC}}$<br>$^\circ\text{C}$ | $q_{\text{H, 12h}}$<br>$\text{Wh}/\text{m}^3$ | $f_{\text{H}}$ | $q_{\text{H}}$<br>$\text{Wh}/\text{m}^3$ | $Q_{\text{V, H}}$<br>$\text{kWh}$ | $A_{\text{K, A}}$<br>$\text{m}^2$ |
|------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <4> 04 Sanitär H | 19,4                                     | 2.059                                         | 1,01           | 1.543                                    | 2.379                             | 5,0                               |

Indizierungen (i) für die Bilanzgrößen: H = Heizen, C = Kühlen, St = Befeuchten  
 $\theta_{\text{HC}}$  = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)  
 $q_{\text{i, 12h}} / q_{\text{i}}$  = Kennwerte für den Nutzenergiebedarf =  $F(\text{Anlage-No, Bilanzgröße, Monat})$  nach Anhang A  
 $f_{\text{i}}$  = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37  
 $Q_{\text{V, i}}$  = monatlicher Nutzenergiebedarf für die Bilanzgröße i  
 $A_{\text{K, A}}$  = Oberfläche der Luftleitungen außerhalb der thermischen Hülle

Anlage F – Referenzberechnung

**9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung**

Zone <4> 04 Sanitär H

|             |     | Sep | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $Q_{V,H}$   | kWh | 565 | 1.072 | 1.849 | 2.434 | 2.379 | 2.022 | 1.735 | 14.790 |
| $t_{h*,op}$ | h   | 37  | 73    | 125   | 165   | 161   | 138   | 118   | 993    |
| $Q_{h*,b}$  | kWh | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |
|             |     | 625 | 1.185 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.917 | 16.348 |

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

|                 | Sep | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 statische Zen | 625 | 1.186 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.918 | 16.348 |
|                 | 625 | 1.186 | 2.044 | 2.690 | 2.630 | 2.236 | 1.918 | 16.348 |

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit  $Q_{V,H}$  = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung,  $t_{h*,op}$  = Bedarfszeit der Heizregister und  $Q_{h*,b}$  = Nutzwärmebedarf der Heizregister

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

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

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

**9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung**

nicht vorgesehen

**9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung**

nicht vorgesehen

Anlage F – Referenzberechnung

## 10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

### 10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (10), 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 | $A_{TL}$<br>m <sup>2</sup> | $A_{RB}$<br>m <sup>2</sup> | Tageslicht | $C_{TL}$<br>% |
|--------------------|--------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| 1 <1> Fassade Süd  | Süd 1  | 300         | 94,6                       | 58,7                       | gut        | 88            |
| 2 <1> Fassade West | West 1 | 300         | 61,4                       | 38,0                       | gut        | 91            |
| 3 <1> Fassade Nord | Nord 1 | 300         | 27,3                       | 16,9                       | gut        | 96            |
| 4 <1> Fassade Ost  | Ost 1  | 300         | 71,1                       | 44,1                       | gut        | 91            |
| 5 <2> Fassade Süd  | Süd 2  | 300         | 18,5                       | 11,5                       | gut        | 88            |
| 6 <2> Fassade Nord | Nord 2 | 300         | 3,3                        | 2,0                        | gut        | 96            |
| 7 <5> Fassade Süd  | Süd 5  | 100         | 18,3                       | 8,1                        | gut        | 87            |
| 8 <5> Fassade West | West 5 | 100         | 15,6                       | 6,9                        | gut        | 89            |
| 9 <5> Fassade Nord | Nord 5 | 100         | 34,9                       | 15,5                       | gut        | 92            |
| 10 <6> Fassade Ost | Ost 6  | 300         | 5,8                        | 3,6                        | gut        | 91            |

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

| Zone                   | $A_{NGF}$ [m <sup>2</sup> ] | $A_{TL}$ [m <sup>2</sup> ] | $A_{KTL}$ [m <sup>2</sup> ] |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 583                         | 254                        | 329                         |
| <2> 02 SAR H           | 41                          | 22                         | 19                          |
| <3> 03 Lager/Technik H | 24                          | –                          | 24                          |
| <4> 04 Sanitär H       | 103                         | –                          | 103                         |
| <5> 05 Verkehr H       | 224                         | 69                         | 156                         |
| <6> 06 Küche H         | 45                          | 6                          | 39                          |

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

| Bereich |     |              | CTL | CTL, kon | FTL      |          |          |          |          |          |    |
|---------|-----|--------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
|         |     |              |     |          | Jan<br>% | Feb<br>% | Mrz<br>% | Apr<br>% | Mai<br>% | Jun<br>% |    |
| 1       | <1> | Fassade Süd  | 1   | 88       | 73       | 45       | 37       | 32       | 28       | 25       | 25 |
| 2       | <1> | Fassade West | 1   | 91       | 73       | 43       | 35       | 29       | 25       | 23       | 22 |
| 3       | <1> | Fassade Nord | 1   | 96       | 73       | 41       | 32       | 26       | 22       | 19       | 18 |
| 4       | <1> | Fassade Ost  | 1   | 91       | 73       | 43       | 35       | 29       | 25       | 23       | 22 |
| 5       | <2> | Fassade Süd  | 2   | 88       | 60       | 55       | 49       | 44       | 41       | 39       | 38 |
| 6       | <2> | Fassade Nord | 2   | 96       | 60       | 51       | 44       | 39       | 36       | 33       | 33 |
| 7       | <5> | Fassade Süd  | 5   | 87       | 60       | 56       | 49       | 45       | 42       | 39       | 39 |
| 8       | <5> | Fassade West | 5   | 89       | 60       | 55       | 48       | 43       | 40       | 38       | 38 |
| 9       | <5> | Fassade Nord | 5   | 92       | 60       | 53       | 47       | 42       | 38       | 36       | 35 |
| 10      | <6> | Fassade Ost  | 6   | 91       | 60       | 53       | 47       | 42       | 39       | 37       | 36 |

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

Anlage F – Referenzberechnung

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

$F_{TL}$  = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

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

### 10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (6)  
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

| Bereich             | Zone | $E_m$<br>lx | Lampen<br>lx | $p_j$<br>W/m <sup>2</sup> | $f_{Prä}$<br>m <sup>2</sup> | $t_{T,TL}$<br>h/m | $t_{T,KTL}$<br>h/a | $t_N$<br>h/a | $Q_{l,b}$<br>kWh/m |
|---------------------|------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| 1 <1> 01 Gruppenrau | 1    | 300         | 1-1-2        | 7,8                       | 0,88                        | 46                | 1225               | 0            | 379                |
| 2 <2> 02 SAR H      | 2    | 300         | 1-1-2        | 9,1                       | 0,53                        | 62                | 1335               | 109          | 38                 |
| 3 <3> 03 Lager/Tech | 3    | 100         | 1-1-2        | 6,0                       | 0,07                        | 0                 | 175                | 14           | 3                  |
| 4 <4> 04 Sanitär H  | 4    | 200         | 1-1-2        | 8,9                       | 0,55                        | 0                 | 1399               | 114          | 118                |
| 5 <5> 05 Verkehr H  | 5    | 100         | 1-1-2        | 4,5                       | 0,24                        | 28                | 610                | 50           | 47                 |
| 6 <6> 06 Küche H    | 6    | 300         | 1-1-2        | 9,1                       | 0,53                        | 61                | 1335               | 109          | 28                 |

613

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt,  $A_{KL} = 1.028 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 2/4/5/6/, Konstantlichtregelung: nein

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

| 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> 01 Gruppen | 307        | 330        | 334        | 363        | 341        | 295        | 315        | 3.790       |
| <2> 02 SAR H   | 35         | 37         | 37         | 40         | 38         | 33         | 35         | 426         |
| <3> 03 Lager/T | 3          | 3          | 3          | 3          | 3          | 3          | 3          | 33          |
| <4> 04 Sanitär | 115        | 118        | 115        | 118        | 118        | 107        | 118        | 1.393       |
| <5> 05 Verkehr | 44         | 46         | 46         | 49         | 47         | 42         | 45         | 537         |
| <6> 06 Küche H | 27         | 28         | 27         | 29         | 28         | 25         | 27         | 325         |
|                | 529        | 562        | 561        | 602        | 575        | 503        | 544        | 6.504       |

$p_j$  = elektrische Bewertungsleistung =  $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$  W/m<sup>2</sup> (Gl.11)

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

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

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

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

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

Anlage F – Referenzberechnung

## 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> | γ     | c <sub>wirk</sub> | τ     | η     |
|------------------------|-------------------|---------------------|-------|-------------------|-------|-------|
| <1> 01 Gruppenraum H   | 88                | 154                 | 1,751 | 50,000            | 23,78 | 0,533 |
| <2> 02 SAR H           | 7                 | 10                  | 1,425 | 50,000            | 20,18 | 0,603 |
| <3> 03 Lager/Technik H | 2                 | 1                   | 0,227 | 50,000            | 38,57 | 0,993 |
| <4> 04 Sanitär H       | 4                 | 7                   | 1,973 | 50,000            | 15,36 | 0,503 |
| <5> 05 Verkehr H       | 17                | 16                  | 0,940 | 50,000            | 48,49 | 0,824 |
| <6> 06 Küche H         | 5                 | 9                   | 1,704 | 50,000            | 29,69 | 0,579 |

