

Bauphysikalischer Nachweis

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Leistungsphase 3

Auftrags-Nr.: 1626-24-A

Projekt: Vivantes - Speisenverteilzentrum VZ II
Seidelbastweg 145
12357 Berlin

Bauherr: Vivantes Netzwerk für Gesundheit GmbH
Aroser Allee 72-76
13407 Berlin

Objektplaner: HPP Architekten GmbH
Neue Grünstr. 18
10179 Berlin

Aufsteller: STB Bauphysik GmbH
Karl-Liebknecht-Straße 11
14482 Potsdam


Bearbeitung: Michael Keller, M.BP.


Geschäftsführung: Dipl.-Ing. Olaf Bosenius

Datum: 25.02.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	4
1.1	Gebäudebeschreibung	4
1.2	Planungsgrundlagen	4
1.3	Gesetzesgrundlage und Verordnungen	4
1.4	Anforderungen	4
1.5	Zonierung nach Nutzung	4
1.6	Baustoffe	5
1.7	Aufbau der Bauteile	5
1.8	Wärmebrücken	5
1.9	Luftdichtheit	5
1.10	Lüftungskonzept	5
1.11	Sommerlicher Wärmeschutz	6
1.12	Energiebilanz	6
1.13	Anlagentechnik	6
1.13.1	Heizung	6
1.13.2	Warmwasser	6
1.13.3	Lüftung	6
1.13.4	Kühlung	7
1.13.5	Beleuchtung	7
1.13.6	Photovoltaik	7
1.14	Nicht enthaltene Nachweise und Berechnungen	7
1.15	Verwendete Berechnungsprogramme	8
2	Positionsübersichten	9
3	Zonierung	13
4	Nachweise nach GEG	14
4.1	Ergebnisse	14
4.2	Kenndaten und Faltmodelle	16
5	Nachweis BEG	30
6	Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes	32
6.1	Randbedingungen	32
6.2	Übersichten	33
6.3	Vereinfachter Nachweis	34
	Anlage 1: Planstand	35

Anlage 2: Bauteilaufbauten	40
Anlage 3: Angaben zur TGA HLS	61
Anlage 4: Nachzuweisendes Gebäude.....	75
Anlage 5: Berechnung Referenzgebäude	135

1 Vorbemerkungen

1.1 Gebäudebeschreibung

Der Bauherr plant den Umbau einer Lagerhalle zu einem Speiseversorgungszentrum.

Abmessungen (umschließend): $L/B/H$ ca. 112,42 m / 76,7 m / 13,3 m

Lichte Geschosshöhe 3 – 4,2 m

Thermische Hülle: Haus in Haus, Produktionsmodule (Wand, Decke, Boden) in Halle zum Teil Außenwände einschließlich Fenster und Fenstertüren und Bodenplatte.

1.2 Planungsgrundlagen

Planungsgrundlage bildet der Projektplanungsstand vom 13.02.2026.

1.3 Gesetzesgrundlage und Verordnungen

GEG 2024

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

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

Einschließlich normativer Verweise

Solargesetz Berlin

1.4 Anforderungen

Das planmäßig beheizte Raumvolumen ist nach den Anforderungen gemäß GEG 2024 für Nichtwohngebäude nachzuweisen.

1.5 Zonierung nach Nutzung

Die Zonierung erfolgt auf Grundlage der DIN V 18599:2018, Teil 10 (siehe Punkt 3).

Die dauerhaft prozessbedingt gekühlten Produktionsbereiche werden entsprechend GEG § 2 (2) 9 a) nicht als energetisch zu bewertende Zonen berücksichtigt.

1.6 Baustoffe

Hinweis: Die in der Nachweisführung angegebenen Wärmeleitfähigkeiten (WLS, früher WLG) der Dämmschichten sind Bemessungswerte und werden durch den Buchstaben λ gekennzeichnet. Die angenommenen Baustoffprodukte sind nur als Beispiele anzusehen und können gleichwertig ersetzt werden. Nennwerte der Wärmeleitfähigkeiten λ_D von Produkten werden gemäß DIN 4108-4:2020-11 Tabelle 2 mit Aufschlägen versehen.

1.7 Aufbau der Bauteile

Die Bauteilaufbauten sind detailliert hinsichtlich der bauphysikalischen Anforderungen und Eigenschaften in Anlage 2: Bauteilaufbauten aufgeführt. Es werden nur die für die U-Wert-Berechnung relevanten Bauteilschichten behandelt. Die vollständigen Aufbauten sind der Ausführungsplanung der Architekten zu entnehmen.

In den Bauteilaufbauten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel anzusehen sind und somit auch gleichwertig ersetzt werden können. Die Ausführungshinweise in den Bauteilaufbauten sind zu beachten.

1.8 Wärmebrücken

Der Einfluss von Wärmebrücken für das Nichtwohngebäude wird nach Zonen pauschal über einen U-Wert-Zuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für Zonen mit Innendämmung auf die anteilige wärmeübertragende Umfassungsfläche berücksichtigt.

1.9 Luftdichtheit

Die Anforderungen an die Dichtheit gemäß GEG §13 bzw. DIN V 18599-2:2018-2 sind zu beachten.

Eine Luftdichtheitsprüfung (z.B. Blower-Door-Test) ist für das Projekt verpflichtend durchzuführen und wird im Nachweis angesetzt.

1.10 Lüftungskonzept

Das Lüftungskonzept ist der TGA-Planung der Ingenieurgesellschaft Weinstock mbH zu entnehmen. Der hygienische Mindestluftwechsel muss gewährleistet werden.

1.11 Sommerlicher Wärmeschutz

Gemäß GEG sind für zu errichtende Nichtwohngebäude die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 einzuhalten.

Diese Nachweise sind für die maßgebenden Räume unter Punkt 5 geführt.

1.12 Energiebilanz

Der Energiebedarf wird auf Grundlage gebäudebezogener Daten und unter der Annahme standardisierter Randbedingungen (z.B. pauschale Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, usw.) berechnet. Somit kann die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig von Standort und Wetterlage sowie individuellem Nutzerverhalten beurteilt werden. Rückschlüsse auf den späteren tatsächlichen Energieverbrauch können daher nicht gezogen werden.

Der Energiebedarf für Produktionsprozesse in Gebäuden wird nach GEG §2 (1) nicht in der Bilanzierung berücksichtigt.

1.13 Anlagentechnik

1.13.1 Heizung

Der Heizwärmebedarf wird über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gas BW Spitzenlast gedeckt. Die Beheizung erfolgt über freie Heizflächen und eine Luftheizung, wobei die Vor- und Rücklauftemperatur 50/42°C betragen. Die Leitungslängen werden nach DIN V 18599 angesetzt. Das Verteilnetz ist hydraulisch abgeglichen.

1.13.2 Warmwasser

Die Warmwasserversorgung erfolgt über Frischwasserstationen ebenfalls über die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gas BW Spitzenlast.

1.13.3 Lüftung

Die Zonen werden mit Zu- und Abluftanlagen mit einer WRG von 73,3 % bis 77,9 % beheizt und gekühlt.

1.13.4 Kühlung

Die Zonen werden mit Zu- und Abluftanlagen mit einer WRG von 73,3 % bis 77,9 % beheizt und gekühlt.

Konditionierungsvorgänge in Gebäuden, die ausschließlich der Aufrechterhaltung eines industriellen oder gewerblichen Prozesses dienen, sind nicht Gegenstand des GEG und werden in diesem Bericht nicht betrachtet.

1.13.5 Beleuchtung

Für die Beleuchtung werden LED-Leuchtmittel mit EVG berücksichtigt und manueller Bedienung eingesetzt. Die Zonen Nebenflächen, Verkehrsflächen und Lager werden mit Präsenzmeldern ausgestattet.

1.13.6 Photovoltaik

Die vorhandenen Lastreserven der Dachkonstruktion sind nicht ausreichend, um sowohl eine Sprinkleranlage als auch eine PV-Anlage aufzunehmen. In der vorliegenden Bilanzierung wurde daher konservativ ohne Berücksichtigung einer PV-Anlage gerechnet. Eine zusätzliche Belegung mit PV-Flächen würde die energetische Bilanz verbessern.

Die Entscheidung über die Umsetzung einer PV-Anlage erfolgt in Leistungsphase 5 auf Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Einbeziehung der Kosten für die Sprinkleranlage. Wird die Sprinkleranlage direkt auf dem Dach montiert, reichen die Lastreserven nicht aus; alternativ ist eine separate Tragkonstruktion erforderlich, was zu Mehrkosten führt. Diese sind dem wirtschaftlichen Potenzial der PV-Anlage gegenüberzustellen.

1.14 Nicht enthaltene Nachweise und Berechnungen

Die nachfolgend aufgeführten Nachweise und Berechnungen sind nicht Bestandteil dieser bauphysikalischen Nachweisführung:

- Nachweise für Bau-, Zwischen- und Montagezustände durch die ausführende Firma.
- Nachweise für Bauteile innerhalb und außerhalb des planmäßig beheizten Gebäudevolumens.
- Nachweis der Gleichwertigkeit des mittleren U-Wertes der Dachdämmung bei Planung zur Gefälleddämmung durch den Anbieter.
- Nachweis der Gleichwertigkeit des U_w -Wertes der Fenster durch den Hersteller.
- Erstellung des Luftdichtheitskonzeptes durch den Objektplaner.
- Erstellung eines Lüftungskonzeptes durch den Objektplaner oder beauftragten Fachplaner.

1.15 Verwendete Berechnungsprogramme

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm Dämmwerk 2026 Bauphysik-Software, Kern Ingenieurkonzepte in der derzeit gültigen Version.

2 Positionsübersichten

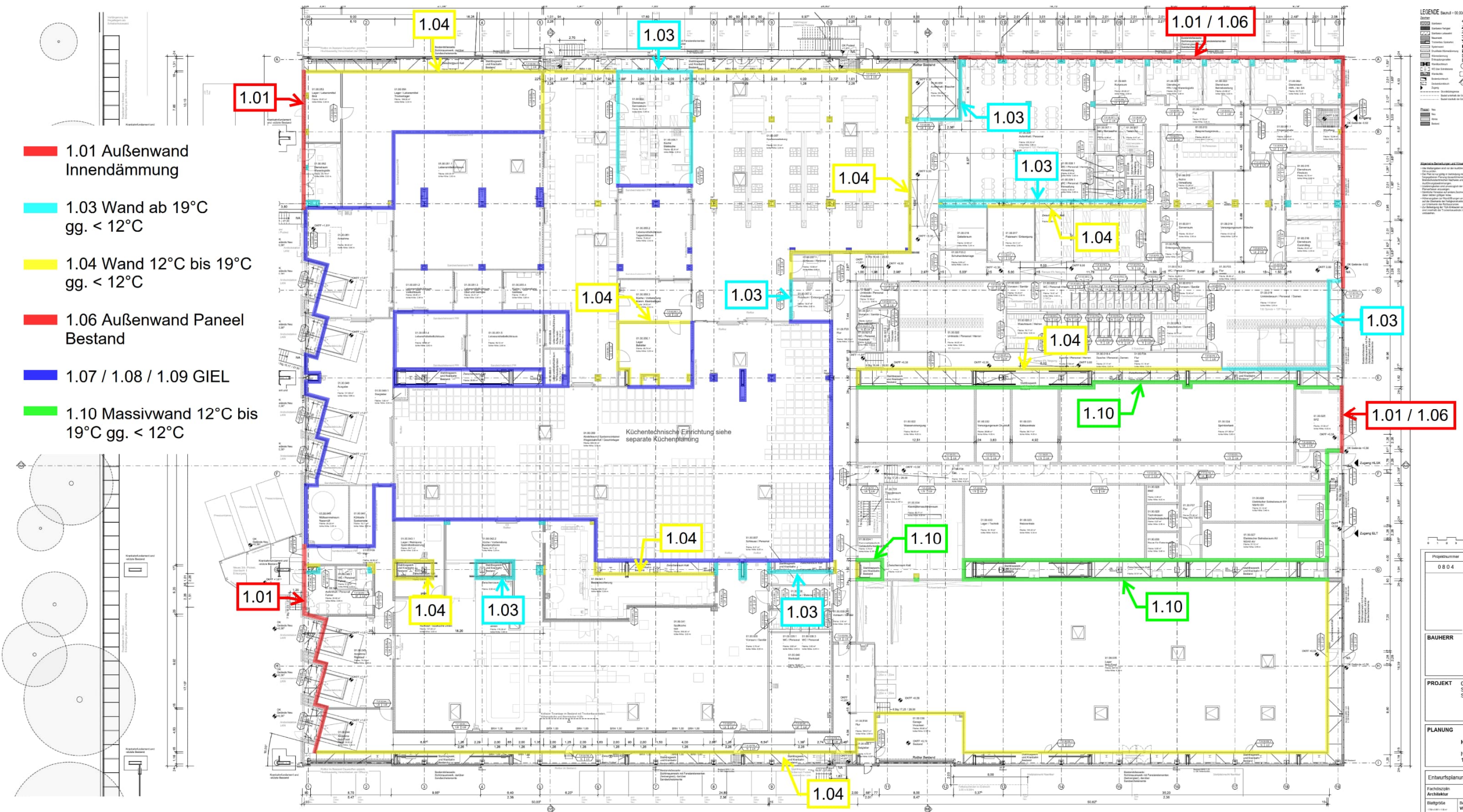


Bild 1: EG Wände

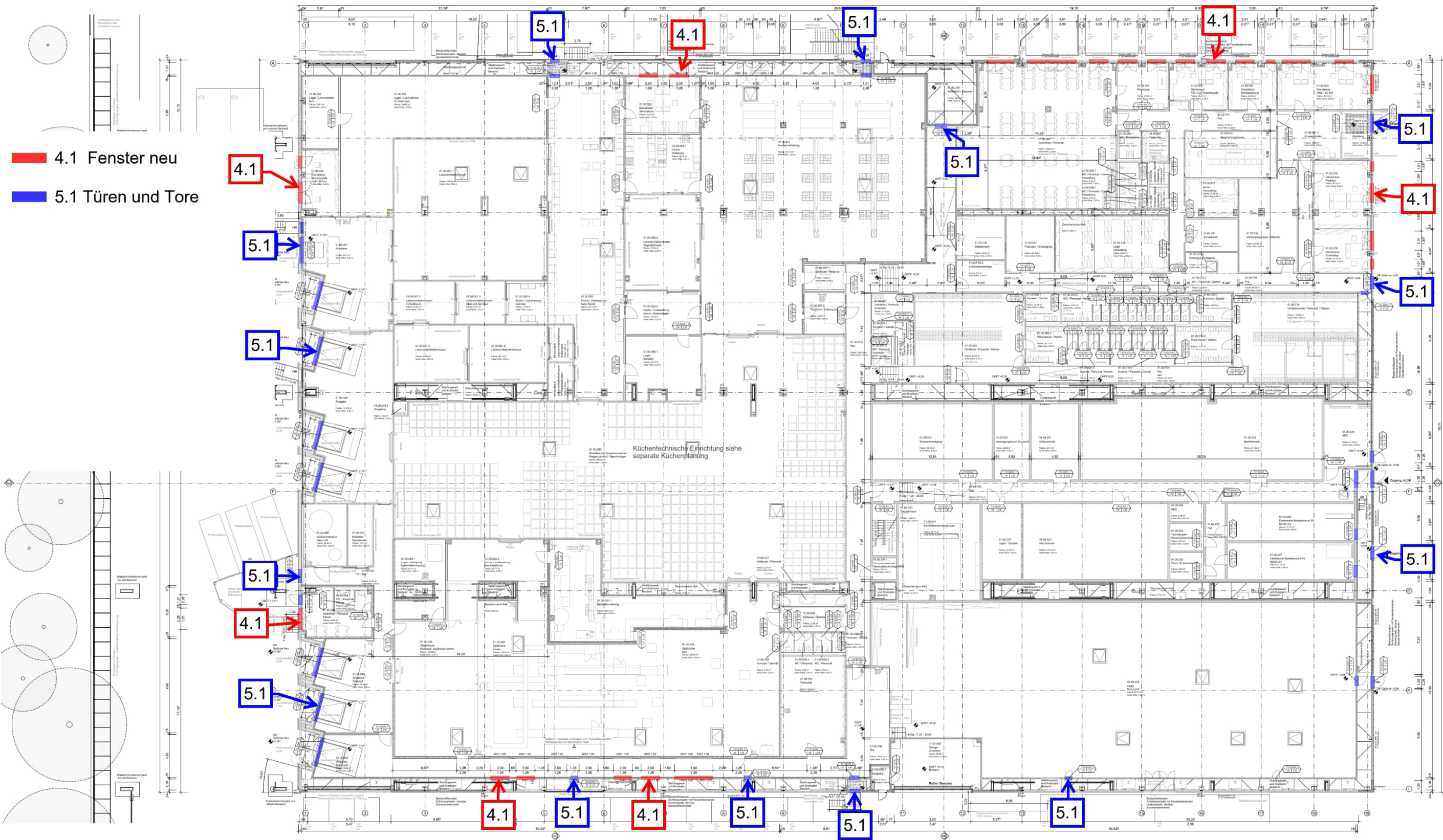


Bild 2: EG Fenster, Türen, Tore

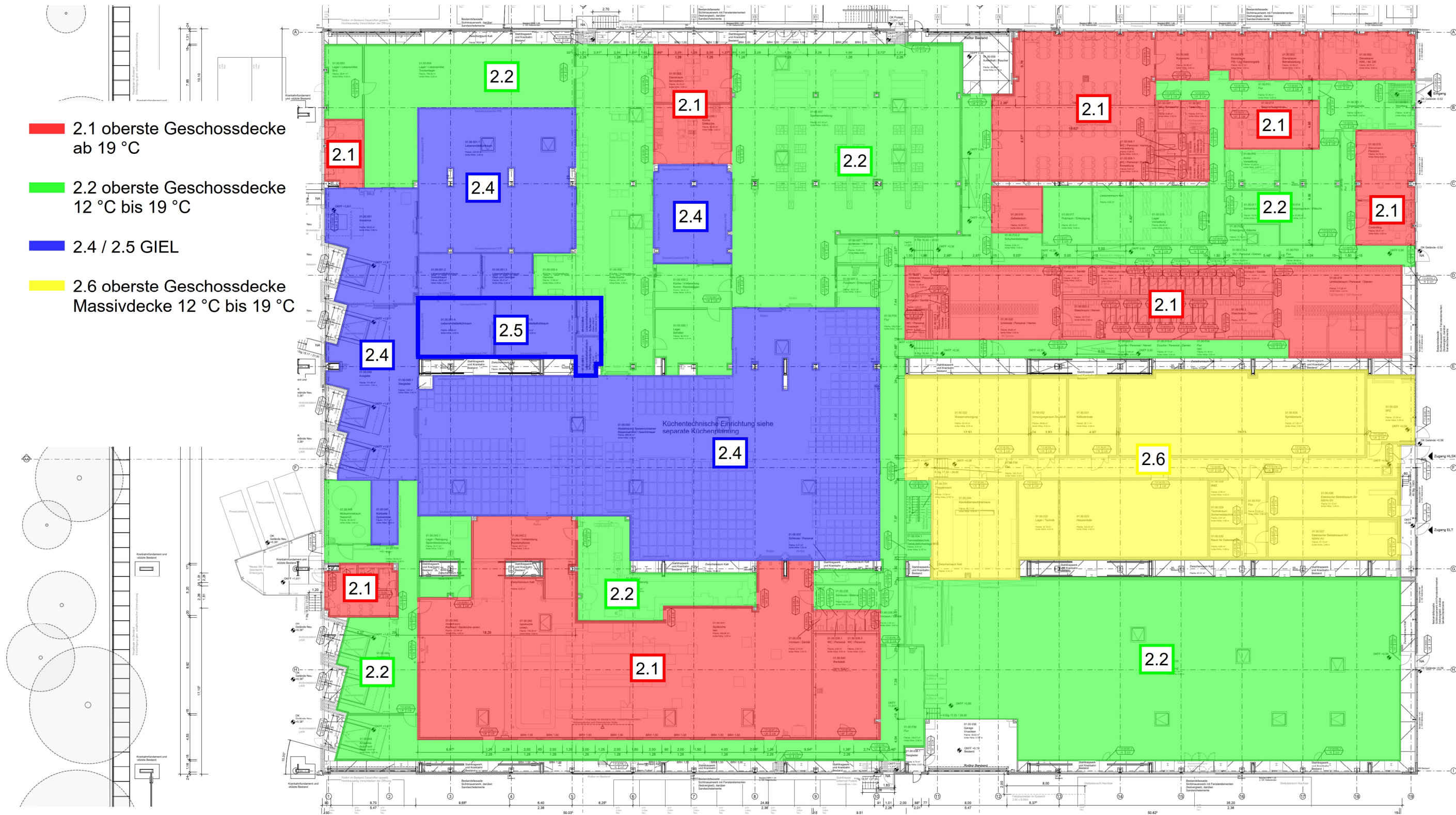


Bild 3: Decken

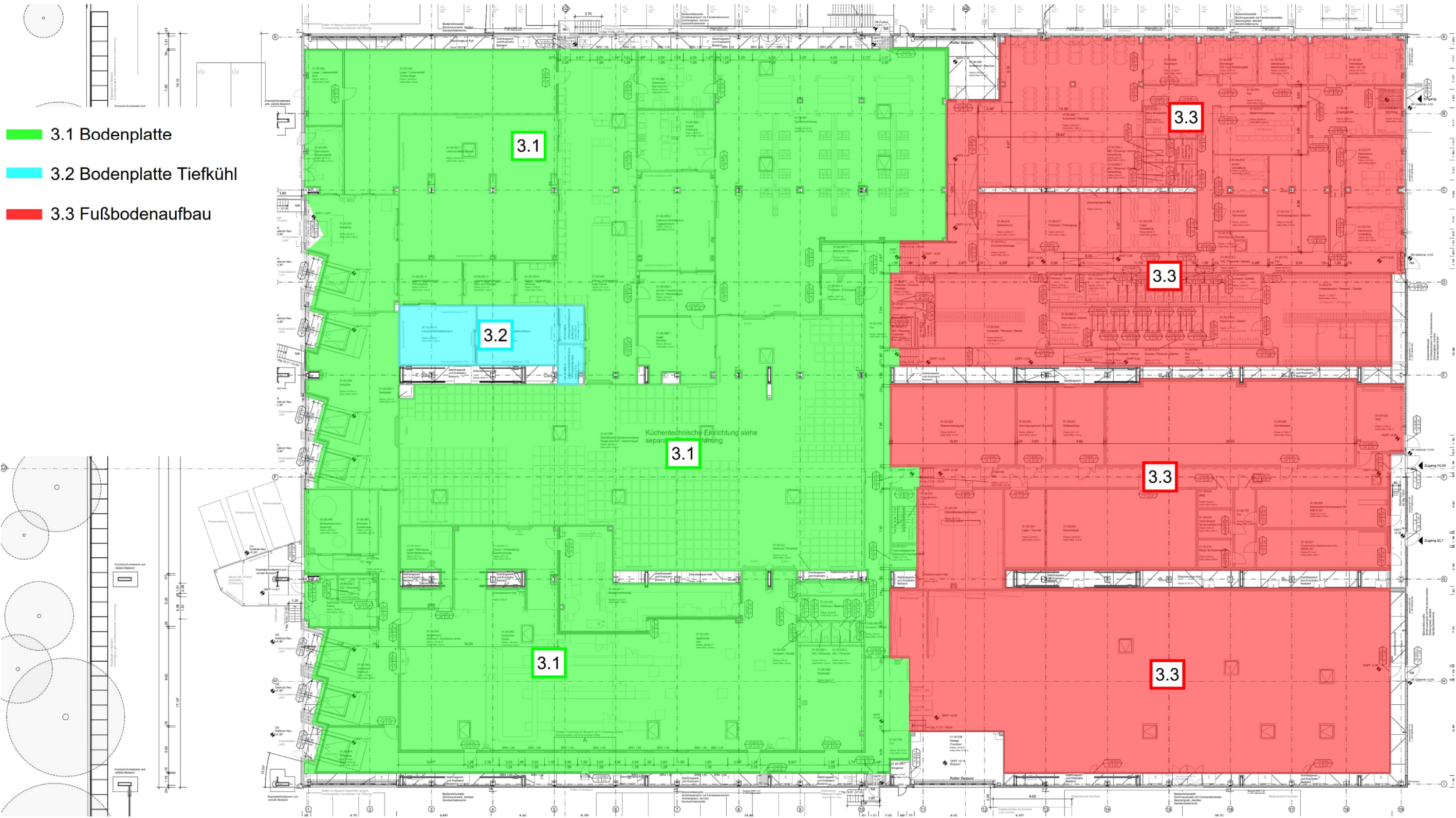


Bild 4: Fußbodenaufbau

3 Zonierung

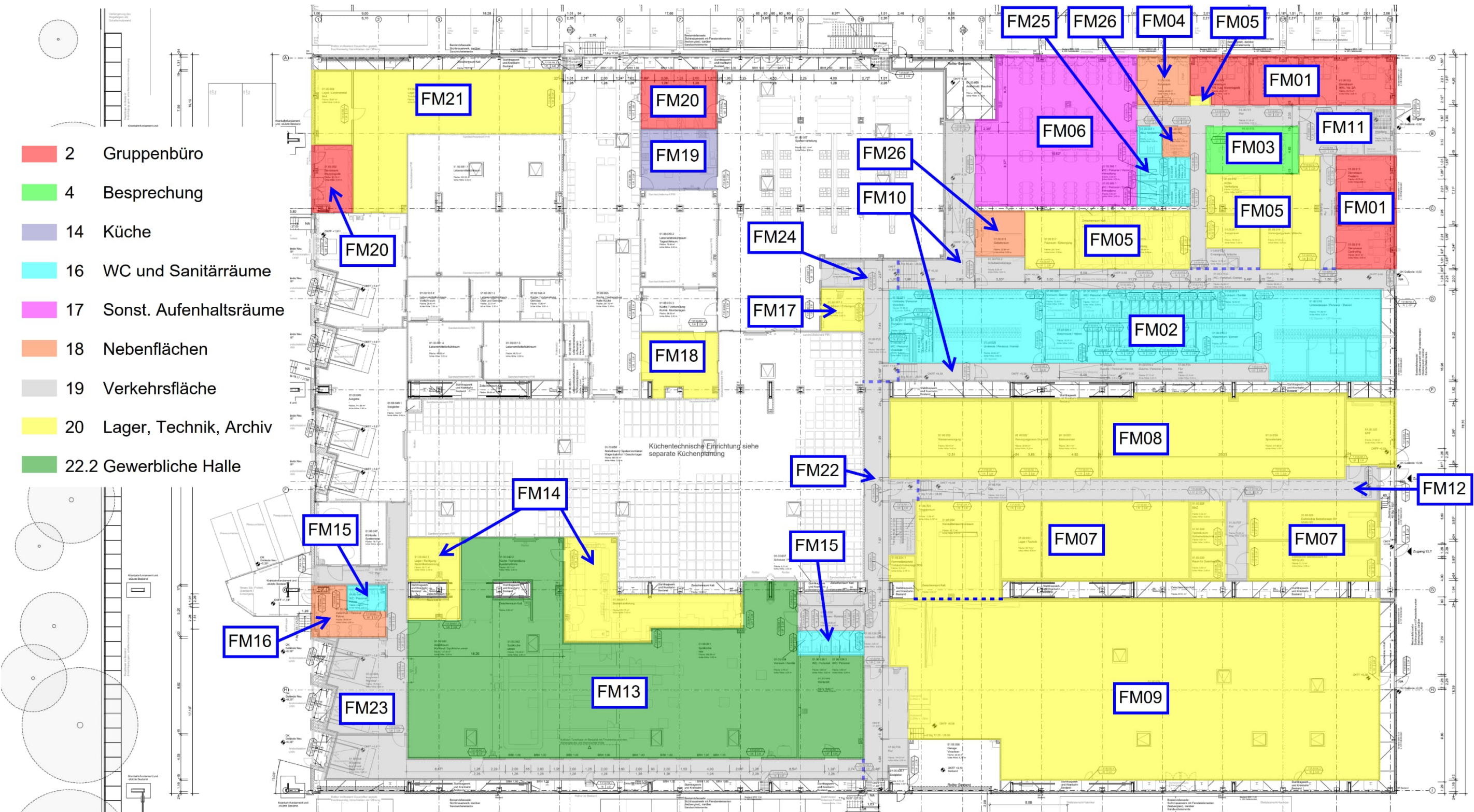


Bild 5: Zonierung

4 Nachweise nach GEG

4.1 Ergebnisse

Baulicher Wärmeschutz

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

in Bestandsgebäuden mit $U_{\max} = \text{Höchstwerte} \cdot 1.25$ (§ 50 mit Rundungsregel)

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
$U_{\max}$	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,40	1,90	1,90	3,10
$U_{\max}$	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,60	3,50	3,80	3,90
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$		0,19	1,10		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$		0,22	1,10		

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

- " 11 F 0100 FG ", $A_{\text{Rand}} = 184,2 - 18,7 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 15 F 0200 FG ", $A_{\text{Rand}} = 410,4 - 377,0 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 17 F 0300 FG ", $A_{\text{Rand}} = 48,3 - 48,3 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 22 F 0400 FG ", $A_{\text{Rand}} = 28,9 - 1,4 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 25 F 0500 FG ", $A_{\text{Rand}} = 214,3 - 212,5 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 33 F 0600 FG ", $A_{\text{Rand}} = 250,2 - 133,2 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 42 F 0700 FG ", $A_{\text{Rand}} = 410,7 - 382,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 53 F 0800 FG ", $A_{\text{Rand}} = 445,8 - 411,2 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 62 F 0900 FG ", $A_{\text{Rand}} = 896,3 - 626,5 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 74 F 1000 FG ", $A_{\text{Rand}} = 247,3 - 231,0 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 80 F 1100 FG ", $A_{\text{Rand}} = 145,1 - 118,4 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 85 F 1200 FG ", $A_{\text{Rand}} = 131,1 - 118,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- " 95 F 1300 FG ", $A_{\text{Rand}} = 736,8 - 671,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "105 F 1400 FG ", $A_{\text{Rand}} = 152,6 - 152,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "107 F 1500 FG ", $A_{\text{Rand}} = 27,9 - 25,0 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "113 F 1600 FG ", $A_{\text{Rand}} = 31,1 - 7,4 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "117 F 1700 FG ", $A_{\text{Rand}} = 20,3 - 20,3 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "125 F 1800 FG ", $A_{\text{Rand}} = 55,6 - 55,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "130 F 1900 FG ", $A_{\text{Rand}} = 51,9 - 51,9 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- "142 F 2000 FG ", $A_{\text{Rand}} = 78,3 - 21,5 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"151 F 2100 FG ", $A_{Rand} = 226,8 - 110,3 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"164 F 2200 FG ", $A_{Rand} = 186,7 - 105,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"187 F 2300 FG ", $A_{Rand} = 275,2 - 93,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"193 F 2400 FG ", $A_{Rand} = 53,2 - 53,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"196 F 2500 FG ", $A_{Rand} = 34,2 - 34,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"199 F 2600 FG ", $A_{Rand} = 34,0 - 34,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} -42,1\%$

Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 50

zul $q_{P,REF} = 1.4 \cdot 126,1 = 176,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ (140%-Regel), aus der Referenzberechnung

vorh $q_P = 479.531 / 6085,2 = 78,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 78,8 \leq 176,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% E r n e u e r b a r e

Erfüllungsoption ohne rechnerischen Nachweis des Deckungsanteils

Erfüllungsoption: elektrisch angetriebene Wärmepumpe (§71c)

Heizbereiche ohne Wärmepumpe: keine (OK)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024 §71 **werden erfüllt**

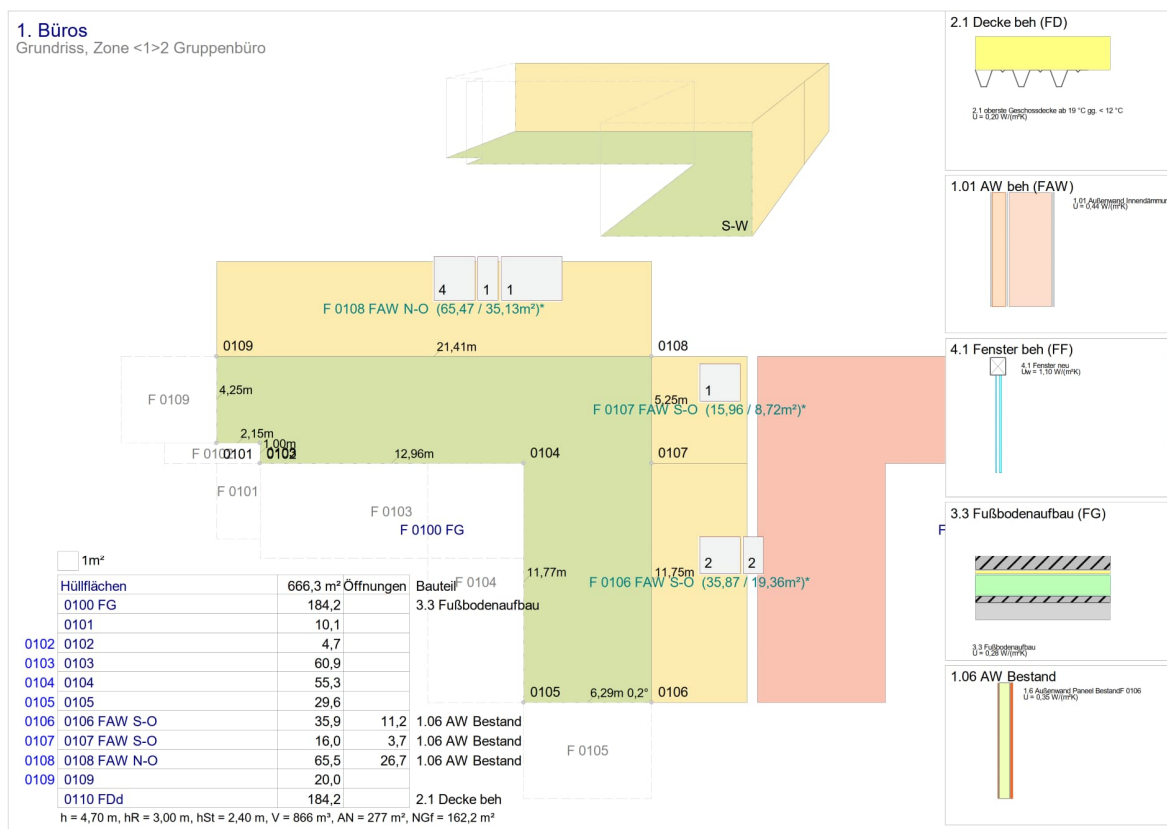
4.2 Kenndaten und Faltmodelle

Es wurden die folgenden Bezugsgrößen ermittelt:

Wärmeübertragende Umfassungsfläche $A = 14.470 \text{ m}^2$

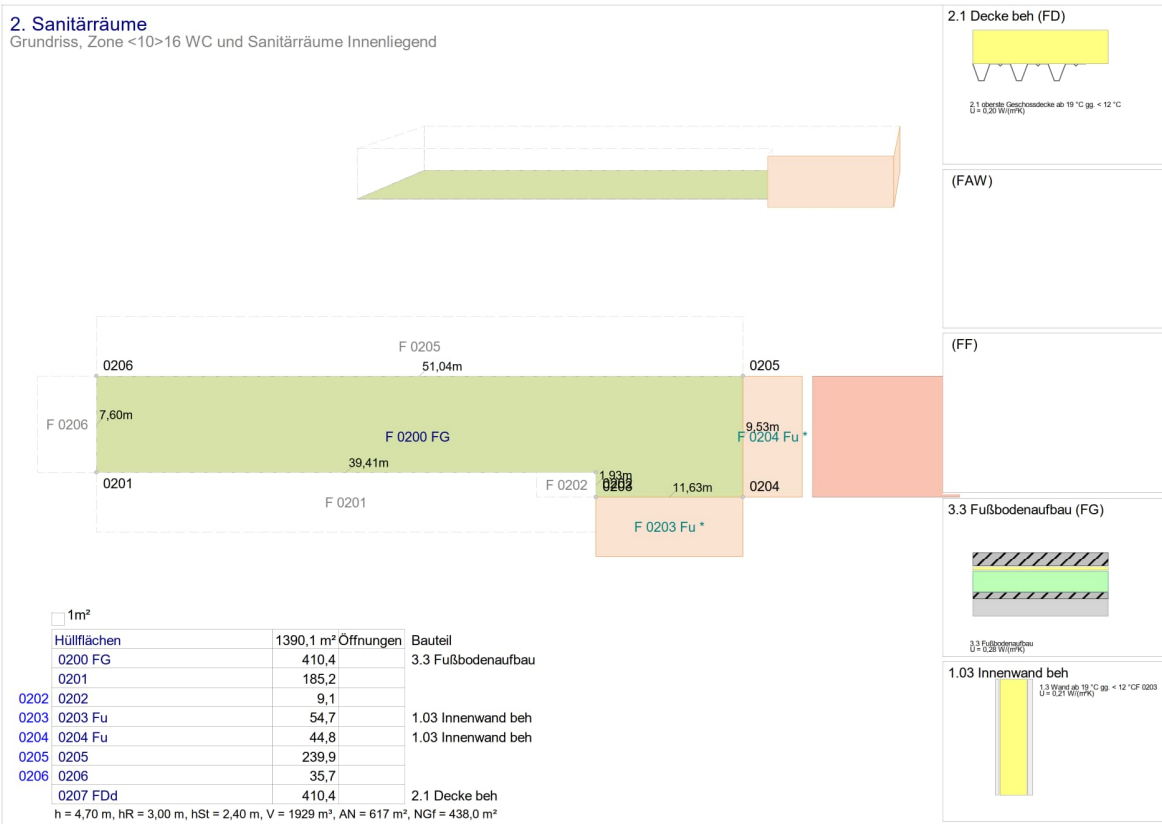
Nettogrundfläche $A_{\text{NGF}} = 6.044 \text{ m}^2$

Beheiztes Luftvolumen (netto) $V_i = 18.520 \text{ m}^3$



2. Sanitärräume

Grundriss, Zone <10>16 WC und Sanitärräume Innenliegend

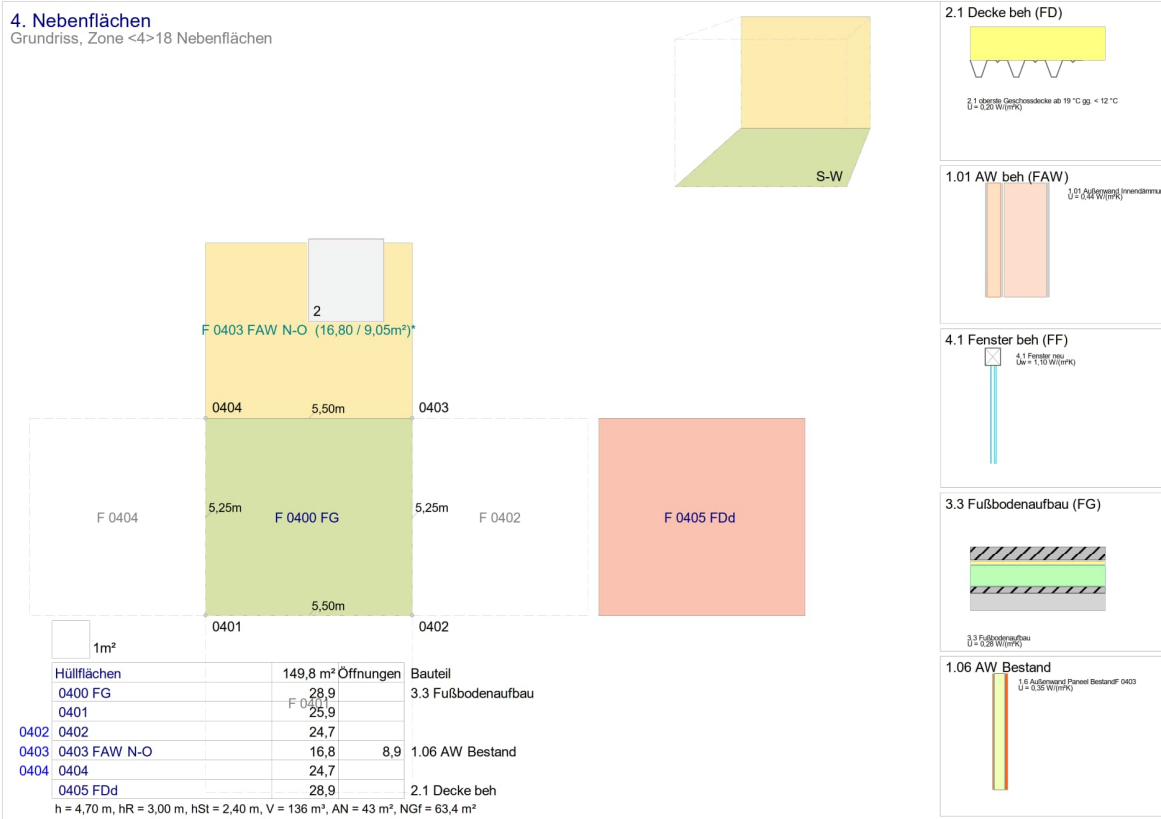
**3. Besprechung**

Grundriss, Zone <3>4 Besprechung Innenliegend



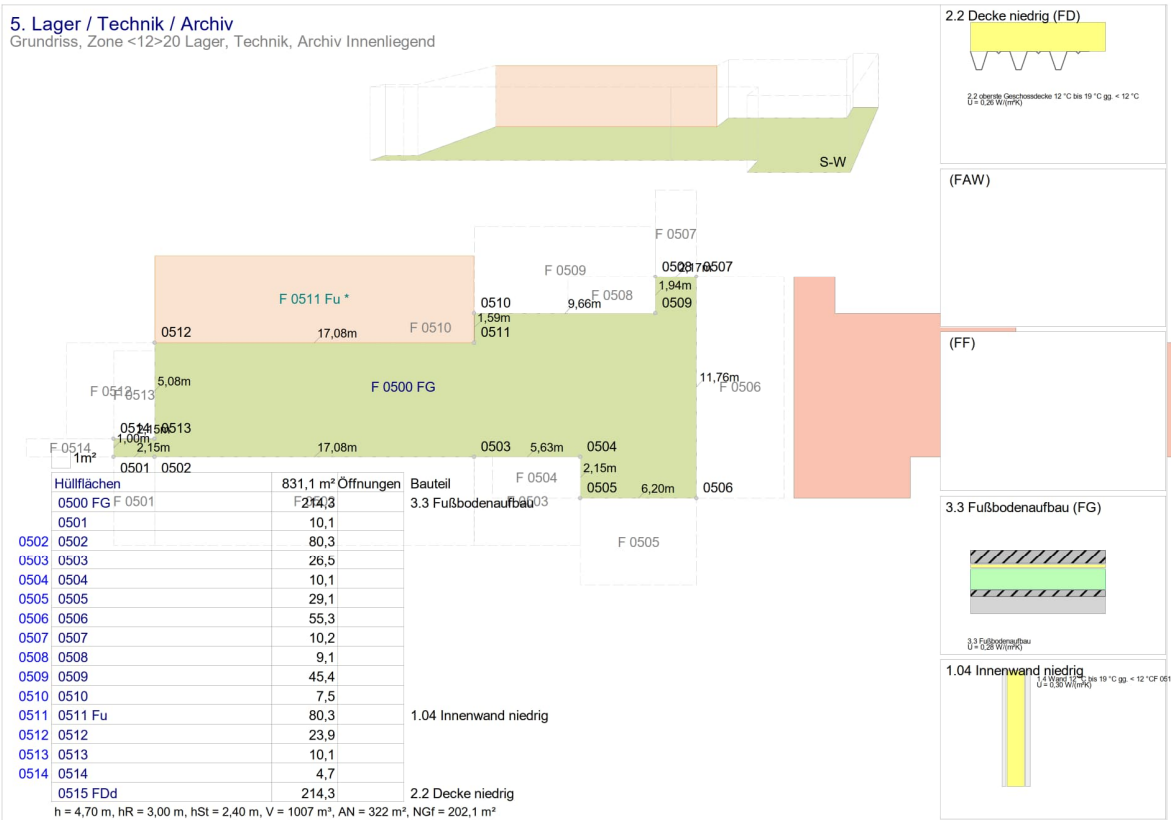
4. Nebenflächen

Grundriss, Zone <4>18 Nebenflächen



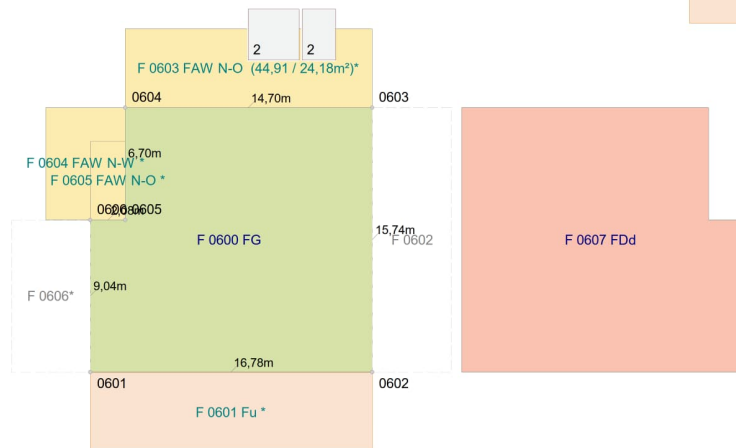
5. Lager / Technik / Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



6. Aufenthaltsräume

Grundriss, Zone <6>17 Sonst. Aufenth.



1m²	Hüllflächen	781,9 m² Öffnungen	Bauteil
0600	FG	250,2	3.3 Fußbodenaufbau
0601	Fu	78,9	1.03 Innenwand beh
0602		74,0	
0603	FAW N-O	44,9	1.06 AW Bestand
0604	FAW N-W	31,5	1.03 Innenwand beh
0605	FAW N-O	9,8	1.03 Innenwand beh
0606		42,5	
0607	FdD	250,2	2.1 Decke beh

h = 4,70 m, hR = 3,00 m, hSt = 2,40 m, V = 1176 m³, AN = 376 m², NGf = 237,8 m²

2.1 Decke beh (FD)

2.1 oberste Geschossdecke ab 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,20 W/(m²K)

1.01 AW beh (FAW)

1.01 Außenwand Innenabdichtung
U = 0,84 W/(m²K)

4.1 Fenster beh (FF)

4.1 Fenster (Wdh)
U = 1,10 W/(m²K)

3.3 Fußbodenaufbau (FG)

3.3 Fußbodenaufbau
U = 0,28 W/(m²K)

1.03 Innenwand beh

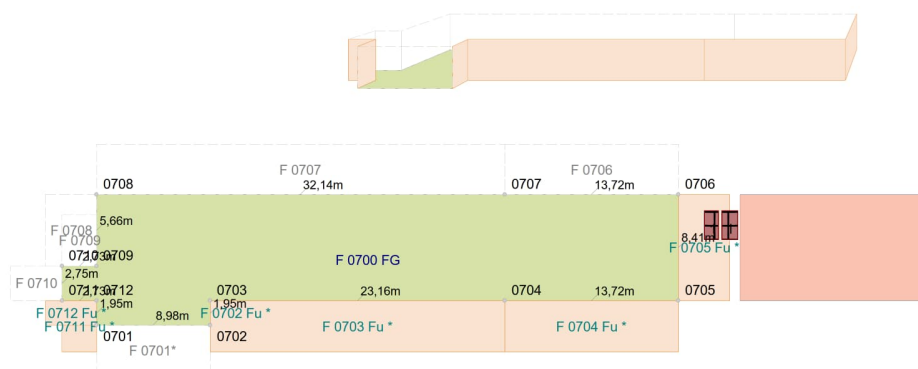
1.03 Innenwand (Wdh) ab 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,41 W/(m²K)

1.06 AW Bestand

1.06 Außenwand-Paneele Bestand 0603
U = 0,35 W/(m²K)

7. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



1m²	Hüllflächen	1292,9 m² Öffnungen	Bauteil
0700	FG	410,7	3.3 Fußbodenaufbau
0701		35,9	
0702	Fu	7,8	1.04 Innenwand niedrig
0703	Fu	92,6	1.04 Innenwand niedrig
0704	Fu	54,9	1.04 Innenwand niedrig
0705	Fu	33,6	1.04 Innenwand niedrig
0706		54,9	
0707		128,6	
0708		22,6	
0709		10,9	
0710		11,0	
0711	Fu	10,9	1.04 Innenwand niedrig
0712	Fu	7,8	1.04 Innenwand niedrig
0713	FdD	410,7	2.6 Masivdecke niedrig

h = 4,00 m, hR = 3,00 m, hSt = 2,40 m, V = 1643 m³, AN = 526 m², NGf = 374,4 m²

2.6 Masivdecke niedrig (FD)

2.6 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C Masivdecke
U = 0,31 W/(m²K)

(FAW)

(FF)

3.3 Fußbodenaufbau (FG)

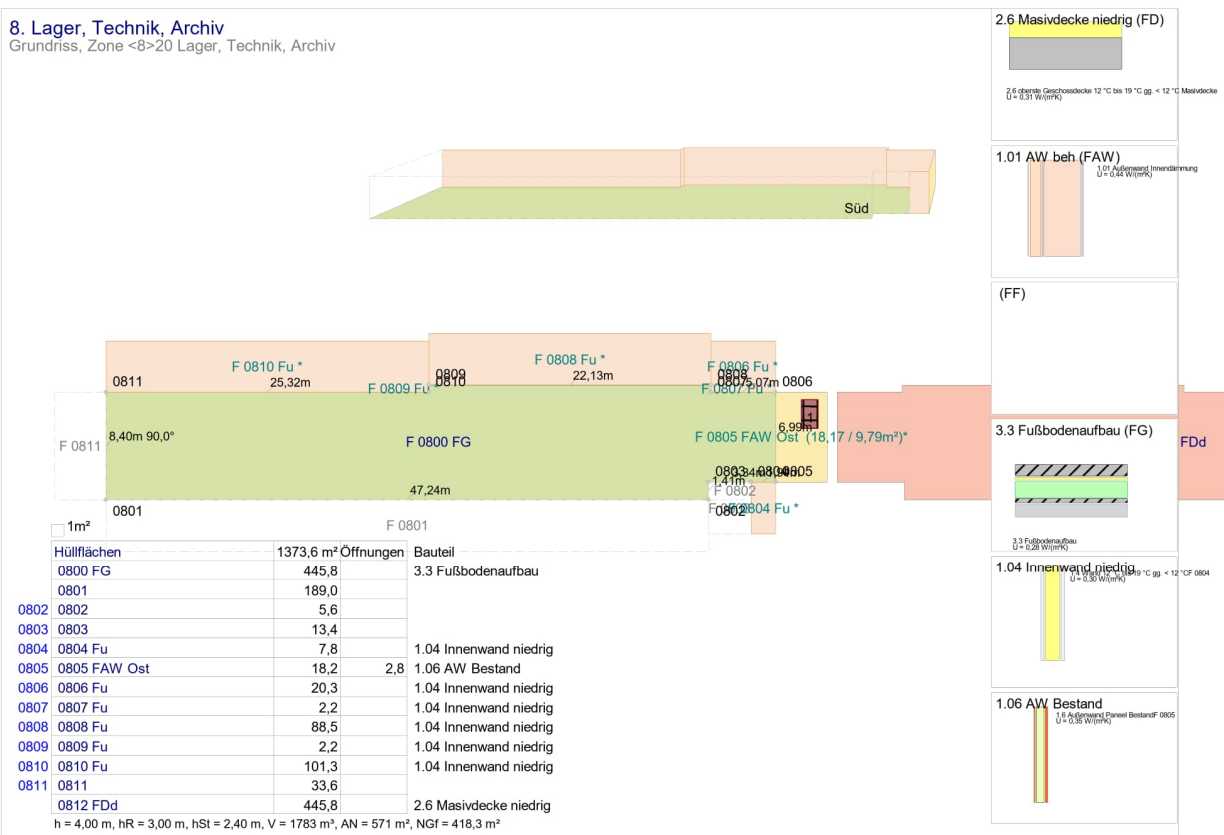
3.3 Fußbodenaufbau
U = 0,28 W/(m²K)