### 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> 01 Gruppen                 | 4          | 4          | 5          | 19         | 124        | 280        | 644        | 3.598       |
| <2> 02 SAR H                   | 1          | 1          | 1          | 3          | 17         | 21         | 43         | 295         |
| <3> 03 Lager/T                 | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | 0           |
| <4> 04 Sanitär                 | -          | -          | -          | -          | -          | 1          | 54         | 443         |
| <5> 05 Verkehr                 | -          | -          | -          | -          | 1          | 4          | 18         | 108         |
| <6> 06 Küche H                 | -          | -          | -          | -          | 1          | 6          | 28         | 181         |

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme 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  $\theta_{i,C} = \theta_{i,C,soll} - 2K$  (T2 Gl.39), c<sub>wirk</sub> und Zeitkonstante τ 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> 01 Gruppenraum H   | 9                          | 31,6                           | 25,8                           | nein              |
| <2> 02 SAR H           | 13                         | 2,0                            | 1,8                            | nein              |
| <3> 03 Lager/Technik H | 13                         | 0,0                            | -0,1                           | nein              |
| <4> 04 Sanitär H       | 13                         | 1,0                            | -1,6                           | nein              |
| <5> 05 Verkehr H       | 13                         | 3,6                            | 2,3                            | nein              |
| <6> 06 Küche H         | 13                         | 1,2                            | 0,7                            | nein              |
|                        |                            | 39,4                           | 28,9                           |                   |

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

mit t<sub>C,op,d</sub> = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und Δθ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen nur 50% des Nutzenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

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

Anlage F – Referenzberechnung

## 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> 01 Gruppenraum H | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <2> 02 SAR H         | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <3> 03 Lager/Technik | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <4> 04 Sanitär H     | Schule ohne Dus | 0,130 m <sup>2</sup> Klassenräu | 583   | 1.609 c                 |
| <5> 05 Verkehr H     | nicht relevant  |                                 |       | -                       |
| <6> 06 Küche H       | nicht relevant  |                                 |       | -                       |

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

### 12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

| Versorgungsbereich         | Zonen (n) | $f_{zapf}$ | $Q_{w,b}$<br>kWh/Jahr |
|----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| 1 dezentrale WW-Versorgung | 100% 4/6/ | 0,98       | 18.569                |
| 2                          |           |            |                       |

### 12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
Verteilssystem: dezentral mit 10 Erzeugern  
Wärmedurchgangskoeffizient  $U_i$ , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)  
mittlere Temperatur des Rohrabschnitts  $\theta_{w,av}$  ohne Zirkulation  
Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

|                                           | Verteilung (V) |       |       |       | Stränge (S) |       | Stichltg. (St) |        |
|-------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------------|--------|
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |                |       |       |       |             |       |                |        |
| Leitungslängen $l_i$                      | 0 m            |       |       |       | 0 m         |       | 60 m           |        |
| Wärmedurchgangskoeffizient $U_i$          |                |       |       |       |             |       | 0,255 W/(mK)   |        |
| Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$      |                |       |       |       |             |       | 26,3 °C        |        |
| Umgebungstemperatur $\theta_{I, Jan}$     |                |       |       |       |             |       | 19,9 °C        |        |
| Monat                                     | Sep            | Okt   | Nov   | Dez   | Jan         | Feb   | Mär            | Jahr   |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |                |       |       |       |             |       |                |        |
| $Q_{w,b}$ kWh                             | 1.526          | 1.577 | 1.526 | 1.577 | 1.577       | 1.424 | 1.577          | 18.569 |
| $Q_{w,d, St}$ kWh                         | 43             | 46    | 47    | 50    | 50          | 45    | 48             | 545    |
| $Q_{w,d}$ kWh                             | 43             | 46    | 47    | 50    | 50          | 45    | 48             | 545    |
| $Q_{I,w,d}$ kWh                           | 43             | 46    | 47    | 50    | 50          | 45    | 48             | 545    |

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

$Q_{w,d}$  = Wärmeverluste des Rohnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2  
Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell  
 $Q_{I,w,d}$  = ungerichtete Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"  
 $W_{w,d}$  = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

Anlage F – Referenzberechnung

**12.4 Warmwasserspeicher**

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
nicht vorhanden

**12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung**

nicht vorgesehen

**12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung**

| Monat                                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$                             | kWh | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |

**12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung**

nicht vorgesehen

**12.8 Wärmeerzeugung**

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6  
Wärmeerzeuger 21 Elektro-Durchlauferhitzer ab 1980 2,0 kW (Strom-Mix)  
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung  $\eta_{k,Pn} = 100,0 \%$ , Bereitschaftswärmeverlust  $q_{P0,70} = 0,0000$  kW

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

| Monat                                     |     | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| (1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6 |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$                             | kWh | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |
| <hr/>                                     |     |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, f}$                                | kWh | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |

mit  $Q_{w, outg}$  = Nutzwärmebedarf der Erzeugung,  $Q_{w, f} = Q_{w, outg} + Q_{w, g}$  = Endenergiebedarf

**12.9 Endenergie Warmwasserbereitung**

| Monat           |       | Sep   | Okt   | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr   |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <hr/>           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{w, outg}$   | kWh   | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |
| $Q_{w, f}$      | kWh   | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |
| $W_{w, f}$      | kWh   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      |
| <hr/>           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Strom-Mix       | kWh   | 1.569 | 1.623 | 1.573 | 1.627 | 1.627 | 1.469 | 1.626 | 19.114 |
| <hr/>           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| $Q_{I, w, <4>}$ | kWh/d | 1,0   | 1,0   | 1,1   | 1,1   | 1,1   | 1,1   | 1,1   |        |
| $Q_{I, w, <6>}$ | kWh/d | 0,4   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   |        |

$Q_{w, outg} / Q_{w, f}$  = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung  
 $W_{w, f}$  = Hilfsenergiebedarf,  $Q_{I, w}$  = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste  
 Ungeregelte Wärmeeinträge  $Q_I$  werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt



Anlage F – Referenzberechnung

### 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> 01 Gruppenraum H   | 18,2              | 10,5              | 0                               | 0,0                | 28,7                 |
| <2> 02 SAR H           | 1,5               | 0,8               | 0                               | 0,0                | 2,4                  |
| <3> 03 Lager/Technik H | 0,8               | 0,1               | 0                               | 0,0                | 0,9                  |
| <4> 04 Sanitär H       | 1,1               | 0,3               | 1540                            | 16,8               | 18,1                 |
| <5> 05 Verkehr H       | 5,6               | 0,9               | 0                               | 0,0                | 6,5                  |
| <6> 06 Küche H         | 0,7               | 0,8               | 0                               | 0,0                | 1,6                  |

$Q_{T,max}$  = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten

Zonen  $Q_{T,i,z}$  temperaturgewichtet mit  $T_{i,min,H}$ .

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

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

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

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

#### 13.2 Eingesetzte Heizsysteme

| Anlage | Versorgungsbereich            | Zone(n) | $Q_{h,b}$<br>kWh/Jahr | $\Phi_{h,max}$<br>kW | $Q_{N,h}$<br>kW |
|--------|-------------------------------|---------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| 1      | statische Zentralheizung (REF | 100% *  | 108.036               | 58,2                 | 66,7            |
| 2      |                               |         |                       |                      |                 |

\* = 1/2/3/4/5/6/

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

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

#### Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

| Monat                | Sep   | Okt   | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr   |
|----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $Q_{h,b}, <1>$ kWh   | 2.646 | 7.544 | 13.069 | 16.558 | 16.035 | 13.764 | 11.650 | 91.688 |
| $Q_{h^*,b}, <1>$ kWh | 625   | 1.186 | 2.044  | 2.690  | 2.630  | 2.236  | 1.918  | 16.348 |

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

#### 13.3 Heizzeiten

##### (1) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <2> 02 SAR H

| Monat                | Sep | Okt | Nov | Dez | Jan | Feb | Mär | Jahr  |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| $t_h <2>$ h/m        | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 672 | 744 | 8.727 |
| $t_{h,rL,d} <2>$ h/d | 13  | 13  | 16  | 18  | 17  | 17  | 16  |       |
| $d_{h,rB} <2>$ d/m   | 21  | 23  | 24  | 26  | 26  | 23  | 25  | 276   |
| $t_{h,rL} <2>$ h/m   | 270 | 308 | 389 | 462 | 460 | 400 | 391 | 4.069 |

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

## Anlage F – Referenzberechnung

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$  (T5 Gl.24) mit  
 $t_{h,op,day}$  = tägliche Heizzeit (Nutzungsrandbedingung) und  $f_{L,NA}$  = Laufzeitfaktor  
 $d_{h,rB}$  = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (T5 Gl.28)  
 $t_{h,rL} = t_{h,rL,day} \cdot d_{h,rB}$  = monatliche, rechnerische Laufzeit

### 13.4 Heizwärmeübergabe

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

Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta \vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$  (T5 Gl.35)  
 $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (Gl.34) (13,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

| Monat                                         |     | Sep   | Okt   | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|-----------------------------------------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>(1) statische Zentralheizung (REF '20)</b> |     |       |       |        |        |        |        |        |         |
| $Q_{h,b}$                                     | kWh | 2.646 | 7.544 | 13.069 | 16.558 | 16.035 | 13.764 | 11.650 | 91.688  |
| $Q_{h,ce}$                                    | kWh | 752   | 1.249 | 1.473  | 1.569  | 1.527  | 1.373  | 1.361  | 11.972  |
| $\Sigma Q_{h,b+ce}$                           | kWh | 3.398 | 8.793 | 14.542 | 18.127 | 17.562 | 15.137 | 13.011 | 103.660 |