1.04 Innenwand niedrig

1.04 Innenwand (Wdh) ab 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,30 W/(m²K)

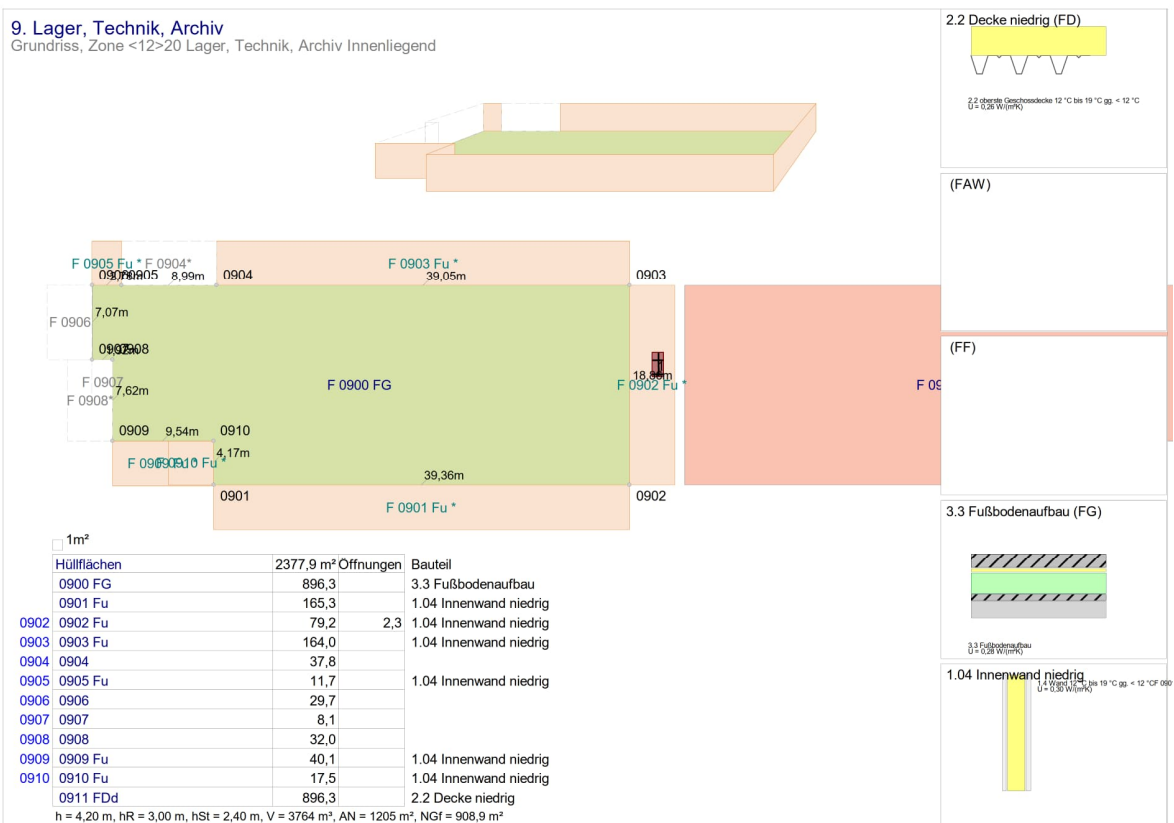
8. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <6>20 Lager, Technik, Archiv



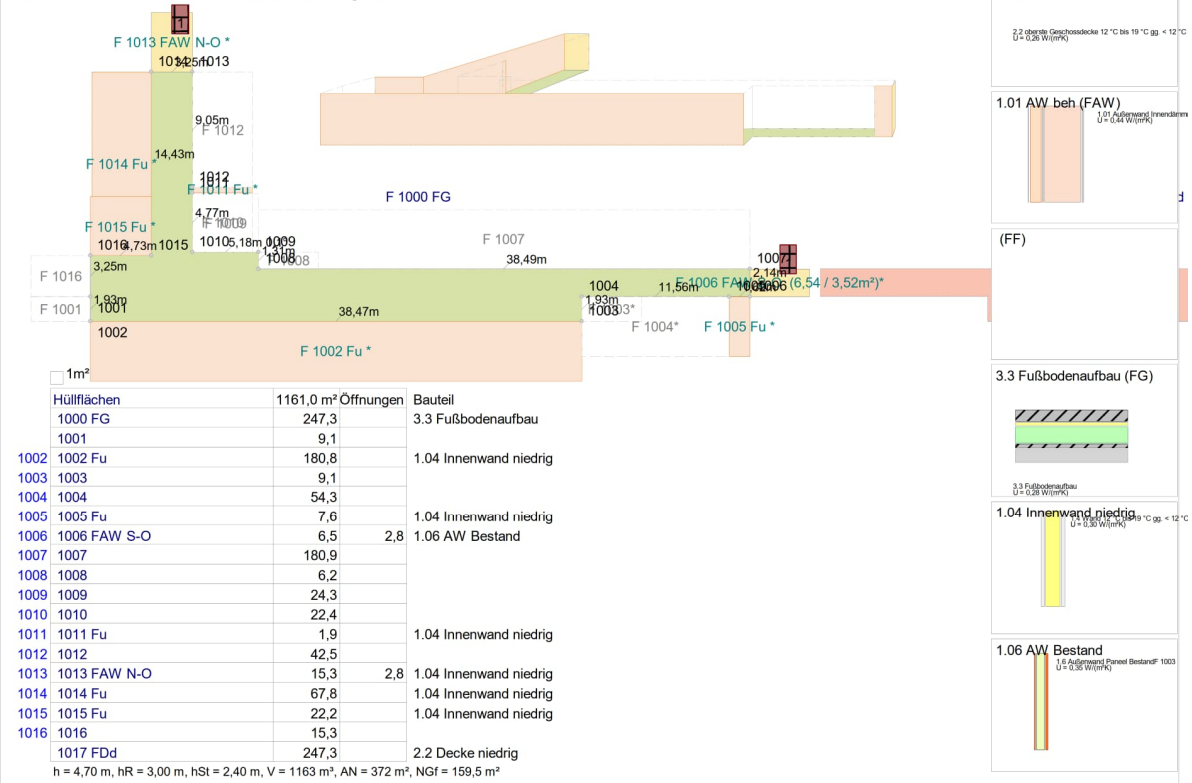
9. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



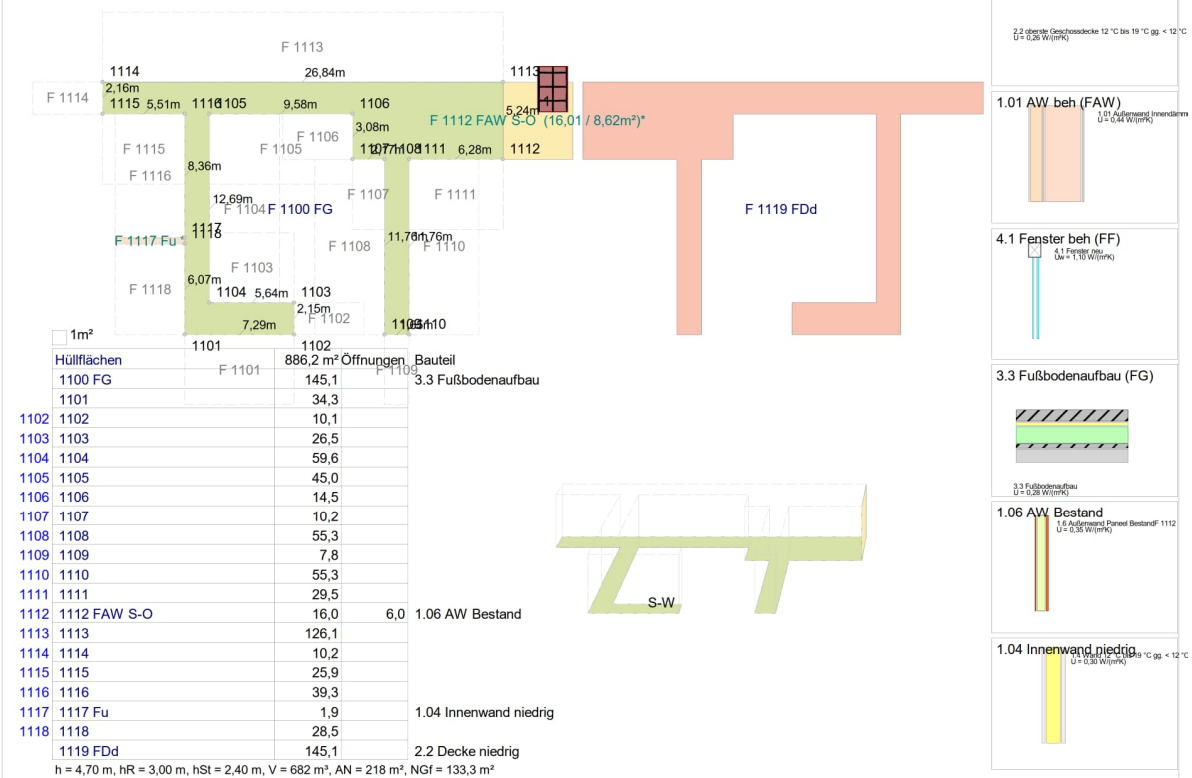
10. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <13>19 Verkehrsfläche Innenlegend



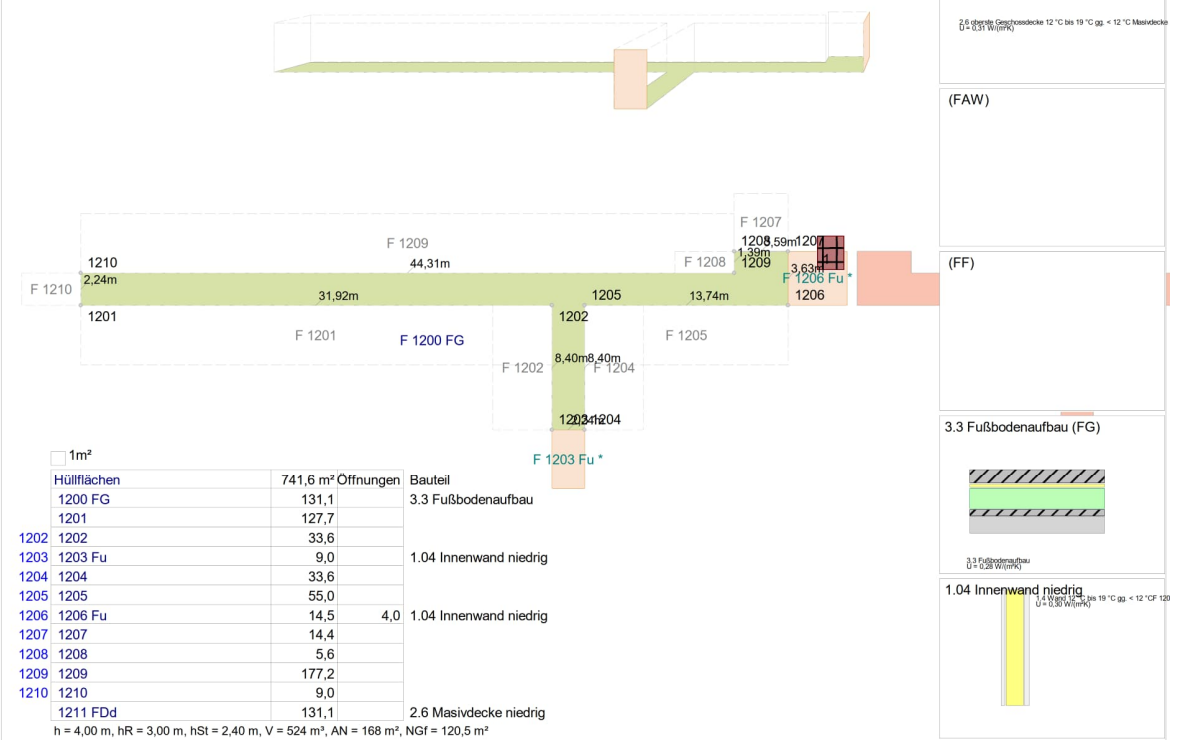
11. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <7>19 Verkehrsfläche



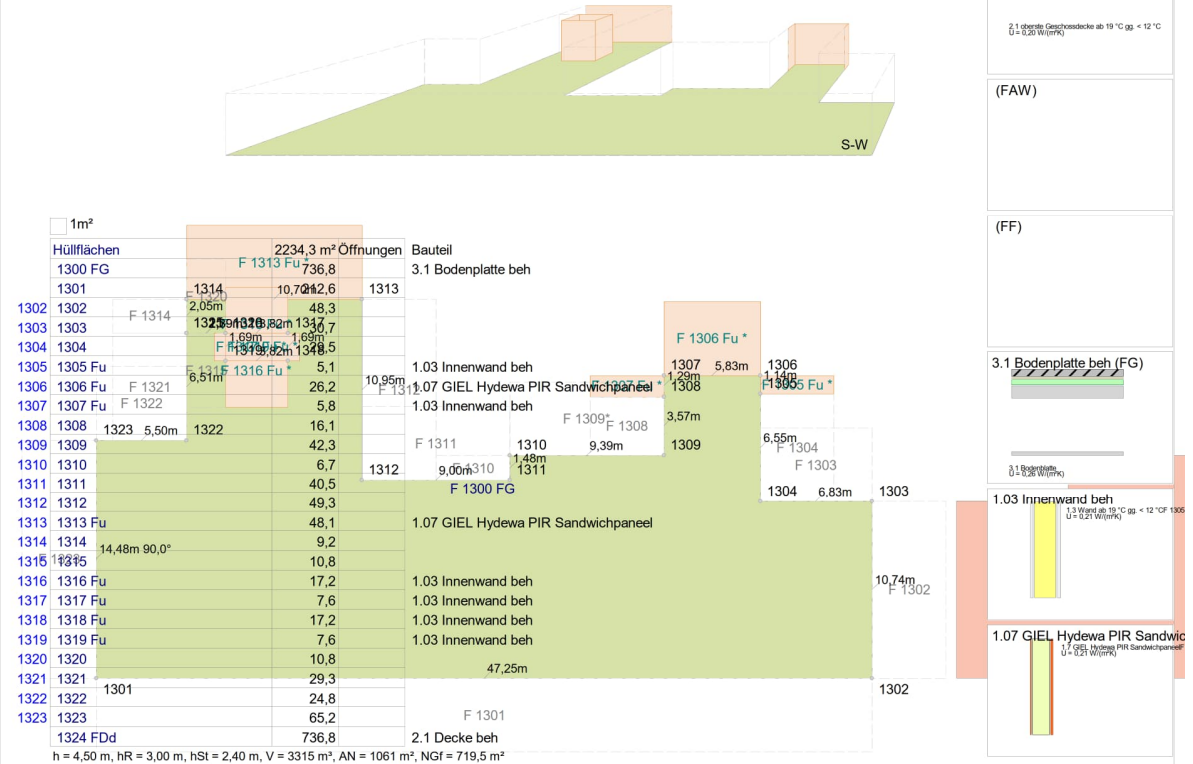
12. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <13>19 Verkehrsfläche Innenliegend



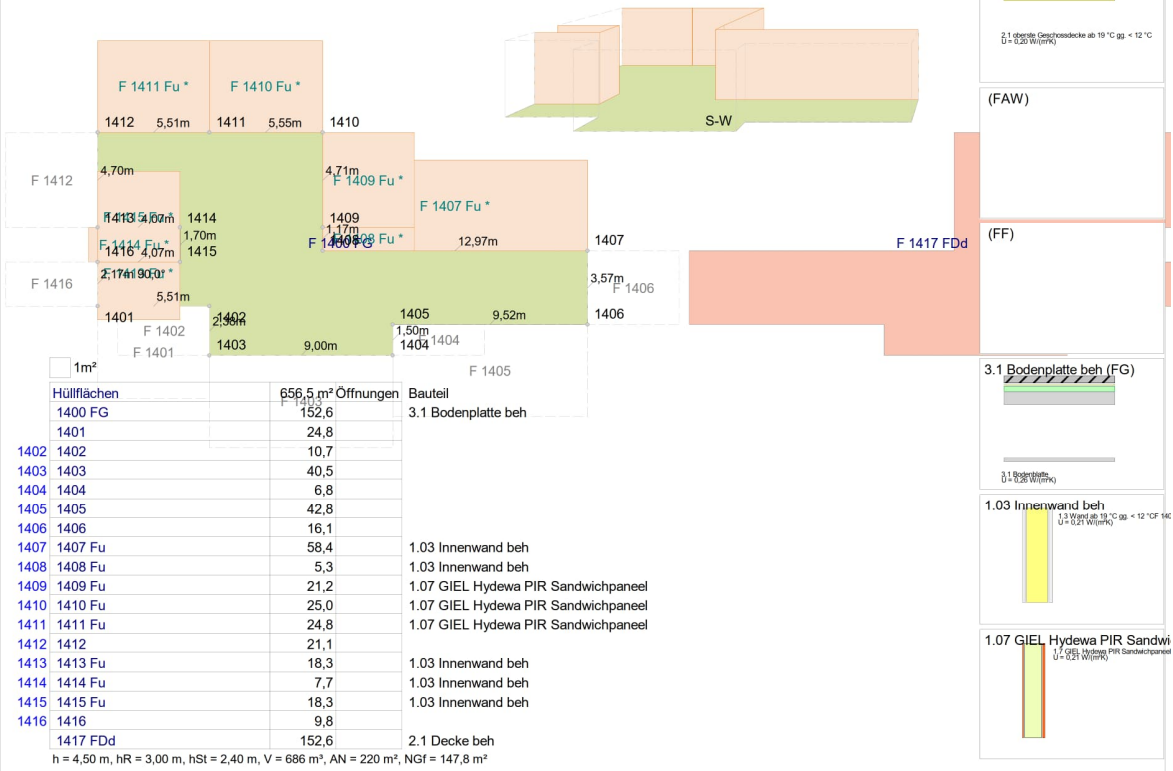
13. Spülküche

Grundriss, Zone <9>22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend



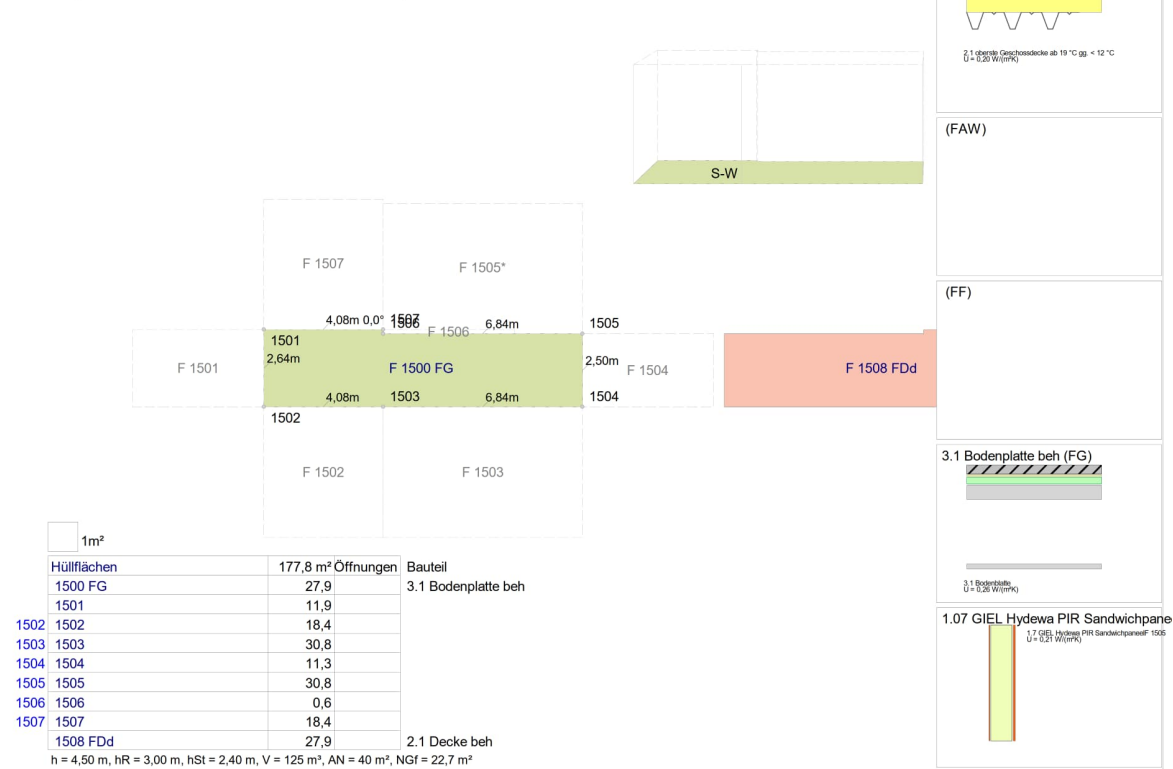
14. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



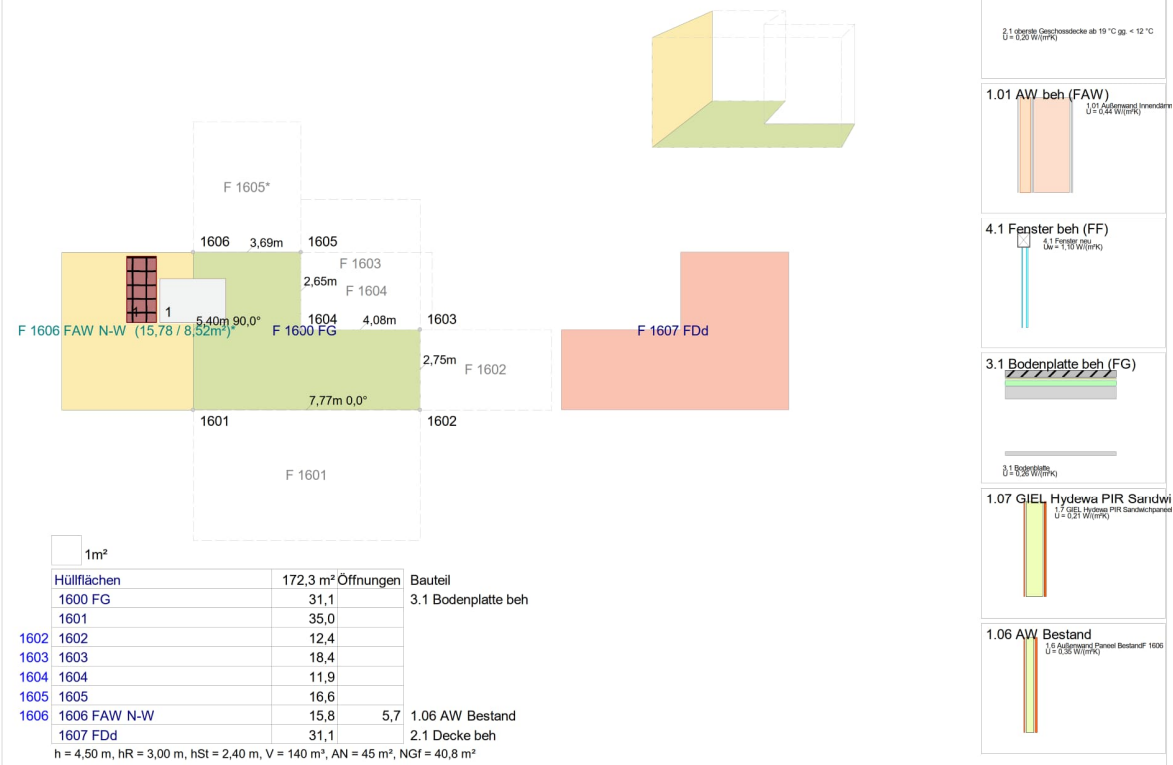
15. WC und Sanitärräume

Grundriss, Zone <10>16 WC und Sanitärräume Innenliegend



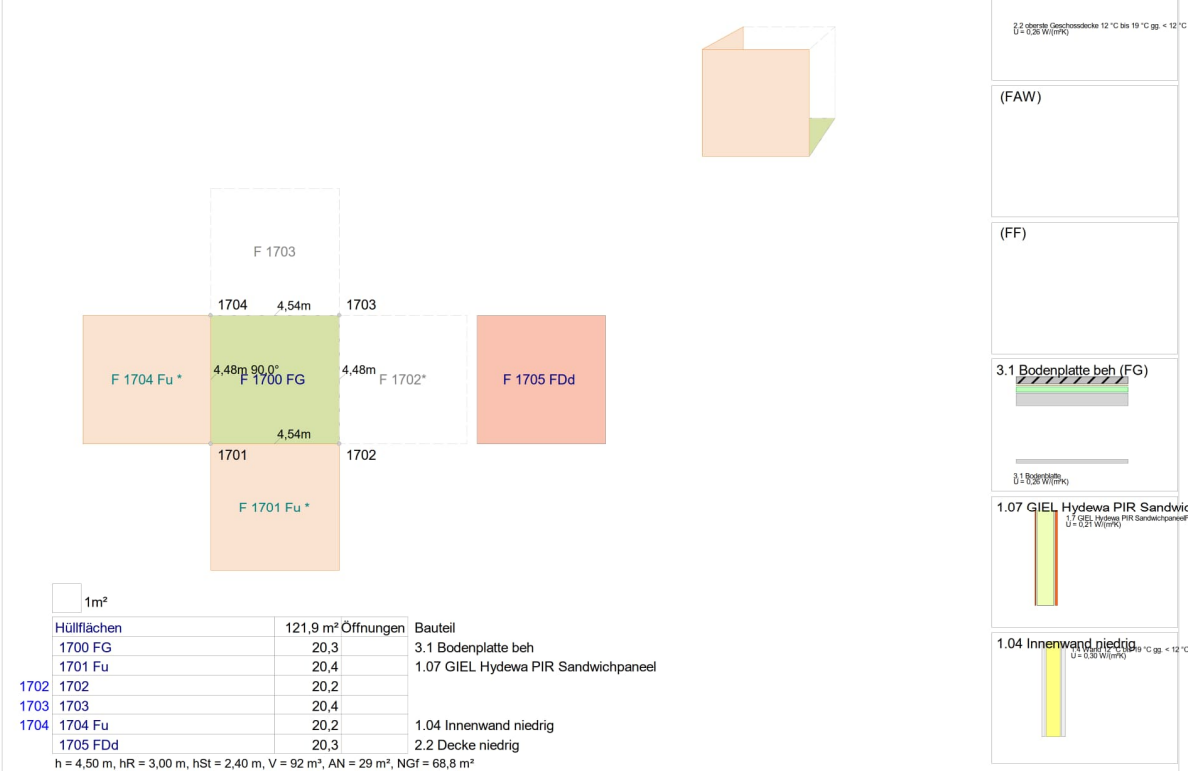
16. Nebenflächen

Grundriss, Zone <4>18 Nebenflächen



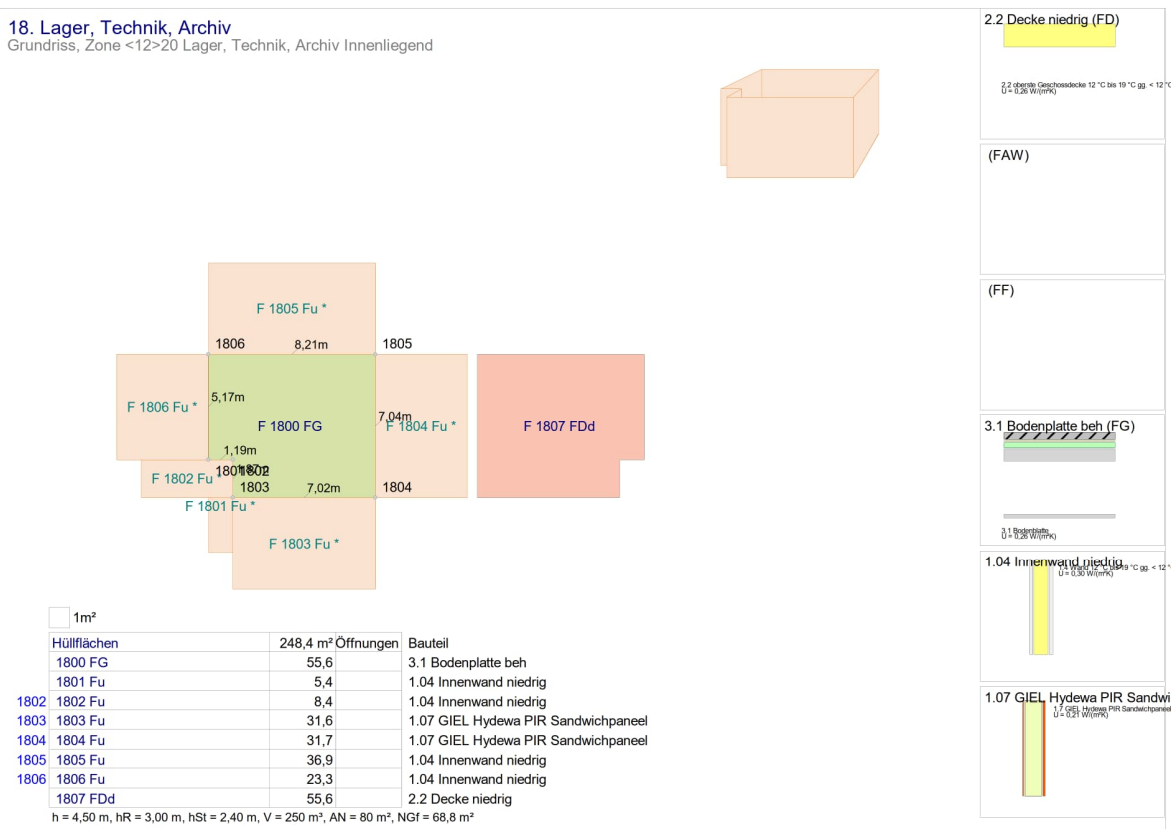
17. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



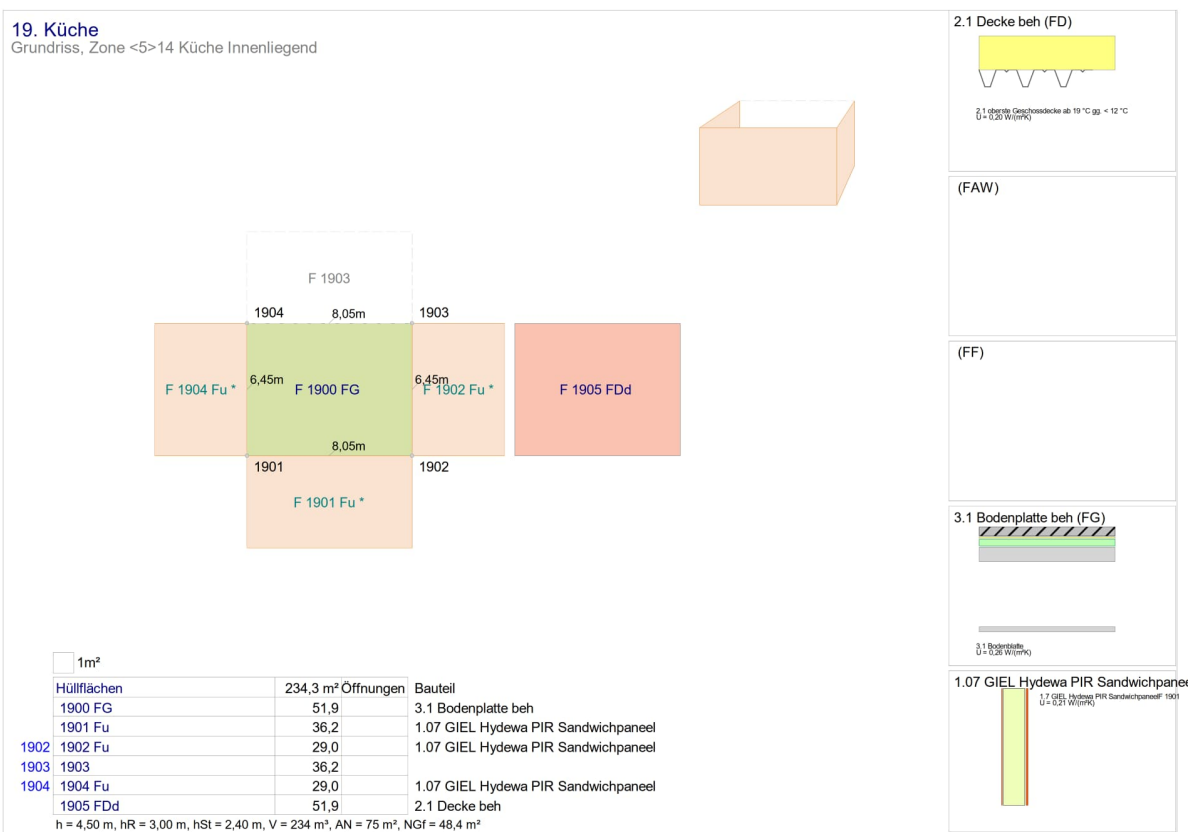
18. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <12>20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend



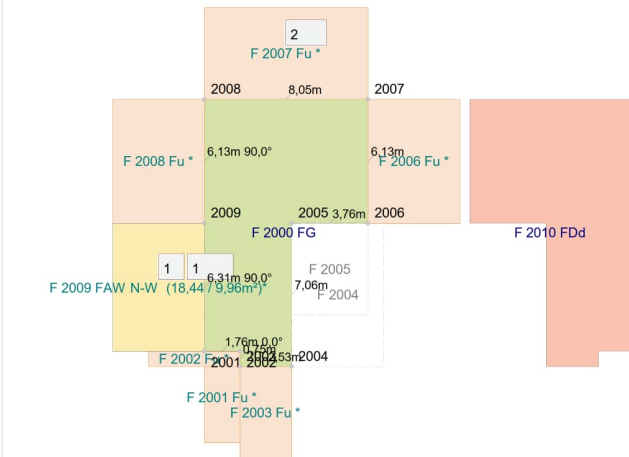
19. Küche

Grundriss, Zone <5>14 Küche Innenliegend



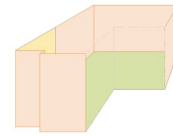
20. Gruppenbüro

Grundriss, Zone <1>2 Gruppenbüro



Hüllflächen	337,8 m² Öffnungen	Bauteil
2000 FG	78,3	3.1 Bodenplatte beh
2001 Fu	7,9	1.03 Innenwand beh
2002 Fu	3,4	1.03 Innenwand beh
2003 Fu	11,4	1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
2004	31,8	
2005	16,9	
2006 Fu	27,6	1.03 Innenwand beh
2007 Fu	36,2	1.03 Innenwand beh
2008 Fu	27,6	1.03 Innenwand beh
2009 FAW N-W	18,4	1.06 AW Bestand
2010 FDd	78,3	2.1 Decke beh

h = 4,50 m, hR = 3,00 m, hSt = 2,40 m, V = 352 m³, AN = 113 m², NGf = 70,8 m²



2.1 Decke beh (FD)

2.1 (oberste Geschossdecke ab 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,20 W/(m²K)

1.01 AW beh (FAW)

1.01 Außenwand (Innenklima)
U = 0,44 W/(m²K)

4.1 Fenster beh (FF)

4.1 Fenster (aus)
Uw = 1,10 W/(m²K)

3.1 Bodenplatte beh (FG)

3.1 Bodenplatte
U = 0,26 W/(m²K)

1.03 Innenwand beh

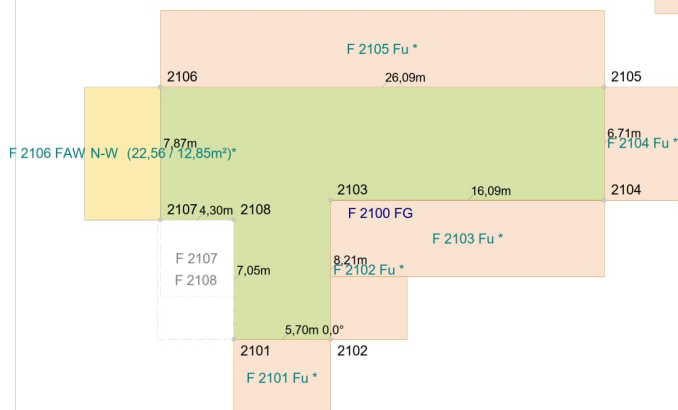
1.03 Wand ab 19 °C gg. < 12 °C 20K
U = 0,21 W/(m²K)

1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwi

1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
U = 0,21 W/(m²K)

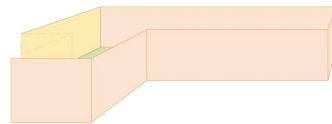
21. Lager, Technik, Archiv

Grundriss, Zone <8>20 Lager, Technik, Archiv



Hüllflächen	809,9 m² Öffnungen	Bauteil
2100 FG	226,8	3.1 Bodenplatte beh
2101 Fu	25,6	1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
2102 Fu	36,9	1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
2103 Fu	72,4	1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
2104 Fu	30,2	1.04 Innenwand niedrig
2105 Fu	117,4	1.04 Innenwand niedrig
2106 FAW N-W	22,6	1.06 AW Bestand
2107	19,4	
2108	31,7	
2109 FDd	226,8	2.2 Decke niedrig

h = 4,50 m, hR = 3,00 m, hSt = 2,40 m, V = 1021 m³, AN = 327 m², NGf = 213,4 m²



2.2 Decke niedrig (FD)

2.2 (oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,20 W/(m²K)

1.01 AW beh (FAW)

1.01 Außenwand (Innenklima)
U = 0,44 W/(m²K)

(FF)

3.1 Bodenplatte beh (FG)

3.1 Bodenplatte
U = 0,26 W/(m²K)

1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwic

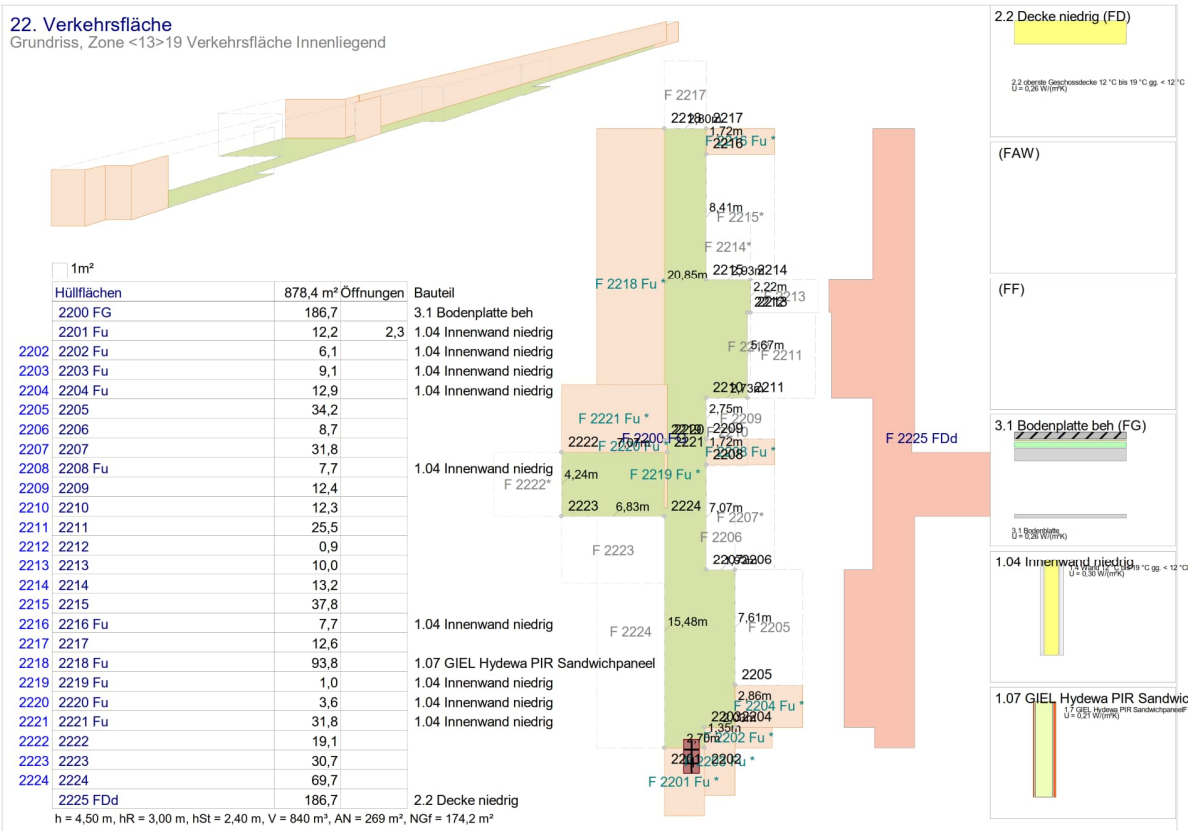
1.07 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel
U = 0,21 W/(m²K)

1.04 Innenwand niedrig

1.04 Wand ab 19 °C gg. < 12 °C
U = 0,30 W/(m²K)

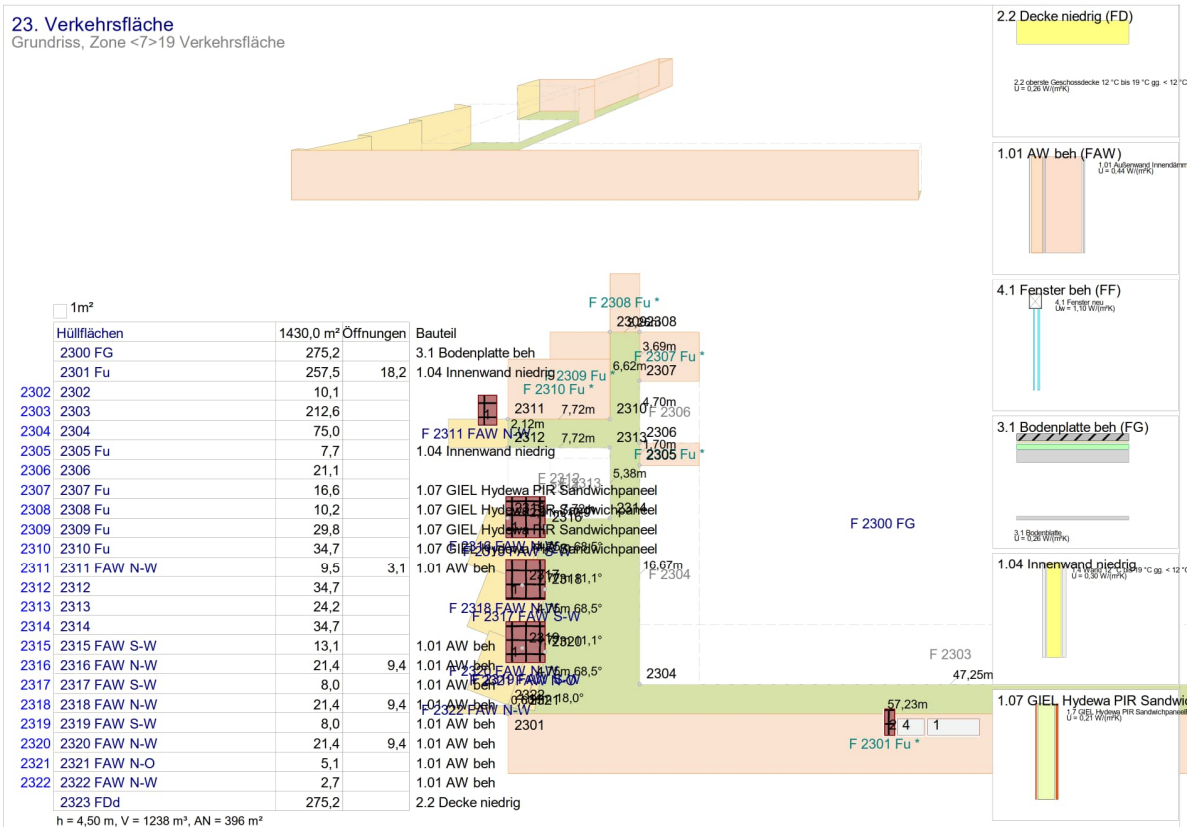
22. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <13>19 Verkehrsfläche Innenliegend



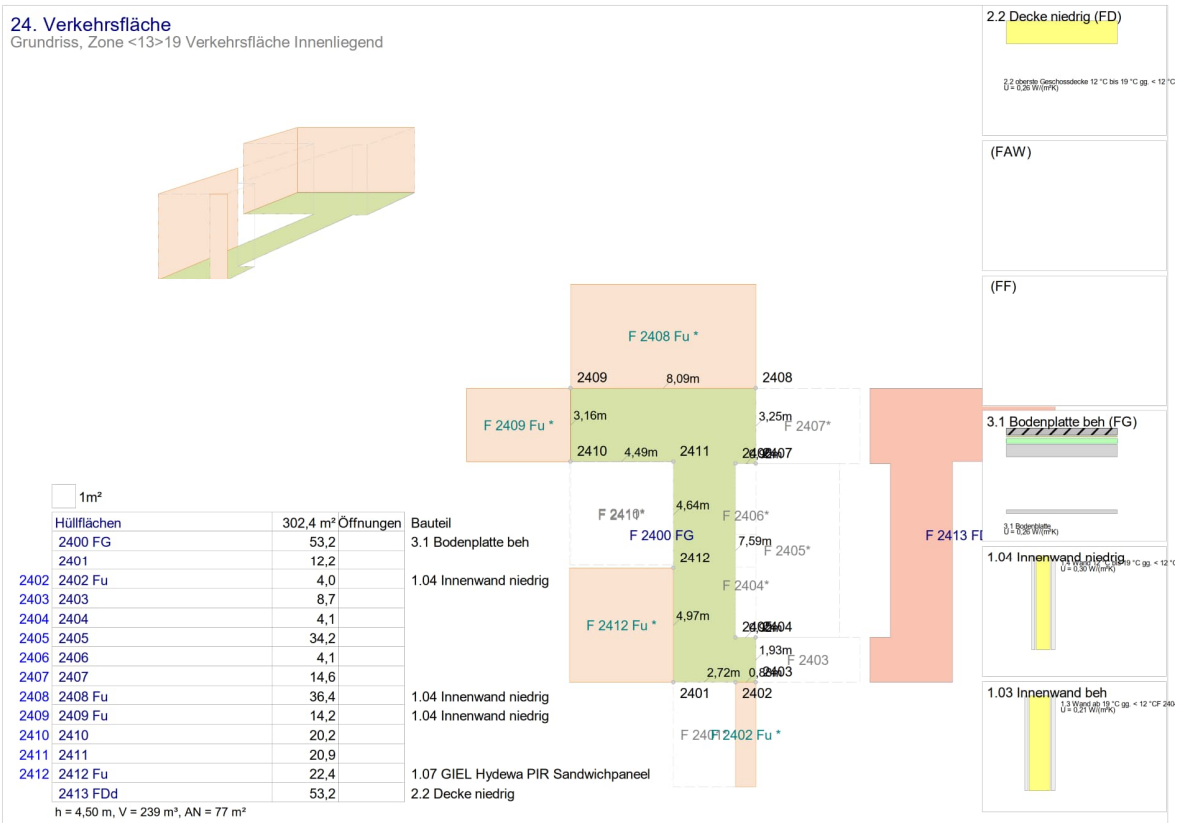
23. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <7>19 Verkehrsfläche



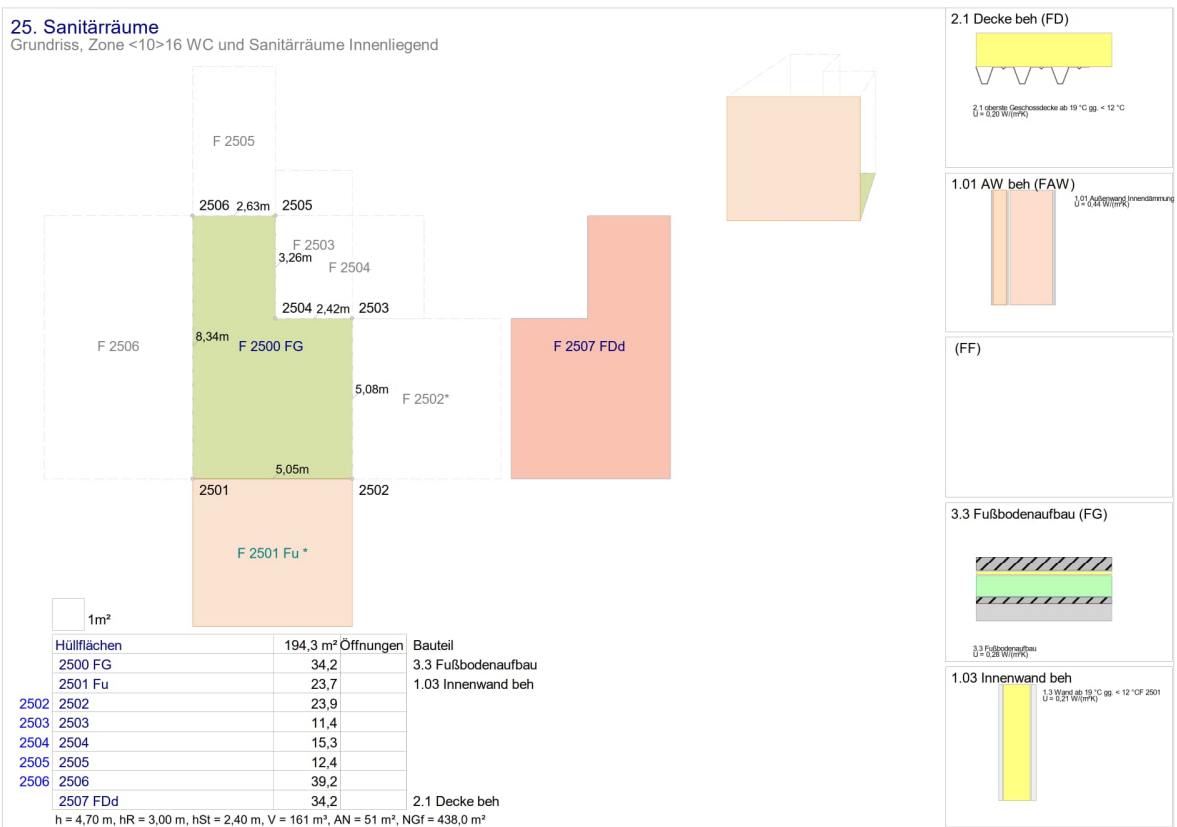
24. Verkehrsfläche

Grundriss, Zone <13>19 Verkehrsfläche Innenliegend



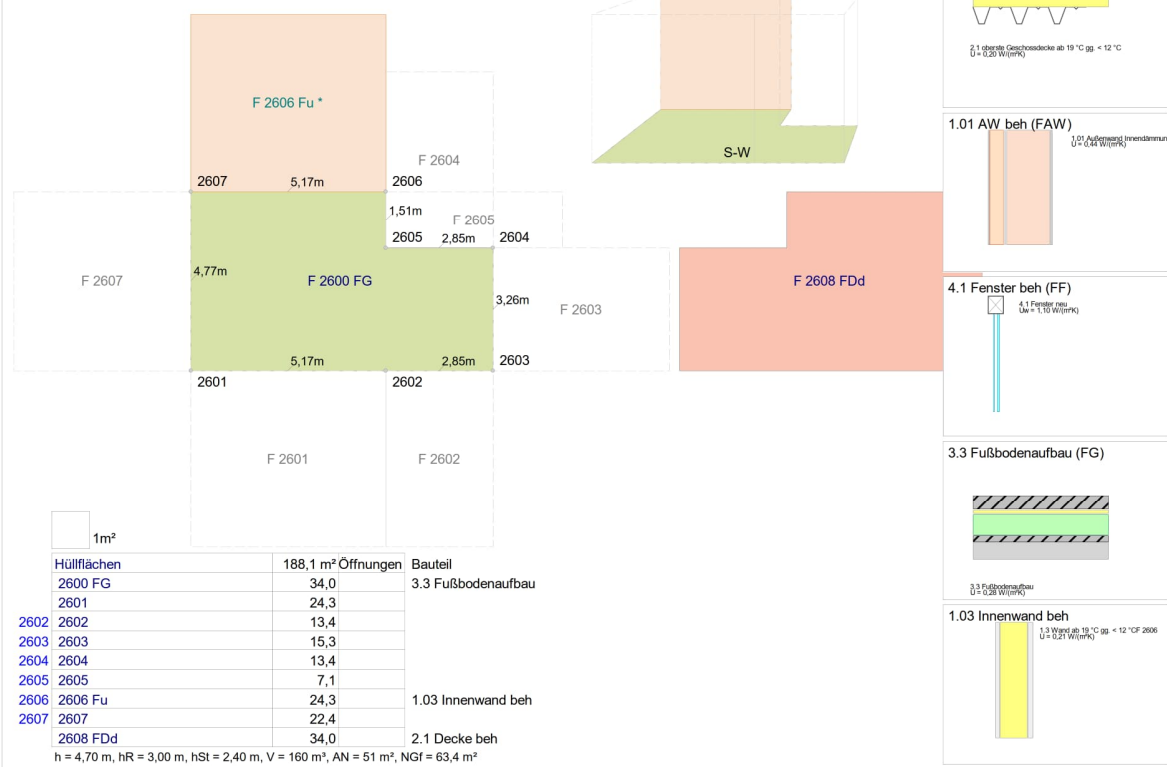
25. Sanitärräume

Grundriss, Zone <10>16 WC und Sanitärräume Innenliegend



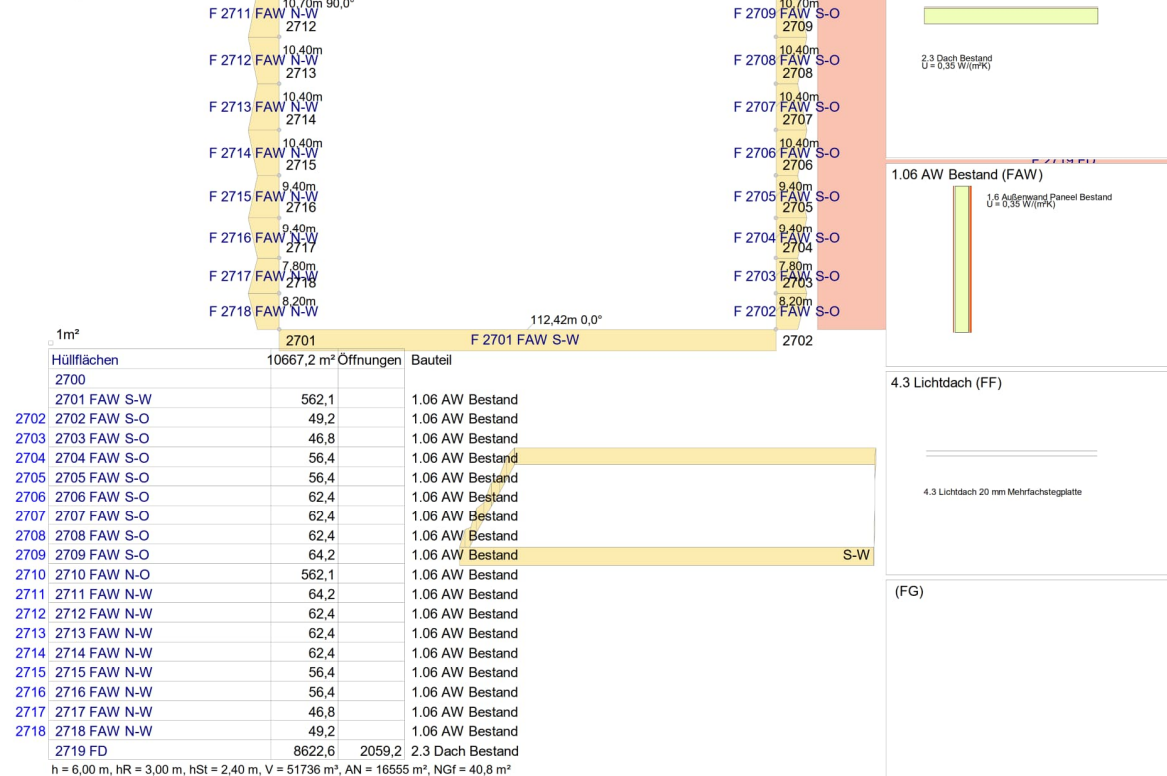
26. Nebenflächen

Grundriss, Zone <11>18 Nebenflächen Innenliegend



27. Dachraum (unbeheizt)

Grundriss, Zone <14>Dachraum (unbeheizt)



5 Nachweis BEG

Die Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau zur CO₂-Minderung durch Effizienzgebäude sind an die Einhaltung / Unterschreitung der mittleren U-Werte ($\bar{U}$) und des Jahres-Primärenergiebedarfs (Q_p) nachfolgend aufgeführter Grenzwerte gebunden.