Nutz-Heizwärmebedarf  $Q_{h,b}$  (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-Wärmebedarf  
 Verluste der Wärmeübergabe  $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$  (monatlich, Gl.34)  
 Summe der Temperaturschwankungen  $\Delta \vartheta_{ce}$  (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation

### 13.5 Heizwärmeverteilung

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)  
 System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2  
 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit  $A_{Nutz,Heizbereich} = 1019,4 \text{ m}^2$ , Geschosshöhe i.M. = 3,53 m, 2 Geschosse.  
 Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung)  $\theta_{VA} = 55^\circ\text{C} / \theta_{RA} = 45^\circ\text{C}$ ,  $T_{i,Soll,<2>} = 21,0^\circ\text{C}$   
 Wärmedurchgangszahlen  $U_i$  nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 32 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)  
 Korrekturfaktoren  $f_{hydr. Abgleich} = 1,06$ ,  $f_{Netzform} = 1,00$ ,  $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$   
 Heizungspumpe  $\Delta p$  konstant, bedarfsgerecht,  $P_{Pumpe}$  unbekannt

|                                               | Verteilung (V) | Stränge (S)  | Anbindung (A) |
|-----------------------------------------------|----------------|--------------|---------------|
| <b>(1) statische Zentralheizung (REF '20)</b> |                |              |               |
| Leitungslängen $l_i$                          | 148,3 m        | 18,7 m       | 655,2 m       |
| Wärmedurchgangszahlen $U_i$                   | 0,200 W/(mK)   | 0,255 W/(mK) | 0,255 W/(mK)  |
| Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$          | 13,0 °C        | 20,0 °C      | 20,0 °C       |

## Anlage F – Referenzberechnung

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

| Monat                                  |     | Sep  | Okt  | Nov   | Dez   | Jan   | Feb   | Mär   | Jahr  |
|----------------------------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) statische Zentralheizung (REF '20) |     |      |      |       |       |       |       |       |       |
| $\beta_{h,d}$                          |     | 0,08 | 0,20 | 0,35  | 0,42  | 0,41  | 0,39  | 0,30  |       |
| $\theta_{VL,av}$                       | °C  | 25,9 | 31,0 | 36,1  | 38,4  | 38,0  | 37,4  | 34,5  |       |
| $\theta_{RL,av}$                       | °C  | 24,5 | 28,0 | 31,6  | 33,3  | 33,0  | 32,6  | 30,5  |       |
| $Q_{h,d}$                              | kWh | 340  | 653  | 1.165 | 1.572 | 1.533 | 1.290 | 1.066 | 8.806 |
| $W_{h,d}$                              | kWh | 35   | 47   | 59    | 67    | 66    | 58    | 56    | 557   |
| $Q_{l,h,d}$                            | kWh | 242  | 502  | 925   | 1.259 | 1.226 | 1.030 | 840   | 7.037 |

Leitungsverluste  $Q_{h,d} = 8,5 \%$ , unregelmäßige Wärmeeinträge  $Q_{l,h,d} = 6,8 \%$   
Aufteilung  $Q_{l,h,d}$ : nach Grundflächenanteilen

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

### 13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

| (1) statische Zentralheizung (REF '20) |     |       |        |        |        |        |        |        |         |
|----------------------------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Monat                                  |     | Sep   | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
| $Q_{h,out}^*$                          | kWh | 4.362 | 10.632 | 17.750 | 22.388 | 21.726 | 18.663 | 15.995 | 128.814 |

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

### 13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

### 13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

### 13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

### 13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2/3/4/5/6 ( $A_{NGF} = 1.019 \text{ m}^2$ )  
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwärtekessel, verbessert ab 1999 (283),  $P_n = 66,7 \text{ KW}$  (Erdgas)  
Umgebungstemperatur am Aufstellort  $\theta_i = 13 \text{ °C}$ , außerhalb der thermischen Hülle

## Anlage F – Referenzberechnung

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung  $t_{w,100,Jan} = 0,00$  h/d

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand  $\eta_{k,Pn} = 0,958$  (Nennlast),  $\eta_{k,Pint} = 1,048$  (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust  $q_{P0,70} = 0,0075$  kW, monatliche Belastungsgrade  $\beta_h$  siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar  $P_{gen,Pn} = 5,76$  kW,  $P_{gen,Pint} = 1,39$  kW,  $P_{gen,P0} = 0,29$  kW (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme  $P_{aux,Pn} = 0,338$  kW,  $P_{aux,Pint} = 0,113$  kW,  $P_{aux,P0} = 0,015$  kW

$P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW], Gl.181 } (d_{h,rB} > 1)$

$\beta_h = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154}$

$Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} * d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m], Gl.178}$

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

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

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

### (1) statische Zentralheizung (REF '20)

| Monat         |     | Sep   | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|---------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,outg}$  | kWh | 4.362 | 10.632 | 17.750 | 22.388 | 21.726 | 18.663 | 15.995 | 128.814 |
| $\beta_{h,1}$ |     | 0,24  | 0,52   | 0,68   | 0,73   | 0,71   | 0,70   | 0,61   |         |
| $Q_{h,gen,1}$ | kWh | 224   | 697    | 1.398  | 1.891  | 1.811  | 1.527  | 1.194  | 9.693   |
| $Q_{h,f}$     | kWh | 4.586 | 11.329 | 19.148 | 24.279 | 23.537 | 20.190 | 17.188 | 138.507 |
| $W_{h,gen}$   | kWh | 32    | 63     | 97     | 120    | 116    | 101    | 89     | 757     |

### 13.11 Endenergie Heizwärme

| Monat         |       | Sep   | Okt    | Nov    | Dez    | Jan    | Feb    | Mär    | Jahr    |
|---------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $Q_{h,f}$     | kWh   | 4.586 | 11.329 | 19.148 | 24.279 | 23.537 | 20.190 | 17.188 | 138.507 |
| $W_h$         | kWh   | 67    | 110    | 156    | 187    | 182    | 159    | 145    | 1.313   |
| Erdgas        | kWh   | 4.600 | 11.318 | 19.148 | 24.279 | 23.513 | 20.190 | 17.171 | 138.512 |
| $Q_{I,h,<1>}$ | kWh/d | 4,6   | 9,3    | 17,6   | 23,2   | 22,6   | 21,0   | 15,5   |         |
| $Q_{I,h,<2>}$ | kWh/d | 0,3   | 0,6    | 1,2    | 1,6    | 1,6    | 1,5    | 1,1    |         |
| $Q_{I,h,<3>}$ | kWh/d | 0,2   | 0,4    | 0,7    | 1,0    | 0,9    | 0,9    | 0,7    |         |
| $Q_{I,h,<4>}$ | kWh/d | 0,8   | 1,6    | 3,1    | 4,1    | 4,0    | 3,7    | 2,7    |         |
| $Q_{I,h,<5>}$ | kWh/d | 1,8   | 3,6    | 6,8    | 8,9    | 8,7    | 8,1    | 6,0    |         |
| $Q_{I,h,<6>}$ | kWh/d | 0,4   | 0,7    | 1,4    | 1,8    | 1,7    | 1,6    | 1,2    |         |

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

Anlage F – Referenzberechnung

## 14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

### 14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

### 14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

| Energieträger       | Prozessbereich | Zonen | Endenergie<br>kWh/a | $f_P$ | $f_{HS/Hi}$ | $Q_P$<br>kWh/a |
|---------------------|----------------|-------|---------------------|-------|-------------|----------------|
| Erdgas              | Heizwärme      | *     | 138.512             | 1,10  | 1,11        | 137.264        |
| Strom-Mix           | Warmwasser     | 4/6/  | 19.114              | 1,80  | 1,00        | 34.404         |
| Strom-Mix           | Beleuchtung    | **    | 6.504               | 1,80  | 1,00        | 11.707         |
| Strom-Mix           | Hilfsenergie   |       | 4.794               | 1,80  | 1,00        | 8.629          |
| $\Sigma$ [kWh/Jahr] |                |       | 168.923             |       |             | 192.004        |

\* = 1/2/3/4/5/6/

\*\* = 1/2/3/4/5/6/

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

Jahres-Primärenergiebedarf  $q_P = 192.004 / 1.019 = 188,3$  kWh/(m²a) ( $\Sigma A_{NGF} = 1.019$  m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 4,7 kWh/(m²a), Erdgas 135,9 kWh/(m²a), Strom-Mix 25,1 kWh/(m²a)

### Treibhausgasemissionen (CO2)

| Energieträger | Endenergie<br>kWh/a | Emissionsfaktor<br>g CO2/kWh | Emissionen<br>kg/a | kg/ (m²a) |
|---------------|---------------------|------------------------------|--------------------|-----------|
| Erdgas        | 124.785             | 240                          | 29.949             |           |
| Strom-Mix     | 19.114              | 560                          | 10.704             |           |
| Strom-Mix     | 6.504               | 560                          | 3.642              |           |
| Strom-Mix     | 4.794               | 560                          | 2.684              |           |
| 155.197       |                     |                              | 46.979             | 46,1      |

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen  
Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