Bundesförderung für effiziente NWG-Sanierung, Effizienzgebäude BEG NWG 2023, Effizienzgebäude NT-ready mit 55°C Vorlauftemperatur

Endenergieeinsparung	415.569 kWh/a
Primärenergieeinsparung	287.684 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	42.350 kg/a

	Primärenergiebedarf ----- mittlere U-Werte -----						
	Q_p	Opake Fenster	Vorh.	Oberl.			
	kWh/(m ² a)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
Referenzberechnung	100 %	126,1					
erreicht $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	63 %	78,8	0,19	1,10			

Effizienzgebäude Denkmal	160 %	201,7					OK
Effizienzgebäude 70	70 %	88,3	0,26	1,40	1,40	2,40	OK
Effizienzgebäude 55	55 %	69,3	0,22	1,20	1,20	2,00	
Effizienzgebäude 40	40 %	50,4	0,18	1,00	1,00	1,60	
erreicht $T_i < 19^\circ\text{C}$	63 %	78,8	0,22	1,10			

Effizienzgebäude Denkmal	160 %	201,7					OK
Effizienzgebäude 70	70 %	88,3	0,32	1,70	1,70	2,80	OK
Effizienzgebäude 55	55 %	69,3	0,28	1,50	1,50	2,50	
Effizienzgebäude 40	40 %	50,4	0,24	1,30	1,30	2,00	

EE-Paket NWG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: Umweltenergie [WW-WP]
[Kälte-1] [Hzg-WP]

Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

$EE_{\text{genutzt}} = 348.932 \text{ kWh/Jahr}$

$EE_{Soll} = 0,65 * 281195 = 182.777 \text{ kWh/Jahr}$ (65% des Wärme- und Kältebedarfs)

$EE_{genutzt} \geq EE_{Soll}$ (65%), die Anforderung für das EE-Paket **wird erfüllt**

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI liegt nicht vor

WPB-Bonus

Ein Worst Performing Building WPB (besonders lohnenswertes Gebäude) liegt nicht vor

Das Förderniveau **Effizienzgebäude 70 EE** wird erreicht.

6 Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes

6.1 Randbedingungen

- Klimaregion B
- Nichtwohngebäude
- Erhöhte Nachtlüftung ($n \geq 2,0 \text{ h}^{-1}$) in Teilbereichen erforderlich
- Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ bei allen Aufenthaltsräumen erforderlich

6.2 Übersichten

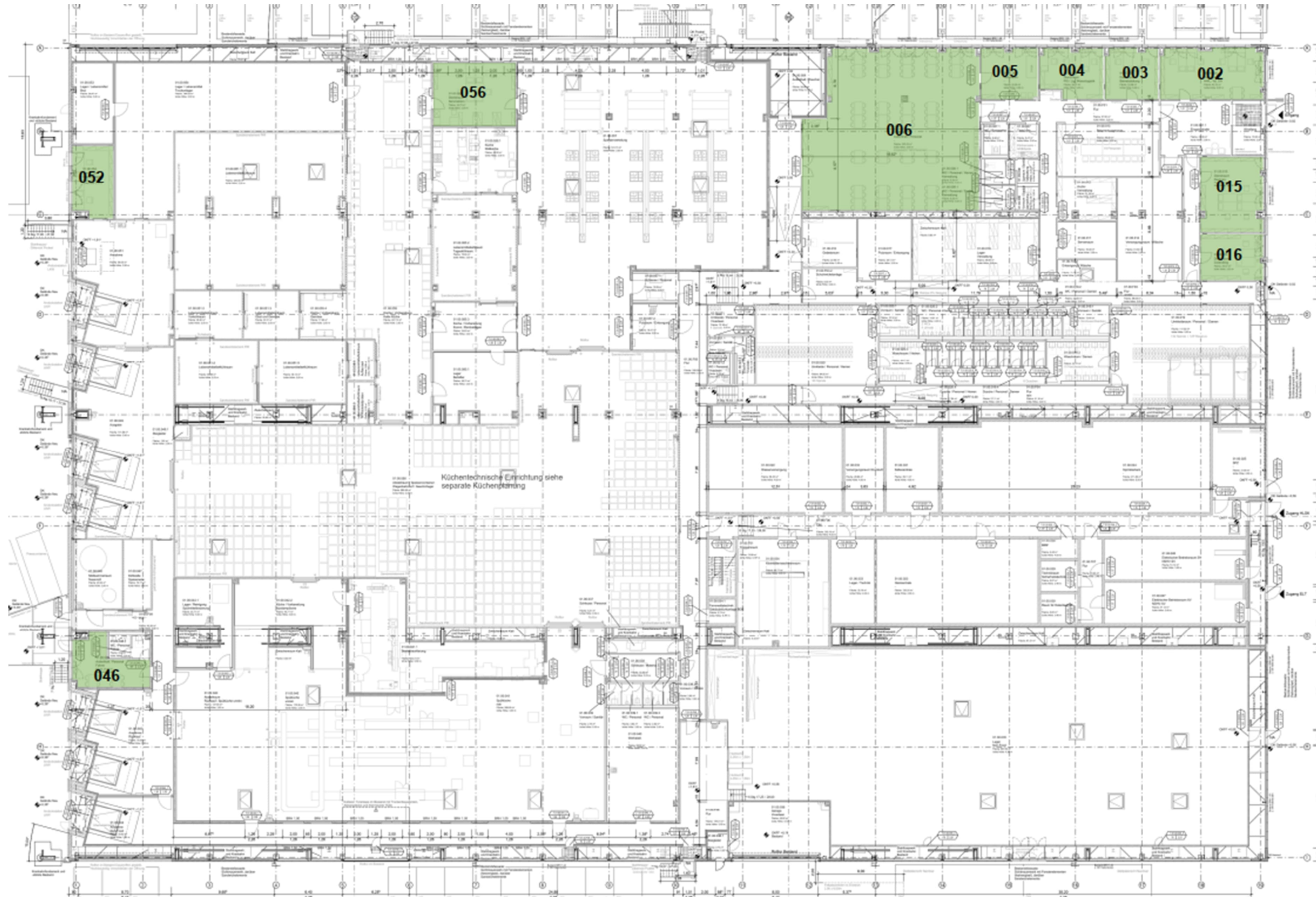


Bild 6: Übersicht SWS Erdgeschoss

6.3 Vereinfachter Nachweis

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013-02										Klimaregion		B		Wohngebäude												Nichtwohngebäude		x		Toleranz in den Nachweisen [%]		
	Raum-Nr.	Raum	Zone	A _w	A _G	f _{WG}	Bauart	a	b	Fenster-Ausrichtung	SoSch-Glas	Nachtlüftung	f _{Nord}	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	ΣS _x = S _{zul}	F _G	g	F _S	A _w *g*F _x *F _S	S _{verh}	Nachweis	Auslastung					
EG	01.00.002	Dienstraum HWL		11,12	45,49	0,33	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	erhöhte NL	0,75	0,060	-0,008	0,022		0,075		0,157	1	0,4		4,45	0,131	o.k.	0,83					
				SO						x	0		0,008			0,000		1			0,4	1,49										
											0					0,000						0,00										
	01.00.003	Dienstraum Betriebsleitung		6,69	23,58	0,28	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	ohne NL	1,00	0,007	-0,003	0,030		0,100		0,134	1	0,4		2,68	0,113	o.k.	0,84					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.004	Dienstleitung FFS		8,90	26,27	0,34	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	erhöhte NL	1,00	0,060	-0,009	0,030		0,100		0,181	1	0,4		3,56	0,136	o.k.	0,75					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.005	Ruheraum		8,90	25,56	0,35	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	erhöhte NL	1,00	0,060	-0,010	0,030		0,100		0,180	1	0,4		3,56	0,139	o.k.	0,77					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.006	Aufenthalt		30,12	235,53	0,13	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	ohne NL	1,00	0,007	0,015	0,030		0,100		0,152	1	0,4		12,05	0,051	o.k.	0,34					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.056	Dienstraum Servicebüro		5,04	44,75	0,11	leichte Bauart	0,030	0,115	NO	x	ohne NL	1,00	0,007	0,017	0,030		0,100		0,154	1	0,4		2,02	0,045	o.k.	0,29					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.052	Dienstraum Warenlogistik		4,44	24,79	0,18	leichte Bauart	0,030	0,115	NW	x	ohne NL	1,00	0,007	0,009	0,030		0,100		0,146	1	0,4		1,77	0,072	o.k.	0,49					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.046	Aufenthalt		3,41	25,89	0,13	leichte Bauart	0,030	0,115	NW	x	ohne NL	1,00	0,007	0,015	0,030		0,100		0,152	1	0,4		1,37	0,053	o.k.	0,35					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.016	Dienstraum Controlling		5,60	25,37	0,22	leichte Bauart	0,030	0,115	SO	x	erhöhte NL	0	0,060	0,005	0,030		0,000		0,095	1	0,4		2,24	0,088	o.k.	0,93					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										
	01.00.015	Dienstraum Flexbüro		5,60	40,76	0,14	leichte Bauart	0,030	0,115	SO	x	erhöhte NL	0	0,060	0,014	0,030		0,000		0,104	1	0,4		2,24	0,055	o.k.	0,53					
											0					0,000						0,00										
											0					0,000						0,00										

Parameter zur Nachweisführung

- Klimaregion B Nichtwohngebäude
- in Teilbereichen erhöhte Nachtlüftung, n ≥ 2,0 h⁻¹
- Sonnenschutzglas g ≤ 0,4 notwendig

Anlage 1: Planstand

Projektnummer	LP	Fachplaner	Planinhalt	Planteil	Index
0 8 0 4	E	A R _	G R 0 0 _	- -	07



BAUHERR

NETZWERK FÜR GESUNDHEIT

vertreten durch
VIVANTES SERVICE GMBH
 13407 Berlin, Aroser Allee 72-78

Geschäftsführung

PROJEKT 0 8 0 4

Speiseverteilzentrum SBW VZ II
 Seidelbastweg 145, 12357 Berlin

PLANUNG

HPP Architekten GMBH

Neue Grünstraße 18
 10179 Berlin


Architekten

Entwurfsplanung		Grundriss Erdgeschoss	
Fachdisziplin Architektur		Plannummer 0804_E_AR_GR00_- -_07	
Blattgröße 1.750 x 0.891 = 1.56 m²	Bearbeitet VB	Maßstab 1:100	Ausgabedatum 13.02.2026

Projektnummer	LP	Fachplaner	Planinhalt	Planteil	Index
0 8 0 4	E	A R _	G R 0 1 _	- -	07



BAUHERR

NETZWERK FÜR GESUNDHEIT

vertreten durch
VIVANTES SERVICE GMBH
 13407 Berlin, Aroser Allee 72-78

Geschäftsführung

PROJEKT 0 8 0 4
 Speiseverteilzentrum SBW VZ II
 Seidelbastweg 145, 12357 Berlin

PLANUNG

HPP Architekten GMBH

Neue Grünstraße 18
10179 Berlin



Architekten

Entwurfsplanung		Grundriss Installationsebene	
Fachdisziplin Architektur		Plannummer 0804_E_AR_GR01_- -_07	
Blattgröße 1.750 x 0.891 = 1.56 m²	Bearbeitet VB	Maßstab 1:100	Ausgabedatum 13.02.2026

Projektnummer	LP	Fachplaner	Planinhalt	Planteil	Index
0 8 0 4	E	A R _	D A ____	- -	06



BAUHERR

NETZWERK FÜR GESUNDHEIT

vertreten durch
VIVANTES SERVICE GMBH
 13407 Berlin, Aroser Allee 72-78

Geschäftsführung

PROJEKT 0 8 0 4

Speiseverteilzentrum SBW VZ II
 Seidelbastweg 145, 12357 Berlin

PLANUNG

HPP Architekten GMBH

Neue Grünstraße 18
 10179 Berlin



Architekten

Entwurfsplanung		Grundriss Dachaufsicht	
Fachdisziplin Architektur		Plannummer 0804_E_AR_DA____ - -_06	
Blattgröße 1.750 x 0.891 = 1,56 m²	Bearbeitet VB	Maßstab 1:100	Ausgabedatum 13.02.2026

Projektnummer	LP	Fachplaner	Planinhalt	Planteil	Index
0 8 0 4	E	A R _	S N _ _ _	- -	06

Vorabzug

Vivantes

BAUHERR

NETZWERK FÜR GESUNDHEIT

vertreten durch
VIVANTES SERVICE GMBH
 13407 Berlin, Aroser Allee 72-78

Geschäftsführung

PROJEKT 0 8 0 4

Speiseverteilzentrum SBW VZ II
 Seidelbastweg 145, 12357 Berlin

PLANUNG

HPP Architekten GMBH

Neue Grünstraße 18
 10179 Berlin



HPP
Architekten

Entwurfsplanung		0804_E_AR_SN___ - -_06	
Schnitte		Maßstab 1:100	Ausgabedatum 16.01.2026
Blattgröße 1.750 x 0.891 = 1.56 m²	Bearbeitet VB	Freigegeben	Plannummer 0804_E_AR_SN___ - -_06

Projektnummer	LP	Fachplaner	Planinhalt	Planteil	Index
0 8 0 4	E	A R _	A N _ _ _	- -	06

Vorabzug



Vivantes

NETZWERK FÜR GESUNDHEIT

vertreten durch
VIVANTES SERVICE GMBH
 13407 Berlin, Aroser Allee 72-78

Geschäftsführung

PROJEKT 0 8 0 4
 Speiseverteilzentrum SBW VZ II
 Seidelbastweg 145, 12357 Berlin

PLANUNG

HPP Architekten GMBH

Neue Grünstraße 18
10179 Berlin

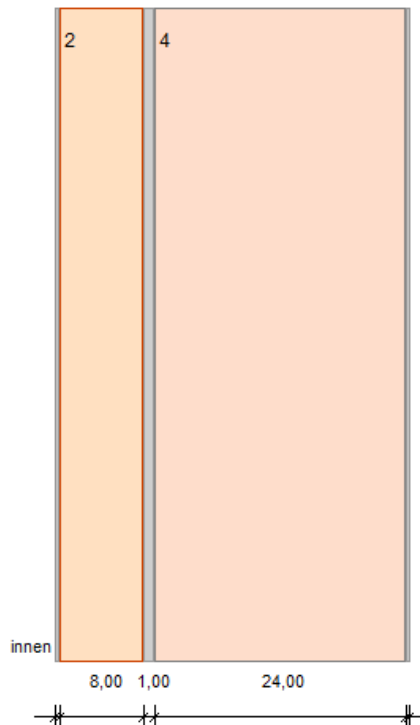


Architekten

Entwurfsplanung		0804_E_AR_AN_ - - _06	
Ansichten		Maßstab 1:100	Ausgabedatum 16.01.2026
Blattgröße 1.750 x 0.891 = 1.56 m²	Bearbeitet VB	Freigegeben	Plannummer 0804_E_AR_AN_ - - _06

Anlage 2: Bauteilaufbauten

Bauteil: 1.01 Außenwand Innendämmung (1.1)



1.01 Außenwand Innendämmung

$$U = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

von innen

1 Leichtmörtel

2 Kappilaraktive Innendämmung

3 Klebemörtel

4 Ziegel-MW 1800

5 Fugensanierung

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

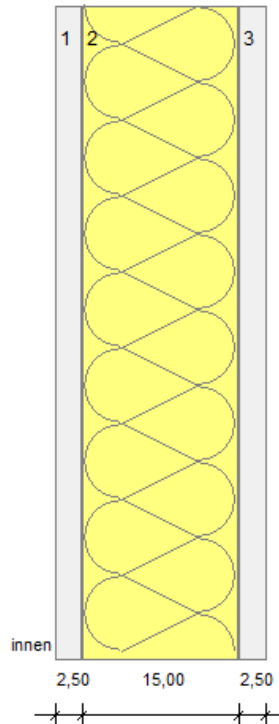
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m³	kg/m²	W/(mK)	m²K/W
R_{si}					0,130
01 Leichtmörtel	0,50	770	3,9	0,180	0,028
02 Kappilaraktive Innendämmung	8,00	115	9,2	0,047	1,702
03 Klebemörtel	1,00	770	7,7	0,180	0,056
04 Ziegel-MW 1800	24,00	1800	432,0	0,810	0,296
05 Fugensanierung	0,01	1800	0,2	1,000	0,000
R_{se}					0,040
d =	33,51	G =	452,9	$R_T =$	2,25

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,444 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.3 Wand ab 19 °C gg. < 12 °C (1.3)

1.3 Wand ab 19 °C gg. < 12 °C
 $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Gipskartonplatten nach DIN 18180
 2 Mineralwolle MW 035
 3 Gipskartonplatten nach DIN 18180

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

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

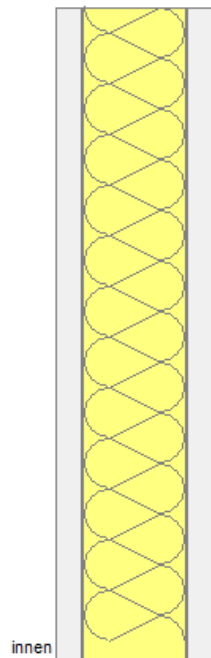
Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	2,50	800	20,0	0,250	0,100
02 Mineralwolle MW 035	15,00	20	3,0	0,035	4,286
03 Gipskartonplatten nach DIN 18180	2,50	800	20,0	0,250	0,100
R_{se}					0,130

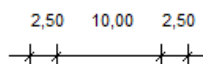
$d = 20,00$ $G = 43,0$ $R_T = 4,75$

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,211 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.4 Wand 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C

1.4 Wand 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C
 $U = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

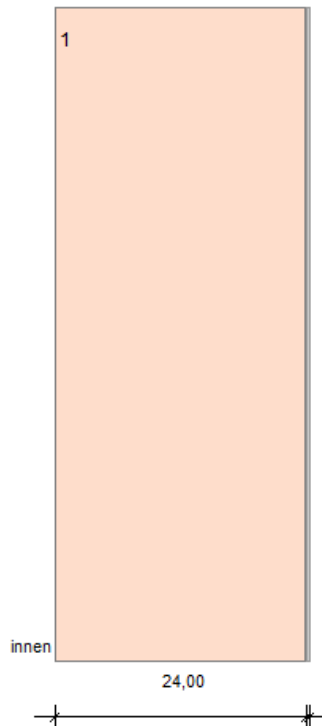
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	2,50	800	20,0	0,250	0,100
02 Mineralwolle MW 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
03 Gipskartonplatten nach DIN 18180	2,50	800	20,0	0,250	0,100
R_{se}					0,130
	d = 15,00	G =	42,0	$R_T =$	3,32

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,301 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.5 Außenwand Bestand**1.5 Außenwand Bestand**

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

von innen

1 Ziegel-MW 1800

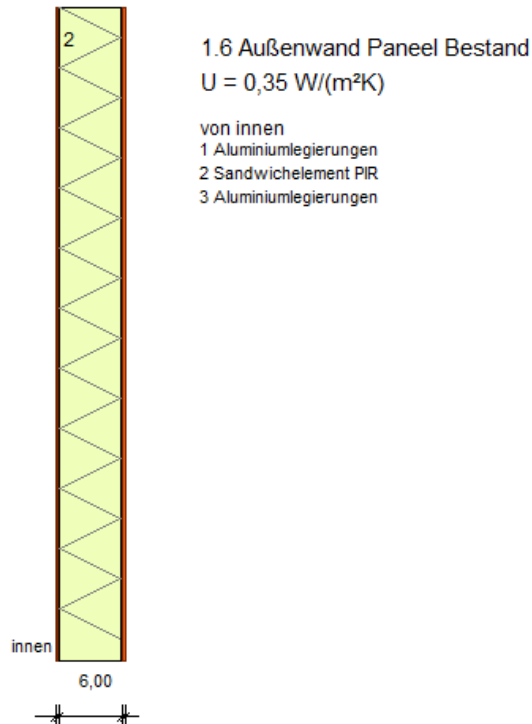
2 Fugensanierung

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Ziegel-MW 1800	24,00	1800	432,0	0,810	0,296
02 Fugensanierung	0,01	1800	0,2	1,000	0,000
R_{se}					0,040
	d = 24,01	G =	432,2	$R_T =$	0,47

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 2,144 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

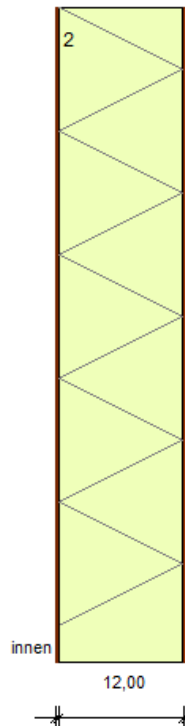
Bauteil: 1.6 Außenwand Paneel Bestand (1.6)

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{Si} = 0,13$ und $R_{Se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{Si}				0,130
01 Aluminiumlegierungen	0,01	2800	160,000	0,000
02 Sandwichelement PIR	6,00	30	0,023	2,609
03 Aluminiumlegierungen	0,01	2800	160,000	0,000
R_{Se}				0,130
d =	6,02	G =	2,4	$R_T = 2,87$

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 0,349 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.7 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel (1.7)

1.7 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel

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

von innen

1 Stahl

2 PIR 026

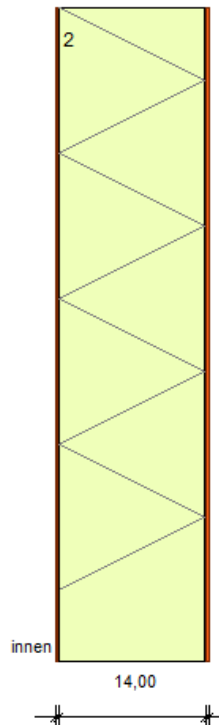
3 Stahl

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

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

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
02 PIR 026	12,00	30	3,6	0,026	4,615
03 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
R_{se}					0,130
	d = 12,01	G =	4,5	$R_T =$	4,88

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 0,205 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.8 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel Tiefkühl (1.8)

1.8 GIEL Hydewa PIR Sandwichpaneel Tiefkühl
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Stahl
 2 PIR 026
 3 Stahl

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

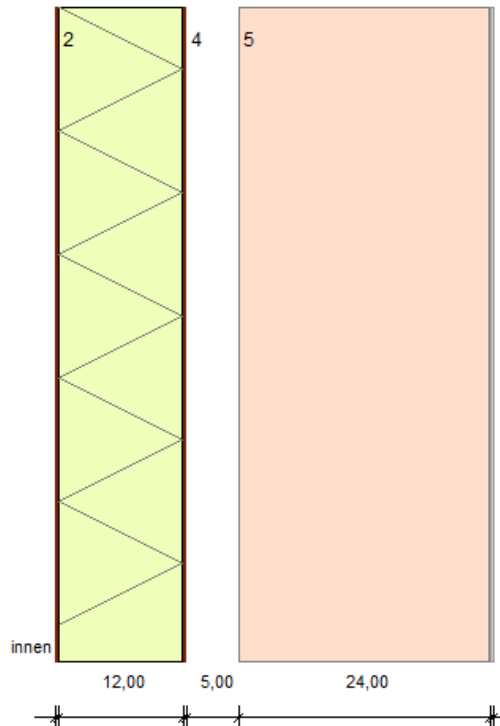
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
02 PIR 026	14,00	30	4,2	0,026	5,323
03 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
R_{se}					0,130
	d = 14,01	G =	5,1	$R_T =$	5,58

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,179 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.9 GIEL Außenwand Hydewa PIR Sandwichpaneel (1.9)

1.9 GIEL Außenwand Hydewa PIR Sandwichpaneel
 $U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Stahl
 2 PIR 026
 3 Stahl
 4 Luftschicht belüftet
 5 Ziegel-MW 1800
 6 Fugensanierung

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

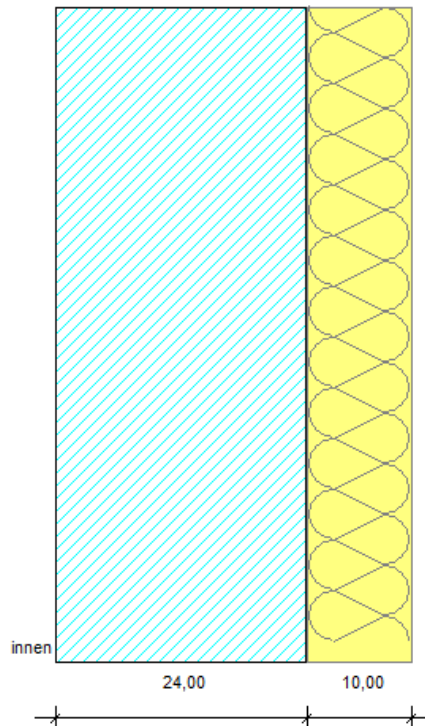
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
02 PIR 026	12,00	30	3,6	0,026	4,615
03 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
04 Luftschicht belüftet	5,00	1	0,1	-	-
05 Ziegel-MW 1800	24,00	1800	432,0	0,810	0,296
06 Fugensanierung	0,01	1800	0,2	1,000	0,000
R_{se}					0,040
d =	41,02	G =	436,8	$R_T = 5,08$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,197 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 1.10 Massivwand 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C (1.10)

1.10 Massivwand 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C
 $U = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

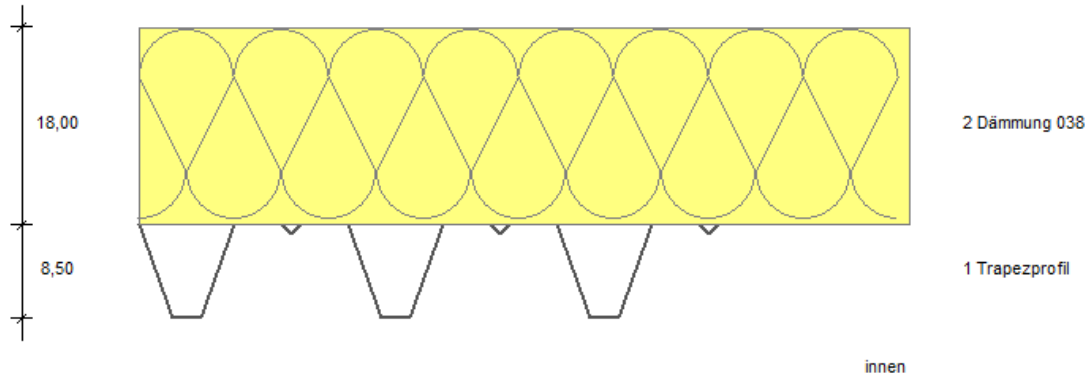
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Kalksandstein-MW 1800	24,00	1800	432,0	0,990	0,242
02 Mineralwolle MW 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
R_{se}					0,130
	d = 34,00	G =	434,0	$R_T =$	3,36

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,298 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.1 oberste Geschossdecke ab 19 °C gg. < 12 °C (2.1)

2.1 oberste Geschossdecke ab 19 °C gg. < 12 °C
 $U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach oben" (13)

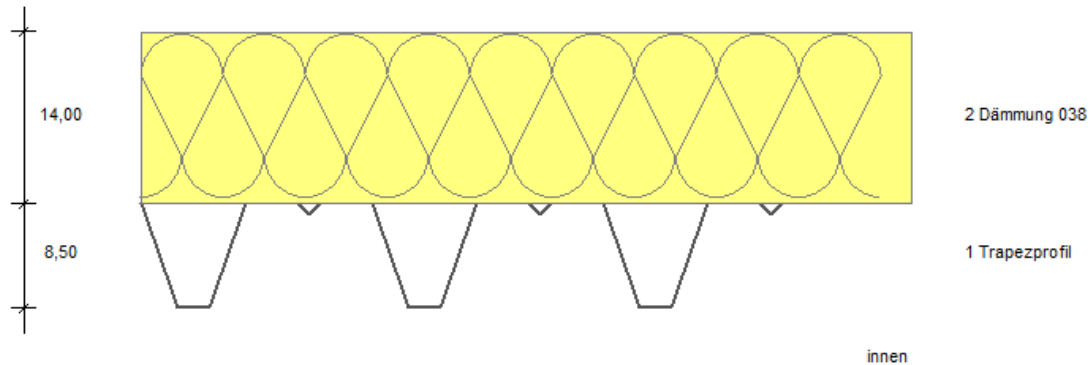
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Trapezprofil	8,50	-	-	-	-
02 Dämmung 038	18,00	165	29,7	0,038	4,737
R_{se}					0,100
	d = 26,50	G =	29,7	$R_T =$	4,94

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,203 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.2 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C (2.2)

2.2 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C
 $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach oben" (13)

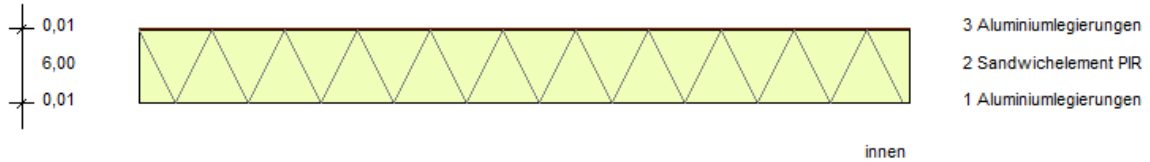
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Trapezprofil	8,50	-	-	-	-
02 Dämmung 038	14,00	165	23,1	0,038	3,684
R_{se}					0,100
	d = 22,50	G =	23,1	$R_T =$	3,88

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,257 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.3 Dach Bestand (2.3)

2.3 Dach Bestand

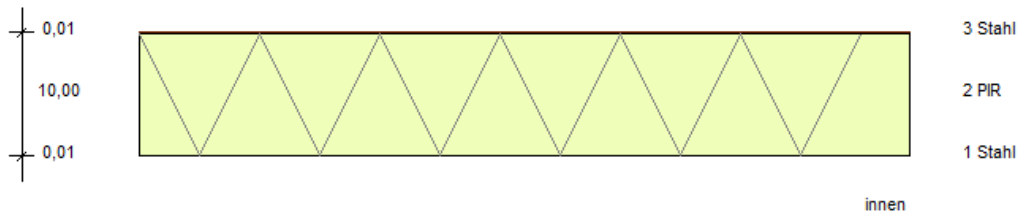
 $U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

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

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Aluminiumlegierungen	0,01	2800	0,3	160,000	0,000
02 Sandwichelement PIR	6,00	30	1,8	0,022	2,727
03 Aluminiumlegierungen	0,01	2800	0,3	160,000	0,000
R_{se}					0,040
	d = 6,02	G = 2,4		$R_T = 2,87$	

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 0,349 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.4 GIEL Decke Hydewa PIR Sandwichpaneel (2.4)

2.4 GIEL Decke Hydewa PIR Sandwichpaneel
 $U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

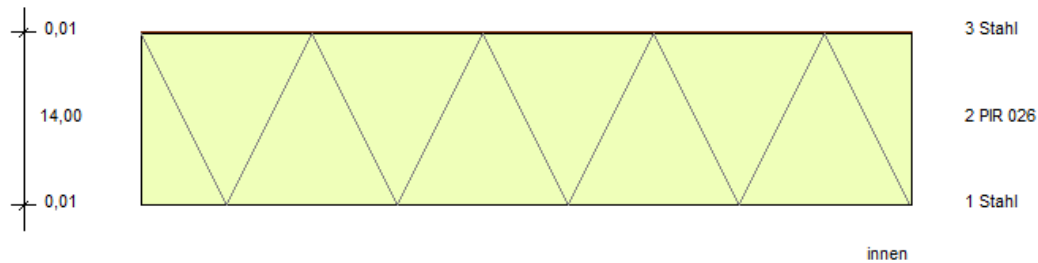
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
02 PIR	10,00	30	3,0	0,028	3,571
03 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
R_{se}					0,040
	d = 10,01	G =	3,9	$R_T =$	3,71

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,269 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.5 GIEL Decke Hydewa PIR Sandwichpaneel Tiefkühl (2.5)

2.5 GIEL Decke Hydewa PIR Sandwichpaneel Tiefkühl
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

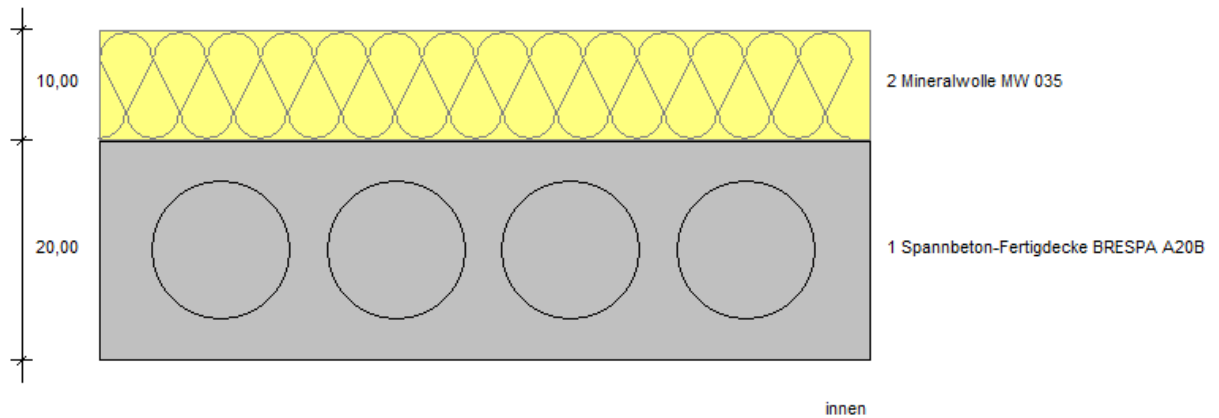
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
02 PIR 026	14,00	30	4,2	0,026	5,323
03 Stahl	0,01	7800	0,5	50,000	0,000
R_{se}					0,040
	d = 14,01	G =	5,1	$R_T =$	5,46

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,183 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.6 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C Masivdecke (2.6)

2.6 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C Masivdecke
 $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach oben" (13)

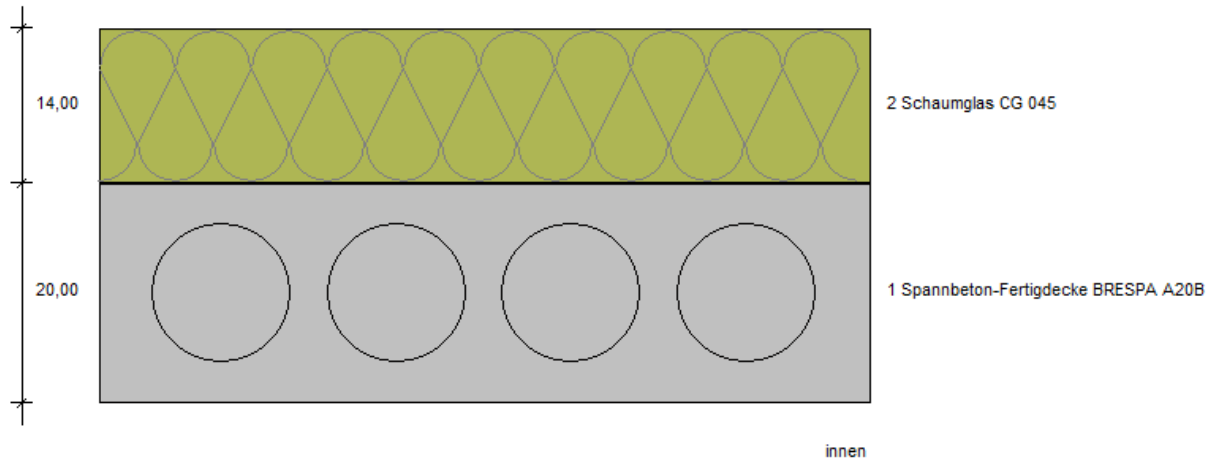
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Spannbeton-Fertigdecke BRESPA A2	20,00	-	311,0	-	0,145
02 Mineralwolle MW 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
R_{se}					0,100
	d = 30,00	G =	313,0	$R_T =$	3,20

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,312 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.6 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C Masivdecke

2.6 oberste Geschossdecke 12 °C bis 19 °C gg. < 12 °C Masivdecke
 $U = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach oben" (13)

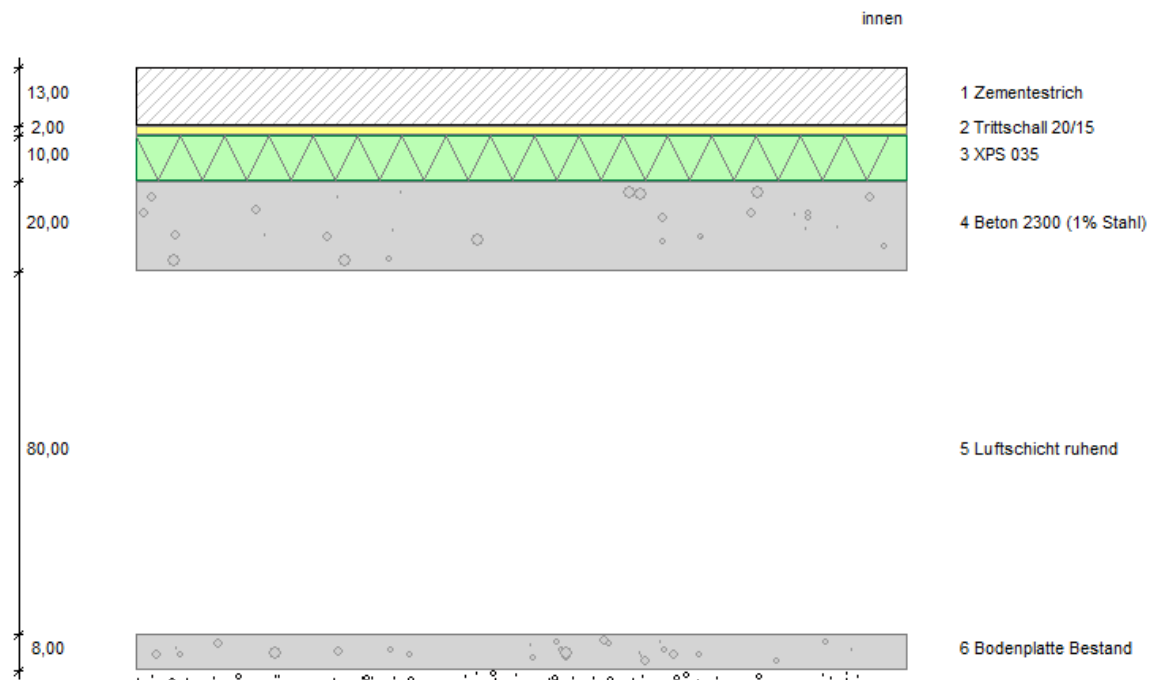
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Spannbeton-Fertigdecke BRESPA A2	20,00	-	311,0	-	0,145
02 Schaumglas CG 045	14,00	100	14,0	0,045	3,111
R_{se}					0,100
	d = 34,00	G =	325,0	$R_T = 3,46$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,289 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 3.1 Bodenplatte (3.1)

3.1 Bodenplatte
 $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

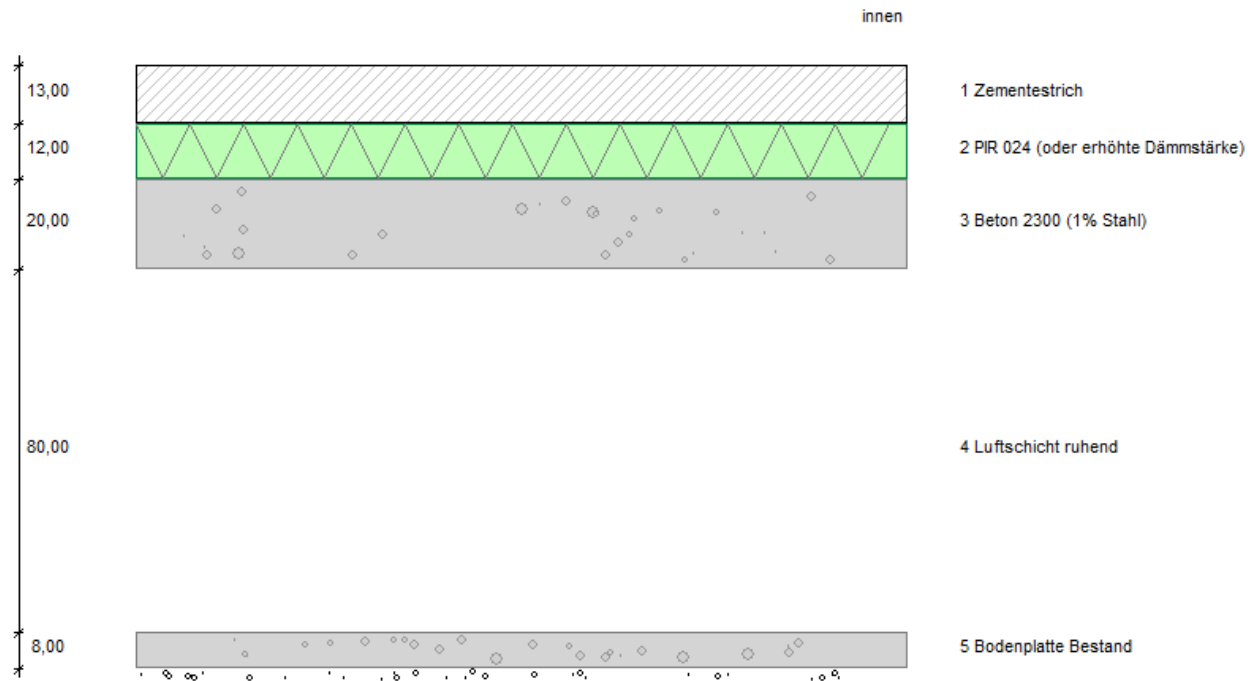
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	13,00	2000	260,0	1,400	0,093
02 Trittschall 20/15	2,00	-	-	0,040	0,500
03 XPS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,857
04 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
05 Luftschicht ruhend	80,00	1	0,0	-	0,160
06 Bodenplatte Bestand	8,00	2300	184,0	2,300	0,035
R_{se}					0,000
	d = 133,00	G = 906,5		$R_T = 3,90$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,256 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 3.2 Bodenplatte Tiefkühl (3.2)

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

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

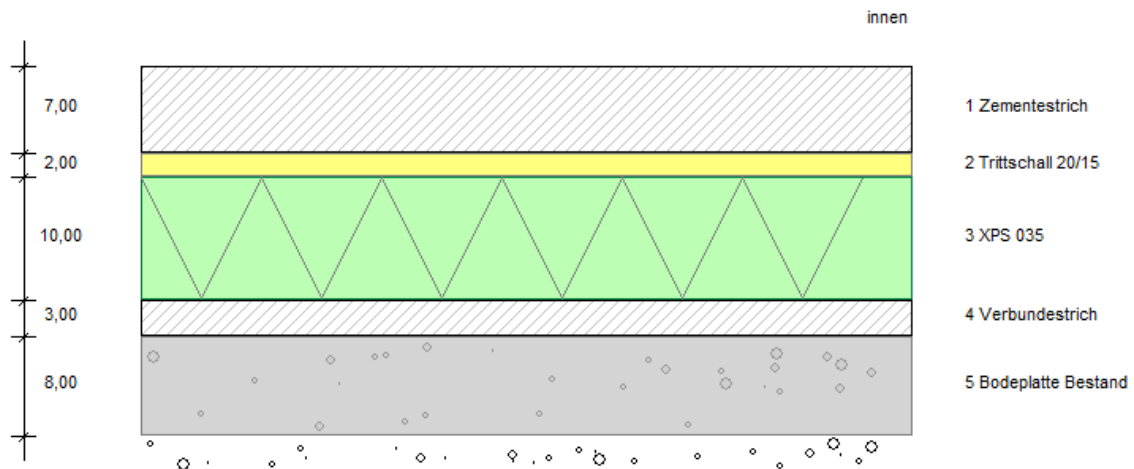
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	13,00	2000	260,0	1,400	0,093
02 PIR 024 (oder erhöhte Dämmstärke)	12,00	25	3,0	0,024	5,000
03 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
04 Luftschicht ruhend	80,00	1	0,0	-	0,160
05 Bodenplatte Bestand	8,00	2300	184,0	2,300	0,035
R_{se}					0,000
	d = 133,00	G = 907,0		$R_T = 5,54$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,180 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 3.3 Fußbodenaufbau

3.3 Fußbodenaufbau
 $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

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

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050
02 Trittschall 20/15	2,00	-	-	0,040	0,500
03 XPS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,857
04 Verbundestrich	3,00	2000	60,0	1,400	0,021
05 Bodeplatte Bestand	8,00	2300	184,0	2,300	0,035
R_{se}					0,000
	d = 30,00	G = 386,5		$R_T = 3,63$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,275 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 4.1 Fenster neu

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Fenster** $U_W = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen**Bauteil: 4.2 Fenster Bestand (4.2)**

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Fenster** $U_W = 5,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird mit zwei wertgebenden Ziffern für die weiteren Berechnungen angenommen**Bauteil: 4.3 Lichtdach 20 mm Mehrfachstegplatte (4.3)**

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

Polycarbonat 20 mm Mehrfachstegplatte

 $U_W = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: 5.1 Türen und Tore (5.1)

Bauteiltyp "Außentür verglast" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
.....**Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,600 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt).....
Bauteil: 5.2 Tore Bestand (5.2)

Bauteiltyp "Außentür" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
.....**Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 4,000 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Anlage 3: Angaben zur TGA HLS

2 Allgemeines

Luftdichtheitsprüfung vorgesehen?	☐ Ja ☐ Nein	Vorgabe durch AG/ Energieberater/ARCH?
Außenluftdurchlässe vorgesehen?	☒ Ja ☐ Nein	
Ist ein Kälteerzeugersystem vorgesehen?	☒ Ja, Zonen: <u>Alle belüfteten Bereiche</u> ☐ Nein	
Wird ein Lüftungskonzept erstellt?	☒ Ja, durch: <u>IGW (Fachplaner)</u> ☐ Nein	
Nutzungszeiten abweichend zur DIN V 18599?	☐ Ja ☐ Nein	Vorgabe durch AG?
Anzahl der geplanten Essen	<u> </u> Essen pro Tag	Vorgabe durch AG?
Warmwasserbedarf	☐ ≤ 5 Liter je Person und Tag ☐ > 5 Liter je Person und Tag	Vorgabe durch AG?
Fernwärmezertifikat	☐ ist beigelegt ☐ wird nachgereicht durch <u> </u>	keine Fernwärme
Öffentliches Gebäude	☐ Ja ☐ Nein	Vorgabe durch AG?

Gemeint sind essen für den Eigenbedarf z.B. aus Kantine etc, nicht aus der Produktion

Die Erfüllung des GEG, Teil 2, Abschnitt 4 kann nach Auswertung der Angaben abgestimmt werden.

Photovoltaik-Anlage:

geplant?

- ☐ Ja Angaben durch ELT
☐ Nein

Stromnutzung überwiegend gebäudenah?