### 14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

| siehe Abschnitt   |       | RLT<br>9 | Beleucht.<br>10 | Klima<br>11 | Warmwasser<br>12 | Heizung<br>13 | Summe   |
|-------------------|-------|----------|-----------------|-------------|------------------|---------------|---------|
| Zone              | m²    | kWh/a    | kWh/a           | kWh/a       | kWh/a            | kWh/a         | kWh/a   |
| <1> 01 Gruppenrau | 583   | -        | 3.790           | -           | -                | 88.842        | 92.631  |
| <2> 02 SAR H      | 41    | -        | 425             | -           | -                | 8.176         | 8.602   |
| <3> 03 Lager/Tech | 24    | -        | 33              | -           | -                | 3.941         | 3.974   |
| <4> 04 Sanitär H  | 103   | -        | 1.392           | -           | 19.108           | 7.297         | 27.798  |
| <5> 05 Verkehr H  | 224   | -        | 537             | -           | -                | 24.817        | 25.355  |
| <6> 06 Küche H    | 45    | -        | 326             | -           | -                | 5.421         | 5.747   |
| Gebäude           | 1.019 | -        | 6.504           | -           | 19.114           | 138.510       | 164.128 |

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Anlage F – Referenzberechnung

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

*14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis*

|                     | RLT<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Beleucht.<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Klima<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Warmwasser<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Heizung<br>kWh/m <sup>2</sup> a | Summe<br>kWh/m <sup>2</sup> a |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Nutzenergiebedarf   | 3,4                         | 6,4                               | 0,0                           | 18,2                               | 106,0                           | 134,0                         |
| Endenergiebedarf    | 3,4                         | 6,4                               | 0,0                           | 18,7                               | 137,2                           | 165,7                         |
| Primärenergiebedarf | 6,1                         | 11,5                              | 0,0                           | 33,7                               | 137,0                           | 188,3                         |

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

.....  
**15.0 Primärenergie-Referenzwert**

vorh  $q_P = 188,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach GEG 2020 ACR 9939\_10101 vom Die Bauphysiker.

**Anlage G      Planungsleitprodukte**

# Produktdatenblatt

## BauderPIR KOMPAKT

### (befahrbar)



|                       |                                                                                                            |       |  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|
|                       |                                                                                                            |       |  |
| Produktbeschreibung   | Polyurethan-Hartschaumplatten nach DIN EN 13165                                                            |       |  |
| Einsatzbereich        | Wärmedämmung als Planplatte für den Einsatz unter befahrbaren Verkehrsflächen mit Verlegung in Heißbitumen |       |  |
| Artikelnummer         | 9612 2040                                                                                                  |       |  |
| Deckschicht           | Oben:                                                                                                      | keine |  |
|                       | Unten:                                                                                                     | keine |  |
| Plattenkante          | gerade                                                                                                     |       |  |
| Bezeichnungsschlüssel | PU-EN13165-T2-DS(70,90)3-DS(-20,-)2-CS(10/Y)150-TR100                                                      |       |  |



| Eigenschaft                                                    | Prüfverfahren | Einheit | Anforderung                                             |
|----------------------------------------------------------------|---------------|---------|---------------------------------------------------------|
| <b>Länge</b>                                                   | EN 822        | mm      | 600                                                     |
| <b>Breite</b>                                                  | EN 822        | mm      | 600                                                     |
| <b>Dicke</b>                                                   | EN 823        | mm      | 60, 70, 80 ...                                          |
| <b>Brandverhalten</b>                                          | EN 13501 - 1  | -       | E                                                       |
| <b>Druckfestigkeit</b>                                         | EN 826        | kPa     | ≥150                                                    |
| <b>Wärmeleitfähigkeit (λ<sub>B</sub>) - Bemessungswert (D)</b> | DIN 4108 - 4  | W/mK    | 0,027 < 80 mm<br>0,026 80 mm -<120 mm<br>0,025 ≥ 120 mm |
| <b>Wärmeleitfähigkeit (λ<sub>D</sub>) - (EU)</b>               | EN 13165      | W/mK    | 0,026 < 80 mm<br>0,025 80 mm -<120 mm<br>0,024 ≥ 120 mm |
| <b>Anwendungstyp</b>                                           | DIN 4108 - 10 | -       | DAA ds                                                  |
| <b>Wasseraufnahme</b>                                          | EN 12087      | Vol%    | max. 3                                                  |
| <b>PIR Index</b>                                               | -             | -       | > 250                                                   |

#### Einsatzbereiche

BauderPIR KOMPAKT (befahrbar) wird als Wärmedämmung ohne Gefälle mit besonders geringer Wärmeleitfähigkeit auf befahrbaren Verkehrsflächen – z.B. Tiefgaragen - eingesetzt. Die Verkehrsflächen sind mit angepasster Fahrweise wie z.B. Schrittgeschwindigkeit und vorwiegend ruhendem Verkehr zu befahren. Die Aufbauempfehlungen gelten nicht für öffentliche Verkehrswege.

Im Bauder-System für befahrbare Verkehrsflächen kann

- BauderPIR KOMPAKT für Fahrzeugbelastungen bis 10 kN
    - SLW 3 (PKW) / N1-V / Teilbereiche von N2-V
  - BauderPIR KOMPAKT 300 für Fahrzeugbelastungen bis 40 kN
    - SLW 3 / SLW 12 / N1-V / N2-V / Teilbereiche von N3-V
  - BauderPIR KOMPAKT 620 für Fahrzeugbelastungen bis 50 kN
    - SLW 3 / SLW 12 / SLW 30 / N1-V / N2-V / Teilbereiche von N3-V
- eingesetzt werden

#### Hinweis

Liefern und Verlegen der BauderPIR KOMPAKT Wärmedämmung und durch vollflächiges Verkleben mit Heißbitumen unterlaufsicher und hohlraumfrei am Untergrund verkleben. Fugen dicht stoßen und versetzt anordnen. BauderPIR KOMPAKT ist frei von halogenierten Treibmitteln und HBCD. Verlegeanleitung bzw. Broschüre „Befahrbar Verkehrsflächen“ beachten.



Kenn-Nr. der Prüfstelle: FIW München, 0751  
EN 13165



# Produktdatenblatt

## BauderPIR KOMPAKT

### (befahrbar)



#### Entsorgung

Polyurethan-Hartschaum Abfälle können mit Hausmüll oder hausmüllähnlichem Gewerbemüll entsorgt werden. (Europäischer Abfallkatalog EWC Nummer 170604 „Dämmmaterial“)

#### Lagerung

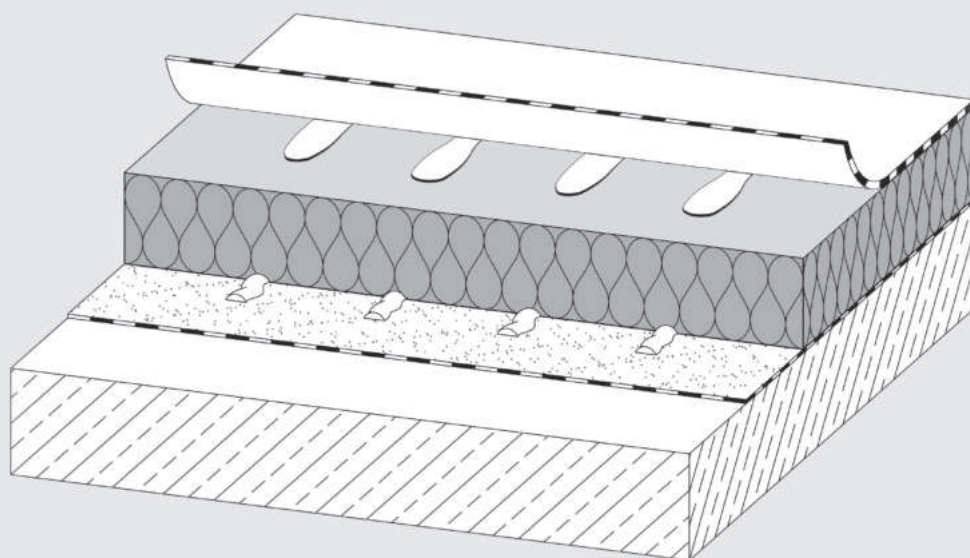
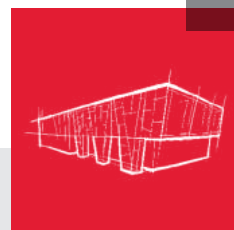
Bauder PIR Wärmedämmung geschützt vor Feuchtigkeit, offener Flamme und direkter Sonneneinstrahlung lagern und transportieren.



Kenn-Nr. der Prüfstelle: FIW München, 0751  
EN 13165

# Dachdämmplatte Bondrock® 040 MV

Technisches Datenblatt



Hoch verdichtete Steinwolle-Dachdämmplatte\* mit oberseitiger Mineralvlieskaschierung.

\* mehr zur Herstellung von Steinwolle erfahren Sie auf [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)

- Wärmedämmstoff für Gebäude – werkmäßig hergestellte Mineralwolle (MW) gem. DIN EN 13162
- nichtbrennbar
- Schmelzpunkt > 1000 °C
- nicht glimmend
- wärme- und schalldämmend
- druckbelastbar
- diffusionsoffen
- heißbitumenverträglich
- chemisch neutral
- dimensionsstabil unter Temperaturänderung
- recycelbar

# Dachdämmplatte Bondrock® 040 MV

## Anwendungsbereich

Wärme-, Schall- und vorbeugender Brandschutz bei einschaligen nicht belüfteten Flachdächern.

## Besondere Verlegehinweise

Durch die oberseitige Mineralvlieskaschierung ist Bondrock 040 MV für die vollflächige und partielle Heiß- oder Kaltverklebung der Dachhaut geeignet.