- ☐ Ja Angaben durch ELT
☐ Nein

3 Heizung

Bereich I: rechts des Trennflures + Warmarbeitsplätze Küche

Bereich II: oberer Hallenbereich außerhalb thermischer Hülle

Wärmeerzeuger	2x 2 St. Luft-Wasser-Wärmepumpen + Abwärme Gewerbekälte + Gas-Brennwertkessel	
wenn Fernwärme (Fernwärme zuzügl. Zertifikat)	☐ fossil ☐ erneuerbar f_p - Faktor ____	☐ fossil ☐ erneuerbar f_p - Faktor ____
wenn Hallenheizung nicht vorhanden	☐ Hellstrahler ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ Dunkelstrahler ☐ nicht kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ nicht kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT	☐ Hellstrahler ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ Dunkelstrahler ☐ nicht kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ nicht kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT
wenn Wärmepumpe	Typ: ☒ Luft-Wasser ☐ Sole-Wasser Erdsonde oder Erdkollektor? ☐ Wasser-Wasser ☐ Luft-Luft WP Typ I: für VL=35°C und Außen -7/2/7°C, COP = 2,75/3,46/3,92 WP Typ II: für VL=35°C und Außen -7/2/7°C, COP = 2,89/3,60/4,07 Laufzeitbegrenzung ____ nicht bekannt Heizleistung ____ ca. 1600kW (gesamt) Nachheizung: ☒ konventionell durch: Gasbrennwertkessel ☐ elektrisch	Typ: ☐ Luft-Wasser gleich wie I ☐ Sole-Wasser Erdsonde oder Erdkollektor? ☐ Wasser-Wasser ☐ Luft-Luft Laufzeitbegrenzung ____ gleich wie I Heizleistung ____ Nachheizung: ☐ konventionell d gleich wie I ☐ elektrisch
Aufstellungsort	☒ innerhalb thermische Hülle Abwärme Gewerbekälte + Gasbrennwertkessel ☒ außerhalb thermischer Hülle Wärmepumpen	
Vor- und Rücklauftemperatur	50 / 42 °C	____ / ____ gleich wie I
Intermittierender Heizbetrieb	☐ Ja ☒ Nein	☐ Ja ☐ Nein gleich wie I
Pumpe (Korrektur für das Pumpenmanagement)	☐ ohne Pumpenmanagement (im Bestand) ☒ Pumpenmanagement (außentemperaturgeführt) ☐ Pumpenmanagement (raumtemperaturgeführt)	☐ ohne Pumpenmanagement (im Bestand) ☐ Pumpenmanagement (außentemperaturgeführt) gleich wie I ☐ Pumpenmanagement (raumtemperaturgeführt)

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Effizienzfaktor der Pumpe	☐ manuell ☐ Ppu/Phydr ☒ auto, bedarfsgerechte Pumpe ☐ auto, überdimensionierte Pumpe	☐ manuell ☐ Ppu/Phydr <i>gleich wie I</i> ☐ auto, bedarfsgerechte Pumpe ☐ auto, überdimensionierte Pumpe
Übergab	☒ freie Heizflächen ☐ Flächenheizung ☐ Luftheizung ☐ Elektroheizung	☐ freie Heizflächen ☐ Flächenheizung ☒ Luftheizung <i>über RLT-Gerät</i> ☐ Elektroheizung
Lage	☒ HK vor Innenwand <i>wenn Bedarf des Raumes</i> ☐ HK vor Glasflächen ☐ ohne Strahlungsschutz ☐ mit Strahlungsschutz ☒ HK vor Außenwand <i>bevorzugte Platzierung</i>	
Regelung	☒ P-Regler ☐ PI-Regler ☐ PI-Regler mit Optimierung	☐ P-Regler ☒ PI-Regler ☐ PI-Regler mit Optimierung
Netztyp	☐ Etagenringtyp ☒ Etagenverteiltertyp ☐ Steigstrangtyp ☐ Strahlungs- und Luftheizung	☐ Etagenringtyp ☐ Etagenverteiltertyp ☐ Steigstrangtyp ☒ Strahlungs- und Luftheizung
Rohrlängen, detailliert geschätzt	_____ m (Verteilung) <i>ca. 680</i> m (Stränge) <i>ca. 400</i> m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____	_____ m (Verteilung) _____ m (Stränge) <i>ca. 100</i> m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____
Hydraulischer Abgleich	☒ Ja ☐ Nein	☐ Ja <i>gleich wie I</i> ☐ Nein
f_{hydr}	☐ 1,06 (ohne hydr. Abgleich) ☒ 1,02 (> 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,0 (bis 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,02 (1-Rohr, Durchflussregler statisch) ☐ 1,0 (1-Rohr, Durchflussregler dynamisch)	☐ 1,06 (ohne hydr. Abgleich) ☐ 1,02 (> 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☒ 1,0 (bis 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,02 (1-Rohr, Durchflussregler statisch) ☐ 1,0 (1-Rohr, Durchflussregler dynamisch)
Heizungspufferspeicher	<u>5000</u> Liter (Nenninhalt) <u>50</u> °C	_____ Liter (Nenninhalt) _____ °C <i>gleich wie I</i>

5 Warmwasser Bereich I: Trinkwassersystem Bürobereich rechts des Trennflures Bereich II: enthärtetes Wasser Küchenbereich

Frischwasserstationen

Diese Art der Warmwasserbereitung ist weder bei einer Berechnung nach DIN 18599 noch nach DIN 4701-10 energetisch zu bewerten und abzubilden. Daher erfolgt die Berechnung als energetischer Vergleich mit einem konventionellen zentralen System.

Frischwasserstation geplant? ☒ Ja ☐ Nein

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Wärmeerzeuger	☒ wie Heizwärmeerzeuger ☒ plus Wasser-Wasser-WP als Booster	☐ wie Heiz... ☐ gleich wie I
Warmwasser-Versorgung	☒ Zentral ☐ Dezentral	☒ Zentral
Warmwasser-Verteilung	☐ nicht vorhanden ☒ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☒ ohne Begleitheizung	☐ nicht vorhanden ☒ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☒ ohne Begleitheizung
Betriebsdauer	____ h/d (Begleitheizung) <u>24</u> h/d (Zirkulation)	____ h/d (Begleitheizung) <u>24</u> h/d (Zirkulation)
Zirkulationspumpe geschätzt	☒ geregelt ☐ ungeregelt ____ W (el. Leistungsaufnahme)	☒ geregelt ☐ ungeregelt <u>1300</u> W (el. Leistungsaufnahme)
Netztyp	☐ Steigstrangtyp ☒ Ebenentyp ☐ Dezentrale Versorgung	☒ Ebenentyp
Rohrlängen, detailliert geschätzt	____ m (Verteilung) <u>400</u> m (Stränge) <u>500</u> m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____	____ m (Verteilung) <u>840</u> m (Stränge) <u>1000</u> m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____
Warmwasser-Speicher	☒ nicht vorhanden ☐ direkt ☐ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch	☒ nicht vorhanden ☐ direkt ☐ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch
Warmwasser-Speicher	☐ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ____ (Anzahl) ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)	☐ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ____ (Anzahl) ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)

Solargestützte Warmwassererwärmung

geplant?

☐ Ja☒ Nein

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Solaranlage	☐ Flachkollektoren	☐ Flachkollektoren
	☐ Röhrenkollektoren	☐ Röhrenkollektoren
	____ m ² (Kollektorfläche)	____ m ² (Kollektorfläche)
	____ m ² (Aperturfläche)	____ m ² (Aperturfläche)
	____ (Orientierung)	____ (Orientierung)
	____ ° (Neigung)	____ ° (Neigung)
	____ (Einstrahlwinkelkorrektur)	____ (Einstrahlwinkelkorrektur)
	____ W/m ² K (U-Wert k1)	____ W/m ² K (U-Wert k1)
	____ W/m ² K (U-Wert k2)	____ W/m ² K (U-Wert k2)
	____ (Konversionsfaktor)	____ (Konversionsfaktor)
	____ % (Heizungsunterstützung)	____ % (Heizungsunterstützung)
	☐ separater Speicher	☐ separater Speicher
	☐ bivalenter Kombispeicher	☐ bivalenter Kombispeicher
	V _{aux} ____ Liter	V _{aux} ____ Liter
	V _{sol} ____ Liter	V _{sol} ____ Liter

6 Lüftung

Bereich I: Spülküche, Diätküche

Bereich II: Lager / Werkstatt

Anlagentyp	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert
Wärmerückgewinnung <u>geschätzt, aus LP2</u>	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 73,3 % (Wärmerückgewinnungsgrad)	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 77,7 % (Wärmerückgewinnungsgrad)
Aufstellungsort	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle
Volumenstrom	☐ Konstantvolumenstrom ☒ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig
Auslegung	$\frac{24}{55}$ h (Betriebsdauer) bis ca. 55 1/h (Luftwechsel)	$\frac{24}{1}$ h (Betriebsdauer) 1 1/h (Luftwechsel)
RLT-Komponenten	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion (nur Erwärmung auf Raumtemp.) ☒ Heizfunktion $\frac{22}{22}$ °C (Zulufttemperatur Heizen) ☒ Kühlfunktion $\frac{22}{22}$ °C (Zulufttemperatur Kühlen)	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion ☒ Heizfunktion $\frac{22}{22}$ °C (Zulufttemperatur Heizen) ☒ Kühlfunktion $\frac{22}{22}$ °C (Zulufttemperatur Kühlen)
Feuchteanforderung	☒ Ja ☐ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf
Ventilatorleistung <u>geschätzt, aus LP2</u>	0,350 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,257 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)	0,287 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,223 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)
Leistung Heizregister <u>geschätzt, aus LP2</u>	276 kW	21,1 kW

6 Lüftung

Bereich III: Büro +
Aufenthaltsräume

Bereich IV: Technik

Anlagentyp	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert
Wärmerückgewinnung <i>geschätzt, aus LP2</i>	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 74,3 % (Wärmerückgewinnungsgrad)	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 77,2 % (Wärmerückgewinnungsgrad)
Aufstellungsort	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle
Volumenstrom	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig
Auslegung	24 h (Betriebsdauer) 1-4,1 1/h (Luftwechsel)	24 h (Betriebsdauer) 1 1/h (Luftwechsel)
RLT-Komponenten	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion (nur Erwärmung auf Raumtemp.) ☒ Heizfunktion 22 °C (Zulufttemperatur Heizen) ☒ Kühlfunktion 22 °C (Zulufttemperatur Kühlen)	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion ☒ Heizfunktion 15 °C (Zulufttemperatur Heizen) ☐ Kühlfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Kühlen)
Feuchteanforderung	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf
Ventilatorleistung <i>geschätzt, aus LP2</i>	0,315 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,228 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)	0,334 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,253 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)
Leistung Heizregister <i>geschätzt, aus LP2</i>	61,4 kW	14,4 kW

6 Lüftung

Bereich V: Warmarbeitsplätze

Bereich VI: Kaltarbeitsplätze

Anlagentyp	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert
Wärmerückgewinnung <i>geschätzt, aus LP2</i>	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 77,2 % (Wärmerückgewinnungsgrad)	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 77,9 % (Wärmerückgewinnungsgrad)
Aufstellungsort	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle
Volumenstrom	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig
Auslegung	24 h (Betriebsdauer) 1,7,4 1/h (Luftwechsel)	24 h (Betriebsdauer) 1,2-2,3 1/h (Luftwechsel)
RLT-Komponenten	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion (nur Erwärmung auf Raumtemp.) ☒ Heizfunktion 22 °C (Zulufttemperatur Heizen) ☒ Kühlfunktion 22 °C (Zulufttemperatur Kühlen)	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion ☒ Heizfunktion 10 °C (Zulufttemperatur Heizen) ☒ Kühlfunktion 13 °C (Zulufttemperatur Kühlen)
Feuchteanforderung	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf
Ventilatorleistung <i>geschätzt, aus LP2</i>	0,348 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,252 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)	0,326 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,201 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)
Leistung Heizregister <i>geschätzt, aus LP2</i>	5,8 kW	11,8 kW

6 Lüftung

Bereich VII: Zwangslüftungsanlage Bereich VIII: Nassmüll
Hallendach

Anlagentyp	☐ Zuluftanlage ☐ Abluftanlage ☒ Zu- und Abluftanlage, balanciert	☐ Zuluftanlage ☒ Abluftanlage ☐ Zu- und Abluftanlage, balanciert
Wärmerückgewinnung	☐ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte 73,8 % (Wärmerückgewinnungsgrad)	☐ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte ____ % (Wärmerückgewinnungsgrad)
Aufstellungsort	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle	☒ innerhalb thermische Hülle ☐ außerhalb thermischer Hülle
Volumenstrom	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig	☒ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzungsabhängig ☐ Kühllastabhängig
Auslegung	24 h (Betriebsdauer) 0,5 1/h (Luftwechsel)	24 h (Betriebsdauer) 6 1/h (Luftwechsel)
RLT-Komponenten	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion (nur Erwärmung auf Raumtemp.) ☒ Heizfunktion 28 °C (Zulufttemperatur Heizen) ☐ Kühlfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Kühlen)	☒ ohne Heiz- und Kühlfunktion ☐ Heizfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Heizen) ☐ Kühlfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Kühlen)
Feuchteanforderung	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf
Ventilatorleistung geschätzt, aus LP2	0,298 Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,244 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)	____ Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) 0,179 Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)
Leistung Heizregister geschätzt, aus LP2	364 kW	____ kW

7 Klimakältesystem

Gewerbekälte für Bereich Küche erfolgt
durch KP GIEL -> nicht durch HLS

	Klimasystem	Bereich I: Raumklima Besprechung/Büros Verwaltung	Bereich II: RLT-Klima für vorgenannte Bereiche
Art	☐ ohne ☒ RLT Klimasystem ☒ Raumklimasystem	☐ ☐ ☒	☐ ☒ ☐

RLT Klimasystem	☐ Kaltwasser 6/12 ☐ Kaltwasser 10/16 ☐ Kaltwasser 18/20 ☐ Direktverdampfung	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐
Raumklimasystem	☐ Kaltwasser 6/12 ☐ Kaltwasser 8/14, Ventilator-konvektor ☐ Kaltwasser 10/16 ☐ Kaltwasser 16/18, Kühldecke ☐ Kaltwasser 18/20, Bauteilaktivierung ☐ Direktverdampfung	☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Mindestauslastung bc,grenz	☐ Saisonale Betriebsweise 0,15 ☐ Bedarfsorientiert ohne Außenluftklimasystem 0,30 ☐ Bedarfsorientiert mit Außenluftklimasystem 0,60	☐ ☐ ☒	☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Sekundärventilatoren	☐ Brüstungsgerät ☐ Raumklimageräte DX (Kanäle und Luftdurchlässe, Deckenkassetten, Wand- u. Brüstungsgeräte) ☐ Ventilator-konvektoren (Brüstungs- u. Deckengeräte 10/16°C ; Luftverteilung über Kanäle 14°C)	☐ ☐ ☒	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

	Kältespeicherung
Art	☒ ohne ☐ Wasserspeicher ☐ Eisspeicher
Wasserspeicher	☐ Wetterprognoseregulierung ☐ Speicherentladung am Folgetag parallel mit Kältemaschine ☐ Spitzenlastspeicher ☐ Redundanzspeicher
Eisspeicher	☐ Wetterprognoseregulierung ☐ Speicherentladung am Folgetag parallel mit Kältemaschine ☐ Spitzenlastspeicher ☐ Redundanzspeicher

	Kälteerzeuger
Wassergekühlte / luftgekühlte Kompressionskältemaschine	Kältemittel ☐ R314a/unbekannt ☐ R407C ☐ R410A ☒ R454B ☐ R22 /Bestand
Verdunstungsrückkühler nicht vorhanden Trockenkühler	☐ 6 °C ☐ 14 °C ☐ 6 °C ☐ 14 °C
Raumklimasystem, luftgekühlt nicht vorhanden	☐ VRF-System > 12kW ☐ Raumklimageräte < 12kW ☐ Kompaktklimagerät als Fenster-/Wandklimagerät ☐ Split-System / Multisplitsystem ☐ taktend / ☐ frequenzgeregelt / ☐ Inverter geregelt ☐ Heizmedium 80 / 70°C ☐ Verdunstungskühler 12°C/ ☐ Heizmedium 90 / 75°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C
Absorptionskältemaschine H ₂ O/LiBr nicht vorhanden	☐ Heizmedium 80 / 70°C ☐ Verdunstungskühler 12°C/ ☐ Heizmedium 90 / 75°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 110 / 95°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°CTrockenkühler ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 130 / 110°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°CTrockenkühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 170 / 155°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C

Rückkühler für wassergeführte Anlagen nicht vorhanden	☐ mit konstanter Kühlwassermenge ☐ mit variabler Kühlwassermenge ☐ geschlossener Kreislauf ☐ Axialventilator ☐ Radialventilator ☐ offener Kreislauf ☐ Axialventilator ☐ Radialventilator
Gasbetriebene Kälteerzeugung nicht vorhanden	☐ Direkt verdampfte VRF-Systeme ☐ Direkt befeuerte Absorptionskältemaschine
Geothermische Kühlung nicht vorhanden	☐ Grundwasser ☐ Erdsonde Ton/Schluff; Kalkstein; Quarzit

	Energieträger
Art	☒ Strom-Mix ☐ Erdgas ☐ Heizöl ☐ solar ☐ andere _____
Fernkälte	f _p -Wert _____

2 Allgemeines

Luftdichtheitsprüfung vorgesehen?	☐ Ja ☐ Nein
Außenluftdurchlässe vorgesehen?	☐ Ja ☐ Nein
Ist ein Kälteerzeugersystem vorgesehen?	☐ Ja, Zonen: _____ ☐ Nein
Wird ein Lüftungskonzept erstellt?	☐ Ja, durch: _____ ☐ Nein
Nutzungszeiten abweichend zur DIN V 18599?	☐ Ja ☐ Nein
Anzahl der geplanten Essen	_____ Essen pro Tag
Warmwasserbedarf	☐ ≤ 5 Liter je Person und Tag ☐ > 5 Liter je Person und Tag
Fernwärmezertifikat	☐ ist beigefügt ☐ wird nachgereicht durch _____
Öffentliches Gebäude	☐ Ja ☐ Nein

Gemeint sind essen für den Eigenbedarf z.B. aus Kantine etc, nicht aus der Produktion

Die Erfüllung des GEG, Teil 2, Abschnitt 4 kann nach Auswertung der Angaben abgestimmt werden.

Photovoltaik-Anlage:

geplant?

☒ Ja, wird angestrebt, aber noch in der Entscheidungsfindung.
☐ Nein

Stromnutzung überwiegend gebäudenah?

☒ Ja
☐ Nein

GENIUS Ingenieurbüro IT GmbH
 Zrenkewall 44/30
 10318 Berlin
 Tel.: 030-8185840, Fax: 030-81858499

4 Beleuchtung

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Lampentypen, detailliert	☐ Leuchtstoffröhren ☐ kompakte Leuchtstofflampen ☐ Halogen ☐ Glühlampen ☒ LED Leuchten EVG ☐ LED Ersatzlampen EVG	☐ Leuchtstoffröhren ☐ Halogen ☐ Glühlampen ☒ LED
Vorschaltgerät	☒ EVG-integriert ☐ VVG ☐ KVG	☒ EVG-integriert ☐ VVG ☐ KVG
Steuerung	☒ manuell ☐ tageslichtabhängig mit Beweg.-ge. ☐ automatisch ☐ abschaltend ☐ permanent	☒ manuell ☒ tageslichtabhängig mit BW-Huesch ☐ automatisch ☐ abschaltend ☐ permanent
Präsenzmelder	☐ Ja ☐ Nein	☒ Ja ☐ Nein
Konstantlichtregelung	☐ Ja ☒ Nein	☐ Ja ☒ Nein
Beleuchtungsart	☒ direkt ☐ indirekt ☐ direkt/indirekt	☒ direkt ☐ indirekt ☐ direkt/indirekt

- Gruppenbüros
- Besprechungsräume
- Küche
- Küche Vorbereitung
- sonstige Aufenthaltsräume
- Lager, Technik, Archiv
- Gewerbliche Hallen
- WC + Sanitärräume
- Nebenflächen
- Verkehrsflächen

GENIUS Ingenieurbüro IT GmbH

Treskowallee 30

10529 Berlin

Tel.: 030-818584-0, Fax: 030-81858499

22.07.25

[Handwritten signature]

<1> 2 Gruppenbüro	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,2	233	699
<2> 16 WC und Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	18,3	438	1314
<3> 4 Besprechung Innenlieg	204 Besprechung,	250	19,9	17,4	46	138
<4> 18 Nebenflächen	218 Nebenflächen	250	19,9	17,3	104	312
<5> 14 Küche Innenliegend	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,3	48	145
<6> 17 Sonst. Aufenth.	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	238	713
<7> 19 Verkehrsfläche	219 Verkehrsfläc	250	16,1	14,0	389	1489
<8> 20 Lager, Technik, Arch	220 Lager, Techn	250	16,1	14,0	632	1895
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	522 Gewerbliche	230	16,0	14,2	720	2159
<10> 16 WC und Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	17,7	899	2696
<11> 18 Nebenflächen Innenl	218 Nebenflächen	250	19,9	17,7	63	190
<12> 20 Lager, Technik, Arc	220 Lager, Techn	250	16,2	14,1	1771	5312
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	219 Verkehrsfläc	250	16,2	14,0	505	1578
<14> Dachraum (unbeheizt)	34 unbeheizt	250	variabel		41	122

6.085 18.642

Gebäude, $A_{NGF} = 6085,2 \text{ m}^2$, $n_G = 1$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

 t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr $\Rightarrow$ Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb $\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb $\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabenkung ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A	U	F_X	Anmerkungen	H_T
		m^2	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$			W/K

Büros

1 F 0110 FDd	1:0	184,2	0,203	0,80 FDd	53 06	29,9
2 F 0106 FAW S-0	1:0	24,7	0,444	1,00 FAW	53	10,9
3 F 0106a FAW S-0	1:0	19,4	0,349	1,00 FAW	53	6,8
4 F 0107 FAW S-0	1:0	12,2	0,444	1,00 FAW	53	5,4
5 F 0107a FAW S-0	1:0	8,7	0,349	1,00 FAW	53	3,0
6 F 0108 FAW N-0	1:0	38,8	0,444	1,00 FAW	53	17,2
7 F 0108a FAW N-0	1:0	35,1	0,349	1,00 FAW	53	12,3
8 A 0106 FF S-0	1:0	11,2	1,100	1,00 FF	53 02	12,3
9 A 0107 FF S-0	1:0	3,7	1,100	1,00 FF	53 02	4,1
10 A 0108 FF N-0	1:0	26,7	1,100	1,00 FF	53 02	29,4
11 F 0100 FG	1:0	184,2	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	30,4
Sanitärräume						
12 F 0207 FDd	10:0	410,4	0,203	0,80 FDd	53 06	66,6
13 F 0203 Fu	10:0	54,7	0,211	0,50 Fu	53 08	5,8
14 F 0204 Fu	10:0	44,8	0,211	0,50 Fu	53 08	4,7
15 F 0200 FG	10:0	410,4	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	67,7
Bespprechung						
16 F 0305 FDd	3:0	48,3	0,203	0,80 FDd	53 06	7,8
17 F 0300 FG	3:0	48,3	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	8,0
Nebenflächen						
18 F 0405 FDd	4:0	28,9	0,203	0,80 FDd	53 06	4,7
19 F 0403 FAW N-0	4:0	7,9	0,444	1,00 FAW	53	3,5
20 F 0403a FAW N-0	4:0	9,1	0,349	1,00 FAW	53	3,2
21 A 0403 FF N-0	4:0	8,9	1,100	1,00 FF	53 02	9,8
22 F 0400 FG	4:0	28,9	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	4,8
Lager / Technik / Archiv						
23 F 0515 FDd	12:0	214,3	0,257	0,80 FDd	53 06	44,1
24 F 0511 Fu	12:0	80,3	0,301	0,50 Fu	53 08	12,1
25 F 0500 FG	12:0	214,3	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	35,4
Aufenthaltsräume						
26 F 0607 FDd	6:0	250,2	0,203	0,80 FDd	53 06	40,6
27 F 0603 FAW N-0	6:0	14,8	0,444	1,00 FAW	53	6,6
28 F 0603a FAW N-0	6:0	24,2	0,349	1,00 FAW	53	8,4
29 F 0604 FAW N-W	6:0	31,5	0,211	1,00 FAW	53	6,6
30 F 0605 FAW N-0	6:0	9,8	0,211	1,00 FAW	53	2,1
31 F 0601 Fu	6:0	78,9	0,211	0,50 Fu	53 08	8,3
32 A 0603 FF N-0	6:0	30,1	1,100	1,00 FF	53 02	33,1
33 F 0600 FG	6:0	250,2	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	41,3

Lager, Technik, Archiv

34 F 0713 FDd	12:0	410,7	0,312	0,80 FDd	53 06	102,5
35 F 0702 Fu	12:0	7,8	0,301	0,50 Fu	53 08	1,2
36 F 0703 Fu	12:0	92,6	0,301	0,50 Fu	53 08	13,9
37 F 0704 Fu	12:0	54,9	0,301	0,50 Fu	53 08	8,3
38 F 0705 Fu	12:0	28,2	0,301	0,50 Fu	53 08	4,2
39 F 0711 Fu	12:0	10,9	0,301	0,50 Fu	53 08	1,6
40 F 0712 Fu	12:0	7,8	0,301	0,50 Fu	53 08	1,2
41 T 0705 Fu , Tür	12:0	5,4	1,600	0,50 Fu	09 53 08	4,3
42 F 0700 FG	12:0	410,7	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	67,8

Lager, Technik, Archiv

43 F 0812 FDd	8:0	445,8	0,312	0,80 FDd	53 06	111,3
44 F 0805 FAW Ost	8:0	15,3	0,444	1,00 FAW	53	6,8
45 F 0805a FAW Ost	8:0	9,8	0,349	1,00 FAW	53	3,4
46 F 0804 Fu	8:0	7,8	0,301	0,50 Fu	53 08	1,2
47 F 0806 Fu	8:0	20,3	0,301	0,50 Fu	53 08	3,1
48 F 0807 Fu	8:0	2,2	0,301	0,50 Fu	53 08	0,3
49 F 0808 Fu	8:0	88,5	0,301	0,50 Fu	53 08	13,3
50 F 0809 Fu	8:0	2,2	0,301	0,50 Fu	53 08	0,3
51 F 0810 Fu	8:0	101,3	0,301	0,50 Fu	53 08	15,2
52 T 0805 FAW Ost , Tür	8:0	2,9	1,600	1,00 FAW	09 53	4,6
53 F 0800 FG	8:0	445,8	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	73,6

Lager, Technik, Archiv

54 F 0911 FDd	12:0	896,3	0,257	0,80 FDd	53 06	184,3
55 F 0901 Fu	12:0	165,3	0,301	0,50 Fu	53 08	24,9
56 F 0902 Fu	12:0	76,9	0,301	0,50 Fu	53 08	11,6
57 F 0903 Fu	12:0	164,0	0,301	0,50 Fu	53 08	24,7
58 F 0905 Fu	12:0	11,7	0,301	0,50 Fu	53 08	1,8
59 F 0909 Fu	12:0	40,1	0,301	0,50 Fu	53 08	6,0
60 F 0910 Fu	12:0	17,5	0,301	0,50 Fu	53 08	2,6
61 T 0902 Fu , Tür	12:0	2,3	1,600	0,50 Fu	09 53 08	1,8
62 F 0900 FG	12:0	896,3	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	147,9

Verkehrsfläche

63 F 1017 FDd	13:0	247,3	0,257	0,80 FDd	53 06	50,9
64 F 1006 FAW S-0	13:0	3,7	0,444	1,00 FAW	53	1,6
65 F 1006a FAW S-0	13:0	3,5	0,349	1,00 FAW	53	1,2
66 F 1013 FAW N-0	13:0	12,4	0,301	1,00 FAW	53	3,7
67 F 1002 Fu	13:0	180,8	0,301	0,50 Fu	53 08	27,2