Befestigung: Mechanisch, mit Auflast oder durch Verklebung

Bondrock 040 MV kann bei verklebten Dachaufbauten bis zu einer Windsoglast von 3,6 kN/m<sup>2</sup> eingesetzt werden. Dabei sind die ROCKWOOL Verarbeitungshinweise und die Hinweise in den Flachdachrichtlinien für verklebte Dächer zu berücksichtigen.

Es dürfen bei einer Verklebung der Dachabdichtung nur geprüfte und systemverträgliche Klebemittel eingesetzt werden.

Die Abdichtung ist im Eck- und Randbereich möglichst vollflächig zu verkleben, in den Innenbereichen ist eine partielle Verklebung mit mind. 40 % Klebefläche möglich.

Die Dachdämmplatten sollen im Verband verlegt werden. Bei Trapezprofildächern sind die Platten längs zu den Trapezprofilen anzuordnen.

## Besondere Hinweise

Die Herstellerhinweise für das Aufstellen von Photovoltaikanlagen sind zu beachten.

Die maximal zulässige Flächenpressung durch Dauerlasten, z. B. Kiesschüttung, Dachbegrünung oder PV-Anlagen, ist auf max. 500 kg/m<sup>2</sup> begrenzt.

## Unbedingt zu beachten

Bei genutzten Dachflächen, intensiver Dachbegrünung (z. B. Dachgärten), Parkdecks, befahrbaren oder befahrenen Dächern, Besucherterrassen öffentlicher Gebäude sowie unter stark vibrierenden Maschinen oder Aggregaten dürfen ROCKWOOL Dachdämmplatten nicht verlegt werden.

Grundsätzlich sollten die Platten im Fugenversatz verlegt werden, bei zweilagiger Verlegung sollte zusätzlich der Lagenversatz beachtet werden.

Ein Materialtransport auf dem Dach sollte, wenn möglich, nicht über die verlegte Dämmung erfolgen.

Steinwolle-Dämmstoffe sind stets trocken zu lagern, einzubauen und danach vor Feuchtigkeit zu schützen. Stehendes Wasser auf der Dampfsperre oder unterhalb der Dämmung ist zu vermeiden.

Die Anwendungs- und Verlegehinweise der Hersteller sonstiger verwendeter Komponenten sind ebenso wie sonstige behördliche, technische und die Sicherheit betreffende Vorgaben, so auch der Berufsgenossenschaft, unbedingt zu beachten.

## Lieferprogramm

| Dicke<br>mm | m <sup>2</sup> /<br>Paket | m <sup>2</sup> /<br>Palette | R-Wert*<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 50          | 2,40                      | 57,6                        | 1,25                          |
| 60          | 2,40                      | 48,0                        | 1,50                          |
| 80          | 1,80                      | 36,0                        | 2,00                          |
| 100         | 1,20                      | 28,8                        | 2,50                          |
| 120         | 1,20                      | 24,0                        | 3,00                          |
| 140         | 1,20                      | 19,2                        | 3,50                          |
| 160         | 1,20                      | 16,8                        | 4,00                          |

Plattenformat: L x B (mm):      Kleinformat      Großformat      \*Bemessungs-  
                                                 1000 x 600      1200 x 1000      wert  
Lieferform: Einzelpakete oder Platten auf Palette

# Dachdämmplatte Bondrock® 040 MV

## Technische Daten

|                                                                            | Zeichen     | Beschreibung/Messwert                                                      | Norm/Vorschrift    |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Anwendungsgebiet                                                           | DAA         | Außendämmung von Dach oder Decken,<br>Dämmung unter Abdichtungen           | DIN 4108-10        |
| Oberfläche                                                                 |             | Mineralvlieskaschierung                                                    |                    |
| Brandverhalten (Euroklasse)                                                |             | nichtbrennbar, A2-s1, d0                                                   | DIN EN 13501-1     |
| Glimmverhalten                                                             |             | keine Neigung zu kontinuierlichem Schwelen                                 | DIN EN 16733       |
| Temperaturverhalten                                                        |             | Schmelzpunkt der Steinwolle > 1000 °C,<br>Verwendung kurzzeitig ca. 250 °C | DIN 4102-17        |
| Nennwert der Wärmeleitfähigkeit                                            | $\lambda_D$ | 0,039 W/(m·K)                                                              | DIN EN 13162       |
| Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit                                      | $\lambda_B$ | 0,040 W/(m·K)                                                              | DIN 4108-4:2017-03 |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl                                       | MU          | $\mu = 1$                                                                  | DIN EN 12086       |
| Druckspannung bei 10 % Stauchung                                           | CS(10)      | $\sigma_{10} \geq 70$ kPa                                                  | DIN EN 826         |
| Zugfestigkeit senkrecht zur<br>Plattenebene (Abreißfestigkeit)             | TR          | $\sigma_{mt} \geq 15$ kPa                                                  | DIN EN 1607        |
| Punktlast bei 5 mm Stauchung                                               | PL(5)       | $F_P \geq 800$ N                                                           | DIN EN 12430       |
| Grenzabmaße für die Dicke                                                  | T           | T4                                                                         | DIN EN 823         |
| Dimensionsstabilität bei definierten<br>Temperatur- und Feuchtebedingungen | DS(70,90)   | erfüllt                                                                    | DIN EN 1604        |
| Kurzzeitige Wasseraufnahme                                                 | WS          | erfüllt                                                                    | DIN EN 1609        |

Bezeichnungsschlüssel gem. DIN EN 13162: MW-EN 13162-T4-DS(70,90)-CS(10)70-TR15-PL(5)800-WS-MU1

Die DoP finden Sie unter [rockwool.de/leistungserklaerungen-dop](http://rockwool.de/leistungserklaerungen-dop)

KEYMARK Güteüberwachung



DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG

Postfach 0749 · 45957 Gladbeck

T +49 (0) 2043 4080 · F +49 (0) 2043 408444

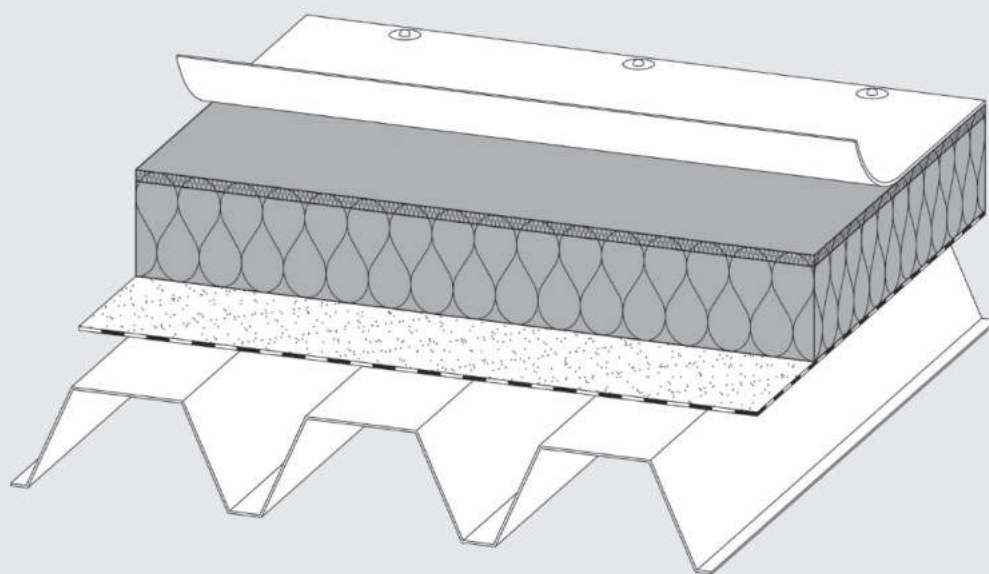
E [info@rockwool.com](mailto:info@rockwool.com) · [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)



Unsere Ausführungen geben den Stand unseres Wissens und unserer Erfahrung zum Zeitpunkt der Drucklegung wieder, verwenden Sie bitte deshalb die jeweils neueste Auflage, da sich Erfahrungs- und Wissensstand stets weiterentwickeln. In Zweifelsfällen setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung. Beschriebene Anwendungsbeispiele können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen und erfolgen daher ohne Haftung. Unseren Geschäftsbeziehungen mit Ihnen liegen stets unsere Allgemeinen Verkaufs-, Lieferungs- und Zahlungsbedingungen in der jeweils neuesten Fassung zugrunde, die Sie unter [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de) finden. Auf Anfrage senden wir Ihnen die AGBs auch gerne zu.

# Dachdämmplatte Hardrock® 040

Technisches Datenblatt



Steinwolle-Dachdämmplatte\* mit erhöhter Punktbelastbarkeit durch integrierte Zweischnittcharakteristik. Aufgrund ihrer hoch verdichteten, lastverteilenden Oberlagen bietet sie eine verbesserte Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchungen.

\* mehr zur Herstellung von Steinwolle erfahren Sie auf [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)

- Wärmedämmstoff für Gebäude – werkmäßig hergestellte Mineralwolle (MW) gem. DIN EN 13162
- nichtbrennbar
- Schmelzpunkt > 1000 °C
- nicht glimmend
- wärme- und schalldämmend
- druckbelastbar
- diffusionsoffen
- chemisch neutral
- dimensionsstabil unter Temperaturänderung
- recycelbar

# Dachdämmplatte Hardrock® 040

## Anwendungsbereich

Wärme-, Schall- und vorbeugender Brandschutz bei einschaligen, nicht belüfteten Flachdächern mit erhöhten Anforderungen, z. B. bei extensiver Dachbegrünung, Kiesauflast oder PV-Anlagen. Die hoch verdichtete Oberlage bietet bei mechanischer Fixierung dem Dübelteller einen festen Halt. Somit wird ein gutes Einklemmen der Dachhaut ermöglicht. Die elastische Unterschicht sorgt für die notwendige Vorspannung. Es ist keine Dampfdruckausgleichsschicht erforderlich.

## Besondere Verlegehinweise

Die mit einem Schriftzug markierte harte Oberseite muss oben liegen. Bei Trapezprofildächern müssen die Platten quer zu den Trapezprofilen angeordnet werden.

Befestigung: Mechanisch, mit Auflast oder durch Verklebung

## Besondere Hinweise

Die Herstellerhinweise für das Aufstellen von Photovoltaikanlagen sind zu beachten.

Die maximal zulässige Flächenpressung durch Dauerlasten, z.B. Kiesschüttung, extensive Begrünung oder PV-Anlagen, ist auf max. 500 kg/m<sup>2</sup> begrenzt.

## Unbedingt zu beachten

Bei genutzten Dachflächen, intensiver Dachbegrünung (z.B. Dachgärten), Parkdecks, befahrbaren oder befahrenen Dächern, Besucherterrassen öffentlicher Gebäude sowie unter stark vibrierenden Maschinen oder Aggregaten dürfen ROCKWOOL Dachdämmplatten nicht verlegt werden.

Grundsätzlich sollten die Platten im Fugenversatz verlegt werden, bei zweilagiger Verlegung sollte zusätzlich der Lagenversatz beachtet werden.

Ein Materialtransport auf dem Dach sollte, wenn möglich, nicht über die verlegte Dämmung erfolgen.

Steinwolle-Dämmstoffe sind stets trocken zu lagern, einzubauen und danach vor Feuchtigkeit zu schützen. Stehendes Wasser auf der Dampfsperre oder unterhalb der Dämmung ist zu vermeiden.

Die Anwendungs- und Verlegehinweise der Hersteller sonstiger verwendeter Komponenten sind ebenso wie sonstige behördliche, technische und die Sicherheit betreffende Vorgaben, so auch der Berufsgenossenschaft, unbedingt zu beachten.

## Lieferprogramm

| Dicke<br>mm | m <sup>2</sup> /<br>Paket | m <sup>2</sup> /Groß-<br>gebinde | R-Wert*<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 50          | 2,4                       | 57,6                             | 1,25                          |
| 60          | 2,4                       | 48,0                             | 1,50                          |
| 80          | 1,8                       | 36,0                             | 2,00                          |
| 100         | 1,2                       | 28,8                             | 2,50                          |
| 120         | 1,2                       | 24,0                             | 3,00                          |
| 140         | 1,2                       | 19,2                             | 3,50                          |
| 160         | 1,2                       | 16,8                             | 4,00                          |

|                           |                           |                           |                      |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| Plattenformat L x B (mm): | Kleinformat<br>1000 x 600 | Großformat<br>2000 x 1200 | *Bemessungs-<br>wert |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|

Großformatplatten werden auf Hardrock Streifen gesetzt und mit Stretchfolie zum Großgebinde umwickelt. Die Dicke der Streifen entspricht der Plattenstärke.

# Dachdämmplatte Hardrock® 040

## Technische Daten

|                                                                            | Zeichen     | Beschreibung/Messwert                                                      | Norm/Vorschrift |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Anwendungsgebiet                                                           | DAA         | Außendämmung von Dach oder Decken,<br>Dämmung unter Abdichtungen           | DIN 4108-10     |
| Oberfläche                                                                 |             | markiert durch einen Schriftzug                                            |                 |
| Brandverhalten (Euroklasse)                                                |             | nichtbrennbar, A1                                                          | DIN EN 13501-1  |
| Glimmverhalten                                                             |             | keine Neigung zu kontinuierlichem Schwelen                                 | DIN EN 16733    |
| Temperaturverhalten                                                        |             | Schmelzpunkt der Steinwolle > 1000 °C,<br>Verwendung kurzzeitig bis 250 °C | DIN 4102-17     |
| Nennwert der Wärmeleitfähigkeit                                            | $\lambda_D$ | 0,039 W/(m·K)                                                              | DIN EN 13162    |
| Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit                                      | $\lambda_B$ | 0,040 W/(m·K)                                                              | DIN 4108-4      |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl                                       | MU          | $\mu = 1$                                                                  | DIN EN 12086    |
| Druckspannung bei 10 % Stauchung                                           | CS(10)      | $\sigma_{10} \geq 70$ kPa                                                  | DIN EN 826      |
| Zugfestigkeit senkrecht zur<br>Plattenebene (Abreißfestigkeit)             | TR          | $\sigma_{mt} \geq 10$ kPa                                                  | DIN EN 1607     |
| Punktlast bei 5 mm Stauchung                                               | PL(5)       | $F_P \geq 1000$ N                                                          | DIN EN 12430    |
| Grenzabmaße für die Dicke                                                  | T           | T4                                                                         | DIN EN 823      |
| Dimensionsstabilität bei definierten<br>Temperatur- und Feuchtebedingungen | DS(70,90)   | erfüllt                                                                    | DIN EN 1604     |
| Kurzzeitige Wasseraufnahme                                                 | WS          | erfüllt                                                                    | DIN EN 1609     |

Bezeichnungsschlüssel gem. DIN EN 13162: MW-EN 13162-T4-DS(70,90)-CS(10)70-TR10-PL(5)1000-WS-MU1

Die DoP finden Sie unter [rockwool.de/leistungserklaerungen-dop](http://rockwool.de/leistungserklaerungen-dop)

KEYMARK Güteüberwachung



DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG

Postfach 0749 · 45957 Gladbeck

T +49 (0) 2043 4080 · F +49 (0) 2043 408444

E [info@rockwool.com](mailto:info@rockwool.com) · [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)



**ROCKWOOL®**

Unsere Ausführungen geben den Stand unseres Wissens und unserer Erfahrung zum Zeitpunkt der Drucklegung wieder, verwenden Sie bitte deshalb die jeweils neueste Auflage, da sich Erfahrungs- und Wissensstand stets weiterentwickeln. In Zweifelsfällen setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung. Beschriebene Anwendungsbeispiele können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen und erfolgen daher ohne Haftung. Unseren Geschäftsbeziehungen mit Ihnen liegen stets unsere Allgemeinen Verkaufs-, Lieferungs- und Zahlungsbedingungen in der jeweils neuesten Fassung zugrunde, die Sie unter [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de) finden. Auf Anfrage senden wir Ihnen die AGBs auch gerne zu.





# Integra ZKF 1-032

## Zwischensparren-Klemmfilz, vlieskaschiert

### Anwendung

Für Wärme- & Schalldämmung

- Bis zu 80 % aus Recycling-Glas
- Wärmeleitstufe 032
- Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10 : DZ, WH, DAD-dk
- Euroklasse A1 nichtbrennbar
- komfortable Vlieskaschierung
- Glaswolle-Filz in hoch komprimierter Verpackung
- für F 30/F 90 Dachkonstruktionen
- exzellenter Schallschutz
- längenbezogener Strömungswiderstand  $\geq 25$  kPa
- LABS-konform







### Material

Glaswolle: G3 touch Mineralwolle, hergestellt nach dem Glaswolle-Produktionsverfahren von SAINT-GOBAIN ISOVER, mit RAL-Gütezeichen der Gütegemeinschaft Mineralwolle Gefahrstoffverordnung, e. V., freigezeichnet nach Chemikalienverbotsverordnung und Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 Anmerkung Q

### Kaschierung Unterseite

Gelbes Glasvlies

### Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10

|        |                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DZ     | Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken |
| WH     | Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise                                                        |
| DAD-dk | Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen                 |

### Verarbeitungshinweise

Für Wärme- & Schalldämmung von Steildächern von der Dach-Innenseite her nach DIN 4108 in Verbindung mit den Systemkomponenten des ISOVER Vario Luftdichtheits- und Feuchteschutzsystems.

Für die Dämmung von innen ist zu beachten:

Gemäß ZVDH-Richtlinien müssen Wärmedämmungen so eingebaut werden, dass die Lagesicherheit und Funktion dauerhaft gewährleistet sind. Dabei sind besonders die am Bau auftretenden mechanischen Verformungen wie Schwinden, Verdrehen, Durchbiegen unter Gebrauchslast etc. nicht auszuschließen.

Die Klemmwirkung von Klemmfilzen ist nur eine temporäre Einbauhilfe (bis zum Aufbringen einer Lattung oder Innenbekleidung) und keine dauerhafte Lagesicherung. Daher ist in jedem Fall -auch wenn keine Innenbekleidung angebracht oder die Decke abgehängt wird- die Dämmstoff- & Luftdichtebene durch Profile oder Lattung mechanisch zu sichern.

Ebenso muss vor einem BlowerDoor-Test diese mechanische Sicherung von Luftdicht- und Dämmstoff-Ebene erfolgen.

Bei Dachböden mit natürlicher Belichtung ist darauf zu achten, die Luftdichtebene gegen die Einwirkung des UV-Anteils im Tageslicht durch Anbringen einer Innenbekleidung oder sonstigen Verschattung zu schützen.

Der Klemmfilz Integra ZKF 1-032 kann bei der Dachsanierung von außen nur eingebaut werden, sofern Eindringen von Feuchte während des Bauablaufs bis zur endgültigen Dacheindeckung verhindert wird.

Grundsätzlich gilt:

Grundsätzlich wird bei der Modernisierung von außen von einer belüfteten Deckung ausgegangen (Konterlatte mit Mindestdurchlüftungsquerschnitt gem. ZVDH & DIN 4108-3). Bei der Verarbeitung von Dämmstoffen im Außenbereich (Steildach, Flachdach, Fassade) ist der Eintrag von Feuchte in die Konstruktion und den Dämmstoff zu vermeiden.

Da die Modernisierung von außen vorwiegend im bewohnten Zustand erfolgt, gilt dies in besonderem Maße. Darauf weist auch der ZVDH hin:

Die Angaben in dieser technischen Information entsprechen dem Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen bei Drucklegung (vgl. Druckvermerk). Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, stellen sie jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Der Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Achten Sie deshalb bitte darauf, die neueste Auflage dieser technischen Informationen zu verwenden (zugänglich im Internet unter „www.isover.de“). Die beschriebenen Produktanwendungen können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen. Prüfen Sie deshalb unsere Produkte auf ihre Eignung für den konkreten Anwendungszweck. Wir liefern ausschließlich auf Grundlage unserer Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG, Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1, 67059 Ludwigshafen  
[www.isover.de](http://www.isover.de)



„Fachregel für die Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen

### 1.1.3.2 Nutzung

Die Nutzung des Dachgeschosses, insbesondere zu Wohnzwecken, stellt sinngemäß 2 weitere erhöhte Anforderungen gemäß Tabelle 1.1 an die Dachfunktion dar. Diesem erhöhten Sicherheitsbedürfnis ist durch den Einbau geeigneter Zusatzmaßnahmen Rechnung zu tragen.“

#### Technische Eigenschaften

| Eigenschaften                         | Zeichen     | Einheit   | Kenngößen und Messwerte                                    | Normen             |
|---------------------------------------|-------------|-----------|------------------------------------------------------------|--------------------|
| Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit | $\lambda$   | W/(m·K)   | 0,032                                                      | DIN 4108-4         |
| Nennwert der Wärmeleitfähigkeit       | $\lambda_D$ | W/(m·K)   | 0,031                                                      | DIN EN 13162       |
| Wärmeleitstufe                        | WLS         | -         | 032                                                        | -                  |
| Euroklasse                            | -           | -         | A1 nichtbrennbar                                           | DIN EN 13501       |
| Temperaturverhalten                   | -           | °C        | Verwendung bis 150                                         | -                  |
| Spezifische Wärmekapazität            | c           | kJ/(kg·K) | 1,03                                                       | DIN EN ISO 10456   |
| Grenzabmessung für die Dicken         | T           | -         | 2                                                          | DIN EN 13162       |
| Längenbezogener Strömungswiderstand   | AF          | kPa·s/m²  | ≥ 25                                                       | DIN EN 13162       |
| Brandschutz                           | -           | -         | F 30-B, F 90-B (Einzelheiten gem. Prüfzeugnis)             | DIN 4102           |
| Glimmverhalten                        | -           | -         | NoS, keine Neigung zum kontinuierlichen Schwelen           | DIN EN 16733       |
| Silikonfreiheit                       | -           | -         | frei von Emissionen von lackbenetzungsstörenden Substanzen | VW PV 3.10.7/3.2.1 |
| Wasserdampf Diffusionswiderstandszahl | $\mu$       | -         | 1                                                          | DIN EN ISO 10456   |

*Die Angaben in dieser technischen Information entsprechen dem Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen bei Drucklegung (vgl. Druckvermerk). Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, stellen sie jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Der Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Achten Sie deshalb bitte darauf, die neueste Auflage dieser technischen Informationen zu verwenden (zugänglich im Internet unter „www.isover.de“). Die beschriebenen Produktanwendungen können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen. Prüfen Sie deshalb unsere Produkte auf ihre Eignung für den konkreten Anwendungszweck. Wir liefern ausschließlich auf Grundlage unserer Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.*

SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG, Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1, 67059 Ludwigshafen  
[www.isover.de](http://www.isover.de)

# Integra ZKF 1-032

## Zwischensparren-Klemmfilz, vlieskaschiert



| Lieferformen DE |                      |                       |                |                         |              |          |
|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|--------------|----------|
| Bestell-Nr.     | R <sub>b</sub> -Wert | m <sup>2</sup> /Paket | Pakete/Palette | m <sup>2</sup> /Palette | Abmessung mm | Dicke mm |
| 7823824         | 7,70                 | 3,000                 | 12             | 36,000                  | 2400 × 1250  | 240      |
| 7823822         | 7,05                 | 3,000                 | 18             | 54,000                  | 2400 × 1250  | 220      |
| 7823820         | 6,45                 | 3,125                 | 18             | 56,250                  | 2500 × 1250  | 200      |
| 7823318         | 5,80                 | 3,375                 | 18             | 60,750                  | 2700 × 1250  | 180      |
| 7823816         | 5,15                 | 3,750                 | 18             | 67,500                  | 3000 × 1250  | 160      |
| 7823814         | 4,50                 | 4,250                 | 18             | 76,500                  | 3400 × 1250  | 140      |
| 7823812         | 3,85                 | 4,875                 | 18             | 87,750                  | 3900 × 1250  | 120      |
| 7823800         | 3,20                 | 5,875                 | 18             | 105,750                 | 4700 × 1250  | 100      |

Die Angaben in dieser technischen Information entsprechen dem Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen bei Drucklegung (vgl. Druckvermerk). Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, stellen sie jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Der Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Achten Sie deshalb bitte darauf, die neueste Auflage dieser technischen Informationen zu verwenden (zugänglich im Internet unter „www.isover.de“). Die beschriebenen Produktanwendungen können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen. Prüfen Sie deshalb unsere Produkte auf ihre Eignung für den konkreten Anwendungszweck. Wir liefern ausschließlich auf Grundlage unserer Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG, Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1, 67059 Ludwigshafen  
[www.isover.de](http://www.isover.de)

Umweltfreundliche Dämmsysteme  
aus natürlicher Holzfaser

Gemäß aBG Z-9.1-826 zur Aussteifung  
der Konstruktion geeignet – ideal für  
diffusionsoffene Ausbauhäuser, vorge-  
fertigte Dach- und Fassadenelemente



## Die wärmedämmende Unterdeck- und Wandbauplatte für den Neubau



### Einsatzbereich

Unterdeckplatte für  
Dachneigungen  $\geq 16^\circ$

Wandbauplatte für den  
Holzbau in Kombination  
mit vorgehängten,  
hinterlüfteten Fassaden

- Ökologisch, Herstellung im Nassverfahren
- Exzellenter Hitzeschutz im Sommer
- Vermindert konstruktive Wärmebrücken
- Schon ab 35 mm Plattendicke in Kombination mit STEICO Einblasdämmung einsetzbar
- Verfalzte Unterdeckung gemäß ZVDH
- Unterdeckplatte Typ: UDP-A, als Behelfsdeckung geeignet
- Umweltverträglich und recycelbar wie Holz



Das Zeichen für  
verantwortungsvolle  
Waldwirtschaft

Erhalten Sie digital alle drei Wochen relevante News für den Holzbauer und Zimmermann: aktuelle technische Entwicklungen, neue Konstruktionslösungen, u.v.m.

steico.com/  
newsletter



## Lieferformen STEICOuniversal

| Format [mm] | Deckmaß [mm] | Kanten | Dicke [mm] | Anzahl [St./Pal.] | Bruttofl. [m²/Pal.] | Deckfl. m²/Pal. | Gew./m² [kg] | Gew./Pal. [kg] |
|-------------|--------------|--------|------------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|
|-------------|--------------|--------|------------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|

Handliche Formate, z.B. für die Baustellenmontage<sup>a)</sup>

|             |             |       |    |     |         |       |       |           |
|-------------|-------------|-------|----|-----|---------|-------|-------|-----------|
| 2.500 * 600 | 2.480 * 585 | N + F | 22 | 104 | 156,000 | 150,9 | 5,83  | ca. 1.020 |
| 2.500 * 600 | 2.480 * 580 | N + F | 24 | 98  | 147,000 | 140,1 | 6,36  | ca. 1.020 |
| 2.500 * 600 | 2.475 * 575 | N + F | 35 | 66  | 99,000  | 93,9  | 9,28  | ca. 1.010 |
| 2.500 * 600 | 2.475 * 575 | N + F | 52 | 44  | 66,000  | 62,6  | 13,78 | ca. 1.000 |
| 2.500 * 600 | 2.475 * 575 | N + F | 60 | 38  | 57,000  | 54,1  | 16,20 | ca. 1.000 |

Handliche Formate mit teilbarer Palette für leichteres Handling am Dach<sup>b)</sup>

|             |             |       |    |    |        |      |       |           |
|-------------|-------------|-------|----|----|--------|------|-------|-----------|
| 2.500 * 600 | 2.475 * 575 | N + F | 52 | 44 | 66,000 | 62,6 | 13,78 | ca. 1.000 |
|-------------|-------------|-------|----|----|--------|------|-------|-----------|

Großformate mit aussteifender Wirkung gemäß Abz Z-9.1-826<sup>c)</sup>

|               |               |        |    |    |         |       |      |           |
|---------------|---------------|--------|----|----|---------|-------|------|-----------|
| 2.800 * 1.250 | 2.775 * 1.225 | N + F  | 35 | 33 | 115,500 | 112,2 | 9,28 | ca. 1.130 |
| 2.800 * 1.250 | –             | stumpf | 35 | 33 | 115,500 | 115,5 | 9,28 | ca. 1.130 |

**Hinweise:** Holzfaser-Dämmplatten liegend, plan und trocken lagern; Kanten vor Beschädigungen schützen; Folienverpackung erst bei trockenem Umgebungsklima entfernen und Palettenbeipackzettel aufbewahren; maximale Stapelhöhe: 4 Paletten

**Planungs- und Verarbeitungshinweise** finden Sie auf [www.steico.com](http://www.steico.com).

## Technische Daten STEICOuniversal

|                                                         |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Plattenkennzeichnung nach DIN EN 13171 und DIN EN 14964 | WF – EN 13171 – T5 – DS(70,-)2 – CS(10\Y)200 – TR30 – WS1,0 – AFR100<br>EN-14964-IL |
| Kantenausbildung                                        | Nut und Feder/stumpf                                                                |
| Brandverhalten nach DIN EN 13501-1                      | E                                                                                   |
| Nennwert Wärmeleitfähigkeit $\lambda_D$ [W/(m*K)]       | 0,048                                                                               |
| Nennwert Wärmedurchlasswiderstand $R_D$ [(m²*K)/W]      | 0,45(22)/0,50(24)/0,70(35)/1,05(52)/1,25(60)                                        |
| Rohdichte [kg/m³]                                       | ca. 270                                                                             |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$              | 5                                                                                   |
| $s_d$ -Wert [m]                                         | 0,11(22)/0,12(24)/0,18(35)/0,26(52)/0,30(60)                                        |
| Kurzzeitige Wasseraufnahme [kg/m²]                      | ≤ 1,0                                                                               |
| Spezifische Wärmekapazität $c$ [J/(kg*K)]               | 2.100                                                                               |
| Druckspannung bei 10% Stauchung $\delta_{10}$ [N/mm²]   | 0,20                                                                                |
| Druckfestigkeit [kPa]                                   | 200                                                                                 |
| Zugfestigkeit $\perp$ [kPa]                             | ≥ 30                                                                                |
| UDP-A                                                   | Erfüllt Klasse 3 bis 5 gemäß ZVDH Fachregeln                                        |
| Einsatzstoffe                                           | Holzfaser, Aluminiumsulfat, Paraffin, Lagenverklebung                               |
| Abfallschlüssel (EAK/AVV)                               | 030105/170201, wie natürliches Holz und Holzwerkstoffe                              |

a) Palettenformat: ca. 2,50\*1,20\*1,22 m; 20 Pal./LKW  
b) Palettenformat: ca. 2,50\*1,20\*1,30 m; 20 Pal./LKW  
c) Palettenformat: ca. 2,80\*1,25\*1,22 m; 16 Pal./LKW



## Ergänzende technische Daten

|                                                                     |  |
|---------------------------------------------------------------------|--|
| Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/(m*K)]             |  |
| 0,050                                                               |  |
| Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/(m*K)]             |  |
| 0,053                                                               |  |
| Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ gemäß SIA [W/(m*K)] |  |
| 0,048                                                               |  |
| Brandverhaltensgruppe nach VKF Brandschutzrichtlinie                |  |
| RF3                                                                 |  |

## Anwendungsgebiete n. DIN 4108-10:2015:

- **DAD (dk, dg, dm, ds):** Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
- **DAA (dh, ds):** Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
- **DI (zk, zg):** Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches
- **DEO (dg, dm, ds):** Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderung
- **WAB (dk, dg, dm, ds):** Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
- **WH:** Dämmung von Holzrahmen und Holztafelbauweise
- **WTR:** Dämmung von Raumtrennwänden

Druckbelastbarkeit: dk (keine), dg (geringe), dm (mittlere), dh (hohe), ds (sehr hohe); Zugfestigkeit: zk (keine), zg (geringe)



# RAVATHERM™ XPS 300 SL

Dämmplatten aus Polystyrol-Extruderschaum nach EN 13164  
für den Einsatz in Flach- und Umkehrdächern und  
in der Perimeterdämmung



- **XPS G 30 - Platten mit allseitigem Stufenfalz und Schäumhaut, feuchtigkeitsbelastbar**
- **für Wärmedämmung von Wänden, Bodenplatten, Decken, Dächer und Terrassen**
- **für bekieste und begrünte Umkehrdächer**
- **Perimeterdämmung für den Einsatz in drückendem Wasser und unter lastabtragender Gründungsplatte**



mit allgemeiner Bauartgenehmigung Z-23.4-225 für die Anwendung als Perimeterdämmung

mit allgemeiner Bauartgenehmigung Z-23.5-1324 für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung

mit allgemeiner Bauartgenehmigung Z-23.4-224 für die Anwendung als Umkehrdach

RAVATHERM™ XPS, und RAVATHERM™ XPS X sind frei von HBCD. RAVATHERM™ XPS, und RAVATHERM™ XPS X werden mit CO<sub>2</sub> als Treibmittel hergestellt und sind somit auch frei von halogenierten Treibmitteln wie FCKW, HFCKW und HFKW.

# RAVATHERM™ XPS 300 SL

| Eigenschaften                                                                      | CE-Code       | Norm        | Einheit           | Wert                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|-------------------|----------------------------------------------------|
| Zellinhalt                                                                         |               |             |                   | Luft                                               |
| Dichte                                                                             |               | DIN EN 1602 | kg/m <sup>3</sup> | 33                                                 |
| Wärmeleitfähigkeit                                                                 |               |             |                   | λD                                                 |
| Dicke in mm                                                                        | 30            | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,033                                              |
|                                                                                    | 40            | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,033                                              |
|                                                                                    | 50            | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,033                                              |
|                                                                                    | 60            | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,033                                              |
|                                                                                    | 80            | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,033                                              |
|                                                                                    | 100           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,034                                              |
|                                                                                    | 120           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,034                                              |
|                                                                                    | 140           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,035                                              |
|                                                                                    | 160           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,035                                              |
|                                                                                    | 180           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,035                                              |
|                                                                                    | 200           | EN 13164    | W/(m·K)           | 0,035                                              |
| Druckspannung oder Druckfestigkeit bei 10% Stauchung                               | CS(10\Y)      | EN 826      | kPa               | 300                                                |
| Elastizitätsmodul                                                                  |               | EN 826      | kPa               | < 50 mm 12.000<br>≥ 50 mm 20.000                   |
| Langzeit-Kriechverhalten (50 Jahre) bei 2 % Stauchung                              | CC(2/1.5/50)σ | EN 1606     | kPa               | 130                                                |
| Wasseraufnahme bei langfristigem Eintauchen                                        | WL(T)         | EN 12087    | %                 | 0,7                                                |
| Wasseraufnahme durch Diffusion                                                     | WD(V)         | EN 12088    | %                 | < 50 mm 3<br>50 – 79 mm 2<br>≥ 80 mm 1             |
| Wasseraufnahme nach Frost-Tau-Wechselbeanspruchung                                 | FTCD          | EN 12091    | %                 | 1                                                  |
| Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient                                               |               | –           | mm/(m·K)          | 0,07                                               |
| Dimensionsstabilität bei definierten Temperatur- (70°C) und Feuchtebedingungen 90% | DS(70/90)     | EN 1604     | %                 | <5                                                 |
| Verformung bei definierter Druck- (40kPa) und Temperaturbeanspruchung (70°C)       | DLT(2)5       | EN 1605     | %                 | <5                                                 |
| Brandverhalten                                                                     |               | EN 13501-1  | Euroclass         | E                                                  |
| Abmessungen Dicke                                                                  |               | EN 823      | mm                | 30–200                                             |
| Deckmaß Breite                                                                     | Toleranzen T1 | EN 822      | mm                | 600                                                |
| Deckmaß Länge                                                                      |               | EN 822      | mm                | 1250                                               |
| Kantenausbildung                                                                   |               |             |                   | Stufenfalz                                         |
| Oberflächenbeschaffenheit                                                          |               |             |                   | Schäumhaut                                         |
| Anwendungsgebiete                                                                  |               | DIN 4108-10 |                   | DAD, DAA-dh, DUK-dh, DEO-dh, WAB, WZ, PW-dh, PB-dh |

**CE-Code: XPS EN 13164 – T1 – CS(10\Y)300 – CC(2/1.5/50)130 – DS(70,90) – DLT(2)5 – WD(V)3/2/1 – WL(T)0.7 – FTCD1**

Hinweis: Die Empfehlungen in Bezug auf Anwendungsmethoden und Gebrauch der Produkte beruhen auf der von RAVAGO erworbenen Erfahrung und Kenntnis der Eigenschaften von RAVATHERM Dämmplatten und werden nach bestem Wissen und Gewissen gemacht. Es wird hierdurch jedoch keine Haftung, Gewährleistung oder Garantie für Systeme oder Anwendungen übernommen. Eine Freistellung von Patentansprüchen kann hieraus nicht hergeleitet werden. Dieses Dokument stellt keine Verkaufsspezifikation dar. Die Angaben in diesem Prospekt stellen keine Zusicherung von Eigenschaften im Rechtssinne dar und werden nicht zum Inhalt eines Kaufvertrages. Pflichten und Haftung in Bezug auf den Verkauf von RAVATHERM Produkten bestimmen sich ausschließlich nach dem jeweils zugrunde liegenden Kaufvertrag. <https://www.ravagobuildingsolutions.com/de>