68 F 1005 Fu	13:0	7,6	0,301	0,50 Fu	53 08	1,1
69 F 1011 Fu	13:0	1,9	0,301	0,50 Fu	53 08	0,3
70 F 1014 Fu	13:0	67,8	0,301	0,50 Fu	53 08	10,2
71 F 1015 Fu	13:0	22,2	0,301	0,50 Fu	53 08	3,3
72 T 1006 FAW S-0 , Tür	13:0	2,9	1,600	1,00 FAW	09 53	4,6
73 T 1013 FAW N-0 , Tür	13:0	2,9	1,600	1,00 FAW	09 53	4,6
74 F 1000 FG	13:0	247,3	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	40,8
Verkehrsfläche						
75 F 1119 FDd	7:0	145,1	0,257	0,80 FDd	53 06	29,8
76 F 1112 FAW S-0	7:0	10,0	0,444	1,00 FAW	53	4,4
77 F 1112a FAW S-0	7:0	8,6	0,349	1,00 FAW	53	3,0
78 F 1117 Fu	7:0	1,9	0,301	0,50 Fu	53 08	0,3
79 T 1112 FAW S-0 , Tür	7:0	6,0	1,600	1,00 FAW	09 53	9,6
80 F 1100 FG	7:0	145,1	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	23,9
Verkehrsfläche						
81 F 1211 FDd	13:0	131,1	0,312	0,80 FDd	53 06	32,7
82 F 1203 Fu	13:0	9,0	0,301	0,50 Fu	53 08	1,3
83 F 1206 Fu	13:0	10,5	0,301	0,50 Fu	53 08	1,6
84 T 1206 Fu , Tür	13:0	4,0	1,600	0,50 Fu	09 53 08	3,2
85 F 1200 FG	13:0	131,1	0,275	0,60 Ffb	18 53 19 25	21,6
Spühlküche						
86 F 1324 FDd	9:0	736,8	0,203	0,80 FDd	53 06	119,6
87 F 1305 Fu	9:0	5,1	0,211	0,50 Fu	53 08	0,5
88 F 1306 Fu	9:0	26,2	0,205	0,50 Fu	53 08	2,7
89 F 1307 Fu	9:0	5,8	0,211	0,50 Fu	53 08	0,6
90 F 1313 Fu	9:0	48,1	0,205	0,50 Fu	53 08	4,9
91 F 1316 Fu	9:0	17,2	0,211	0,50 Fu	53 08	1,8
92 F 1317 Fu	9:0	7,6	0,211	0,50 Fu	53 08	0,8
93 F 1318 Fu	9:0	17,2	0,211	0,50 Fu	53 08	1,8
94 F 1319 Fu	9:0	7,6	0,211	0,50 Fu	53 08	0,8
95 F 1300 FG	9:0	736,8	0,256	0,60 Ffb	25 18 53 19	113,2
Lager, Technik, Archiv						
96 F 1417 FDd	12:0	152,6	0,203	0,80 FDd	53 06	24,8
97 F 1407 Fu	12:0	58,4	0,211	0,50 Fu	53 08	6,2
98 F 1408 Fu	12:0	5,3	0,211	0,50 Fu	53 08	0,6
99 F 1409 Fu	12:0	21,2	0,205	0,50 Fu	53 08	2,2
100 F 1410 Fu	12:0	25,0	0,205	0,50 Fu	53 08	2,6
101 F 1411 Fu	12:0	24,8	0,205	0,50 Fu	53 08	2,5

102 F 1413 Fu	12:0	18,3	0,211	0,50 Fu	53 08	1,9
103 F 1414 Fu	12:0	7,7	0,211	0,50 Fu	53 08	0,8
104 F 1415 Fu	12:0	18,3	0,211	0,50 Fu	53 08	1,9
105 F 1400 FG	12:0	152,6	0,256	0,60 Ffb	25 18 53 19	23,4
WC und Sanitärräume						
106 F 1508 FDd	10:0	27,9	0,203	0,80 FDd	53 06	4,5
107 F 1500 FG	10:0	27,9	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	4,3
Nebenflächen						
108 F 1607 FDd	4:0	31,1	0,203	0,80 FDd	53 06	5,1
109 F 1606 FAW N-W	4:0	10,1	0,444	1,00 FAW	53	4,5
110 F 1606a FAW N-W	4:0	8,5	0,349	1,00 FAW	53	3,0
111 A 1606 FF N-W	4:0	3,4	1,100	1,00 FF	53 02	3,8
112 T 1606 FAW N-W , Tür	4:0	2,3	1,600	1,00 FAW	09 53	3,6
113 F 1600 FG	4:0	31,1	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	4,8
Lager, Technik, Archiv						
114 F 1705 FDd	12:0	20,3	0,257	0,80 FDd	53 06	4,2
115 F 1701 Fu	12:0	20,4	0,205	0,50 Fu	53 08	2,1
116 F 1704 Fu	12:0	20,2	0,301	0,50 Fu	53 08	3,0
117 F 1700 FG	12:0	20,3	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	3,1
Lager, Technik, Archiv						
118 F 1807 FDd	12:0	55,6	0,257	0,80 FDd	53 06	11,4
119 F 1801 Fu	12:0	5,4	0,301	0,50 Fu	53 08	0,8
120 F 1802 Fu	12:0	8,4	0,301	0,50 Fu	53 08	1,3
121 F 1803 Fu	12:0	31,6	0,205	0,50 Fu	53 08	3,2
122 F 1804 Fu	12:0	31,7	0,205	0,50 Fu	53 08	3,2
123 F 1805 Fu	12:0	37,0	0,301	0,50 Fu	53 08	5,6
124 F 1806 Fu	12:0	23,3	0,301	0,50 Fu	53 08	3,5
125 F 1800 FG	12:0	55,6	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	8,5
Küche						
126 F 1905 FDd	5:0	51,9	0,203	0,80 FDd	53 06	8,4
127 F 1901 Fu	5:0	36,2	0,205	0,50 Fu	53 08	3,7
128 F 1902 Fu	5:0	29,0	0,205	0,50 Fu	53 08	3,0
129 F 1904 Fu	5:0	29,0	0,205	0,50 Fu	53 08	3,0
130 F 1900 FG	5:0	51,9	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	8,0
Gruppenbüro						
131 F 2010 FDd	1:0	78,3	0,203	0,80 FDd	53 06	12,7
132 F 2009 FAW N-W	1:0	14,0	0,444	1,00 FAW	53	6,2
133 F 2009a FAW N-W	1:0	10,0	0,349	1,00 FAW	53	3,5

134 F 2001 Fu	1:0	7,9	0,211	0,50 Fu	53 08	0,8
135 F 2002 Fu	1:0	3,4	0,211	0,50 Fu	53 08	0,4
136 F 2003 Fu	1:0	11,4	0,205	0,50 Fu	53 08	1,2
137 F 2006 Fu	1:0	27,6	0,211	0,50 Fu	53 08	2,9
138 F 2007 Fu	1:0	31,2	0,211	0,50 Fu	53 08	3,3
139 F 2008 Fu	1:0	27,6	0,211	0,50 Fu	53 08	2,9
140 A 2009 FF N-W	1:0	4,4	1,100	1,00 FF	53 02	4,9
141 A 2007 FF	1:0	5,0	1,100	1,00 FF	53 02	5,5
142 F 2000 FG	1:0	78,3	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	12,0
Lager, Technik, Archiv						
143 F 2109 FDd	8:0	226,8	0,257	0,80 FDd	53 06	46,6
144 F 2106 FAW N-W	8:0	22,6	0,444	1,00 FAW	53	10,0
145 F 2106a FAW N-W	8:0	12,8	0,349	1,00 FAW	53	4,5
146 F 2101 Fu	8:0	25,6	0,205	0,50 Fu	53 08	2,6
147 F 2102 Fu	8:0	37,0	0,205	0,50 Fu	53 08	3,8
148 F 2103 Fu	8:0	72,4	0,205	0,50 Fu	53 08	7,4
149 F 2104 Fu	8:0	30,2	0,301	0,50 Fu	53 08	4,5
150 F 2105 Fu	8:0	117,4	0,301	0,50 Fu	53 08	17,7
151 F 2100 FG	8:0	226,8	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	34,8
Verkehrsfläche						
152 F 2225 FDd	13:0	186,7	0,257	0,80 FDd	53 06	38,4
153 F 2201 Fu	13:0	9,9	0,301	0,50 Fu	53 08	1,5
154 F 2202 Fu	13:0	6,1	0,301	0,50 Fu	53 08	0,9
155 F 2203 Fu	13:0	9,1	0,301	0,50 Fu	53 08	1,4
156 F 2204 Fu	13:0	12,9	0,301	0,50 Fu	53 08	1,9
157 F 2208 Fu	13:0	7,7	0,301	0,50 Fu	53 08	1,2
158 F 2216 Fu	13:0	7,7	0,301	0,50 Fu	53 08	1,2
159 F 2218 Fu	13:0	93,8	0,205	0,50 Fu	53 08	9,6
160 F 2219 Fu	13:0	1,0	0,301	0,50 Fu	53 08	0,2
161 F 2220 Fu	13:0	3,6	0,301	0,50 Fu	53 08	0,5
162 F 2221 Fu	13:0	31,8	0,301	0,50 Fu	53 08	4,8
163 T 2201 Fu , Tür	13:0	2,3	1,600	0,50 Fu	09 53 08	1,8
164 F 2200 FG	13:0	186,7	0,256	0,60 Ffb	18 25 53 19	28,7
Verkehrsfläche						
165 F 2323 FDd	7:0	275,2	0,257	0,80 FDd	53 06	56,6
166 F 2311 FAW N-W	7:0	6,4	0,444	1,00 FAW	53	2,8
167 F 2315 FAW S-W	7:0	13,1	0,444	1,00 FAW	53	5,8
168 F 2316 FAW N-W	7:0	11,9	0,444	1,00 FAW	53	5,3

169	F	2317	FAW S-W	7:0	8,0	0,444	1,00	FAW	53	3,5
170	F	2318	FAW N-W	7:0	11,9	0,444	1,00	FAW	53	5,3
171	F	2319	FAW S-W	7:0	8,0	0,444	1,00	FAW	53	3,5
172	F	2320	FAW N-W	7:0	11,9	0,444	1,00	FAW	53	5,3
173	F	2321	FAW N-O	7:0	5,1	0,444	1,00	FAW	53	2,3
174	F	2322	FAW N-W	7:0	2,7	0,444	1,00	FAW	53	1,2
175	F	2301	Fu	7:0	239,3	0,301	0,50	Fu	53 08	36,0
176	F	2305	Fu	7:0	7,7	0,301	0,50	Fu	53 08	1,2
177	F	2307	Fu	7:0	16,6	0,205	0,50	Fu	53 08	1,7
178	F	2308	Fu	7:0	10,2	0,205	0,50	Fu	53 08	1,0
179	F	2309	Fu	7:0	29,8	0,205	0,50	Fu	53 08	3,1
180	F	2310	Fu	7:0	34,7	0,205	0,50	Fu	53 08	3,6
181	T	2311	FAW N-W , Tür	7:0	3,1	1,600	1,00	FAW	09 53	5,0
182	T	2316	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	1,600	1,00	FAW	09 53	15,1
183	T	2318	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	1,600	1,00	FAW	09 53	15,1
184	T	2320	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	1,600	1,00	FAW	09 53	15,1
185	A	2301	FF	7:0	15,1	1,100	1,00	FF	53 02	16,6
186	T	2301	Fu , Tür	7:0	3,1	1,600	0,50	Fu	09 53 08	2,4
187	F	2300	FG	7:0	275,2	0,256	0,60	Ffb	18 53 19 25	42,3
Verkehrsfläche										
188	F	2413	FDd	13:0	53,2	0,257	0,80	FDd	53 06	10,9
189	F	2402	Fu	13:0	4,0	0,301	0,50	Fu	53 08	0,6
190	F	2408	Fu	13:0	36,4	0,301	0,50	Fu	53 08	5,5
191	F	2409	Fu	13:0	14,2	0,301	0,50	Fu	53 08	2,1
192	F	2412	Fu	13:0	22,4	0,205	0,50	Fu	53 08	2,3
193	F	2400	FG	13:0	53,2	0,256	0,60	Ffb	18 53 19 25	8,2
Sanitärräume										
194	F	2507	FDd	10:0	34,2	0,203	0,80	FDd	53 06	5,6
195	F	2501	Fu	10:0	23,7	0,211	0,50	Fu	53 08	2,5
196	F	2500	FG	10:0	34,2	0,275	0,60	Ffb	18 53 19 25	5,6
Nebenflächen										
197	F	2608	FDd	11:0	34,0	0,203	0,80	FDd	53 06	5,5
198	F	2606	Fu	11:0	24,3	0,211	0,50	Fu	53 08	2,6
199	F	2600	FG	11:0	34,0	0,275	0,60	Ffb	18 53 19 25	5,6
Dachraum (unbeheizt)										
200	F	2719	FD	14:0	6563,4	0,349	1,00	FD	53	2290,6
201	A	2719	DFF 0°	14:0	2059,2	1,900	1,00	FF	71 53 02	3912,5
202	F	2701	FAW S-W	14:0	562,1	0,349	1,00	FAW	53	196,2

203	F	2702	FAW	S-0	14:0	49,2	0,349	1,00	FAW	53	17,2
204	F	2703	FAW	S-0	14:0	46,8	0,349	1,00	FAW	53	16,3
205	F	2704	FAW	S-0	14:0	56,4	0,349	1,00	FAW	53	19,7
206	F	2705	FAW	S-0	14:0	56,4	0,349	1,00	FAW	53	19,7
207	F	2706	FAW	S-0	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
208	F	2707	FAW	S-0	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
209	F	2708	FAW	S-0	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
210	F	2709	FAW	S-0	14:0	64,2	0,349	1,00	FAW	53	22,4
211	F	2710	FAW	N-0	14:0	562,1	0,349	1,00	FAW	53	196,2
212	F	2711	FAW	N-W	14:0	64,2	0,349	1,00	FAW	53	22,4
213	F	2712	FAW	N-W	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
214	F	2713	FAW	N-W	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
215	F	2714	FAW	N-W	14:0	62,4	0,349	1,00	FAW	53	21,8
216	F	2715	FAW	N-W	14:0	56,4	0,349	1,00	FAW	53	19,7
217	F	2716	FAW	N-W	14:0	56,4	0,349	1,00	FAW	53	19,7
218	F	2717	FAW	N-W	14:0	46,8	0,349	1,00	FAW	53	16,3
219	F	2718	FAW	N-W	14:0	49,2	0,349	1,00	FAW	53	17,2

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 25.136,9$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 9.639,1$$

Hüllflächen nicht beheizter Zonen $\Sigma A_{\text{unbeheizt}} = 10667,2 \text{ m}^2$

Bodenplattenmaß $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 8629,00 / 189,16 = 45,62 \text{ m}$

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).
- 06 Dachgeschossdecke zum nicht ausgebauten Dachraum.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 09 Außentür
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max} -Nachweis reduziert (5m-Streifen)
- 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.
- 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
- 71 Glasdach

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen nach Zonen

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

Zone	ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	[W/K]
<1> 2 Gruppenbüro	0,150	99,1
<2> 16 WC und Sanitärräume	0,100	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliegend	0,100	9,7
<4> 18 Nebenflächen	0,150	20,9
<5> 14 Küche Innenliegend	0,100	5,2
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0,150	54,1
<7> 19 Verkehrsfläche	0,150	148,6
<8> 20 Lager, Technik, Archiv	0,150	211,3
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenl	0,100	73,7
<10> 16 WC und Sanitärräume Innenl	0,100	88,3
<11> 18 Nebenflächen Innenliegend	0,100	3,4
<12> 20 Lager, Technik, Archiv Inn	0,100	334,7
<13> 19 Verkehrsfläche Innenliegen	0,100	126,2

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten	$H_{T,D}$	$H_{T,S}$	$H_{T,iu}$	ΣH_T	$H_{T,iz}$	$H_{T,zi}$
Transmission	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K
<1> 2 Gruppenbüro	251	42	24	317	0	0
<2> 16 WC und Sanitärräum	0	0	0	0	0	0
<3> 4 Besprechung Innenli	18	8	0	25	0	0
<4> 18 Nebenflächen	57	10	5	71	0	0
<5> 14 Küche Innenliegend	0	8	18	26	0	0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	111	41	49	201	0	0
<7> 19 Verkehrsfläche	354	66	49	470	0	0
<8> 20 Lager, Technik, Ar	398	108	70	576	0	0
<9> 22.2 Gewerbliche Hall	0	113	134	247	0	0
<10> 16 WC und Sanitärräu	155	78	23	256	0	0
<11> 18 Nebenflächen Inne	0	6	8	14	0	0
<12> 20 Lager, Technik, A	681	286	186	1154	0	0
<13> 19 Verkehrsfläche In	275	99	84	458	0	0
<14> Dachraum (unbeheizt)	6917	0	0	6917	0	0

9216 866 650 10732

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

(nur beheizte Gebäudezonen)

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,S}) / A = 3.815,1 / 14.469,6 = \mathbf{0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

in Bestandsgebäuden mit $U_{max} = \text{Höchstwerte} \cdot 1,25$ (§ 50 mit Rundungsregel)

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max}	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,40	1,90	1,90	3,10
U_{max}	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,60	3,50	3,80	3,90

Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,19	1,10
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,22	1,10

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

" 11 F 0100 FG ", $A_{Rand} = 184,2 - 18,7 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 15 F 0200 FG ", $A_{Rand} = 410,4 - 377,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 17 F 0300 FG ", $A_{Rand} = 48,3 - 48,3 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 22 F 0400 FG ", $A_{Rand} = 28,9 - 1,4 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 25 F 0500 FG ", $A_{Rand} = 214,3 - 212,5 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 33 F 0600 FG ", $A_{Rand} = 250,2 - 133,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 42 F 0700 FG ", $A_{Rand} = 410,7 - 382,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 53 F 0800 FG ", $A_{Rand} = 445,8 - 411,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 62 F 0900 FG ", $A_{Rand} = 896,3 - 626,5 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 74 F 1000 FG ", $A_{Rand} = 247,3 - 231,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 80 F 1100 FG ", $A_{Rand} = 145,1 - 118,4 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 85 F 1200 FG ", $A_{Rand} = 131,1 - 118,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 95 F 1300 FG ", $A_{Rand} = 736,8 - 671,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"105 F 1400 FG ", $A_{Rand} = 152,6 - 152,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"107 F 1500 FG ", $A_{Rand} = 27,9 - 25,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "113 F 1600 FG ", $A_{Rand} = 31,1 - 7,4 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "117 F 1700 FG ", $A_{Rand} = 20,3 - 20,3 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "125 F 1800 FG ", $A_{Rand} = 55,6 - 55,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "130 F 1900 FG ", $A_{Rand} = 51,9 - 51,9 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "142 F 2000 FG ", $A_{Rand} = 78,3 - 21,5 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "151 F 2100 FG ", $A_{Rand} = 226,8 - 110,3 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "164 F 2200 FG ", $A_{Rand} = 186,7 - 105,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "187 F 2300 FG ", $A_{Rand} = 275,2 - 93,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "193 F 2400 FG ", $A_{Rand} = 53,2 - 53,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "196 F 2500 FG ", $A_{Rand} = 34,2 - 34,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "199 F 2600 FG ", $A_{Rand} = 34,0 - 34,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,280 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} -42,1\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Grenzwert nach GEG §26 für Dichtheitsprüfung mit RLT-Anlage, $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2,5 \cdot 25137 / 18642 = 3,37 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für keine Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$e_{wind} = 0,10 f_{wind} = 15 \text{ (EN ISO 13790 Tab.G4)}$

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, $f_{ATD} = (n_{50} + 1,5) / n_{50} = 2,00 \text{ (Gl.67)}$

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (manuelle, raumweise Steuerung) für die Zonen <1> 2 Gruppenbüro, <2> 16 WC und Sanitärräume, <3> 4 Besprechung Innenliegend, <4> 18 Nebenflächen, <5> 14 Küche Innenliegend, <6> 17 Sonst. Aufenth., <7> 19 Verkehrsfläche, <8> 20 Lager Technik Archiv, <9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend, <10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend, <11> 18 Nebenflächen Innenliegend, <12> 20 Lager Technik Archiv Innenliegend, <13> 19 Verkehrsfläche Innenliegend

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50}	V_A/V_{dc}	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n_{nutz}	n_{inf}		$n_{m, ZUL}$	$t_{V, m}$
		h^{-1}	$\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h/d

<1>	2 Gruppenbüro	ja	3,03	3,55	1,18	0,45	0,10	2,50	13
<2>	16 WC und Sani	ja	1,50	15,00	5,00	0,30	0,10	5,00	13
<3>	4 Besprechung	ja	1,75	8,75	2,92	0,32	0,10	3,00	13
<4>	18 Nebenfläche	ja	1,36	0,15	0,05	0,29	0,10	2,50	13
<5>	14 Küche Innen	ja	3,41	90,00	30,00	0,49	0,10	30,06	15
<6>	17 Sonst. Aufe	ja	2,42	6,10	2,03	0,39	0,10	2,50	13
<7>	19 Verkehrsflä	ja	2,24	0,00	0,00	0,37	0,10	-	-
<8>	20 Lager, Tech	ja	2,52	0,15	0,05	0,40	0,10	1,00	13
<9>	22.2 Gewerblic	ja	1,86	2,50	0,83	0,34	0,10	0,83	10
<10>	16 WC und San	ja	0,99	15,00	5,00	0,25	0,10	5,00	13
<11>	18 Nebenfläch	ja	1,21	0,15	0,05	0,27	0,10	2,50	13
<12>	20 Lager, Tec	ja	2,18	0,15	0,05	0,37	0,10	1,00	13
<13>	19 Verkehrsfl	ja	2,90	0,00	0,00	0,44	0,10	-	-
<14>	Dachraum (unb	-	218,09	0,15	0,05	21,81	1,58	-	-

⇒ WE-Betrieb ...

<1>	2 Gruppenbüro		0,00	0,00	0,30	0,10
<2>	16 WC und Sanitärräume		0,00	0,00	0,15	0,10
<3>	4 Besprechung Innenliegen		0,00	0,00	0,17	0,10
<4>	18 Nebenflächen		0,00	0,00	0,14	0,10
<5>	14 Küche Innenliegend		0,00	0,00	0,34	0,10
<6>	17 Sonst. Aufenth.		0,00	0,00	0,24	0,10
<7>	19 Verkehrsfläche		0,00	0,00	0,22	0,10
<8>	20 Lager, Technik, Archiv		0,00	0,00	0,25	0,10
<9>	22.2 Gewerbliche Hallen I		0,00	0,00	0,19	0,10
<10>	16 WC und Sanitärräume I		0,00	0,00	0,10	0,10
<11>	18 Nebenflächen Innenlie		0,00	0,00	0,12	0,10
<12>	20 Lager, Technik, Archi		0,00	0,00	0,22	0,10
<13>	19 Verkehrsfläche Innenl		0,00	0,00	0,29	0,10
<14>	Dachraum (unbeheizt)		0,00	0,00	21,81	2,05

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1747 / 1747 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 6571 / 6571 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 415 / 415 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 781 / 781 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 4359 / 4359 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG73 (Angaben TGA-Planung)

Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1784 / 1784 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1895 / 1895 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1799 / 1799 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG73 (Angaben TGA-Planung)

Zone <10> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 13481 / 13481 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG74 (Angaben

TGA-Planung)

Zone <11> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 475 / 475 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 5312 / 5312 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75 n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot ANG_F / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude) n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT $n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{V,mech} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65) n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $n_{win,min} + \Delta n_{win,mech} \cdot t_{V,mech} / 24$ mit $n_{win,min} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) \cdot n_{inf} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{nutz} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1$ $n_{mech} = n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der NutzungsstundenHinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m ³	H _{V, z, Jan} W/K	H _{V, inf} W/K	H _{V, win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V, mech} W/K	θ _{V, Jan} °C
<1> 2 Gruppenbüro	699	0	107	24	131	322	22,0
<2> 16 WC und Sanitä	1.314	0	134	45	179	1210	22,0
<3> 4 Besprechung In	138	0	15	5	20	76	22,0
<4> 18 Nebenflächen	312	0	30	11	41	144	22,0
<5> 14 Küche Innenli	145	0	24	5	29	928	22,0
<6> 17 Sonst. Aufent	713	0	95	24	119	329	22,0
<7> 19 Verkehrsfläch	1.489	0	189	51	240	0	
<8> 20 Lager, Techni	1.895	0	259	64	323	349	15,0
<9> 22.2 Gewerbliche	2.159	0	247	73	321	255	22,0
<10> 16 WC und Sanit	2.696	0	228	92	320	2483	22,0
<11> 18 Nebenflächen	190	0	18	6	24	88	22,0
<12> 20 Lager, Techn	5.312	0	664	181	845	978	15,0
<13> 19 Verkehrsfläc	1.578	0	236	54	290	0	
<14> Dachraum (unbeh	122	0	907	66	972	0	

0	3154	699	3854	7161
---	------	-----	------	------

⇒ WE-Betrieb ...

<1> 2 Gruppenbüro	0	72	24	96
<2> 16 WC und Sanitärräume	0	67	45	112
<3> 4 Besprechung Innenlieg	0	8	5	13
<4> 18 Nebenflächen	0	14	11	25

<5> 14 Küche Innenliegend	0	17	5	22
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0	59	24	83
<7> 19 Verkehrsfläche	0	113	51	164
<8> 20 Lager, Technik, Arch	0	163	64	227
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	0	137	73	210
<10> 16 WC und Sanitärräume	0	91	92	182
<11> 18 Nebenflächen Innenl	0	8	6	14
<12> 20 Lager, Technik, Arc	0	393	181	573
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	0	155	54	209
<14> Dachraum (unbeheizt)	0	907	85	992
	0	2204	719	2923

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

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

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	I_S , Jan/Jul W/m^2	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
8 A 0106 FF S-0	1	7,84	50/ 132	29/ 29 7100	2,7/ 7,2
9 A 0107 FF S-0	1	2,61	50/ 132	29/ 29 "	0,9/ 2,4
10 A 0108 FF N-0	1	18,70	11/ 112	29/ 29 "	1,4/ 14,7
21 A 0403 FF N-0	4	6,23	11/ 112	29/ 29 "	0,5/ 4,9
32 A 0603 FF N-0	6	21,08	11/ 112	29/ 29 "	1,6/ 16,5
111 A 1606 FF N-W	4	2,39	11/ 95	29/ 29 "	0,2/ 1,6
140 A 2009 FF N-W	1	3,11	11/ 95	29/ 29 "	0,2/ 2,1
141 A 2007 FF	1	3,53	29/ 210	29/ 29 "	0,7/ 5,2
185 A 2301 FF	7	10,58	29/ 210	29/ 29 "	2,2/ 15,6

201	A	2719	DFF	0°	14	1441,44	29/ 210	42/ 42	"	424,4/3071,7	
						1.517,40	435/ 3142				

<12> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<13> 19 Verkeh	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<14> Dachraum	55.730	34.915	13.603	7.709	13.150	18.021	43.984	652.859	
	56.911	35.680	13.906	7.891	13.475	18.419	44.940	667.151	

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

Zone	AB m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> 2 Gruppenbüro	233	7,0	10,0	0,0	17,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	461	-	-	0,0	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliege	46	4,3	0,4	0,0	4,7
<4> 18 Nebenflächen	104	-	-	0,0	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	48	2,7	87,2	0,0	89,8
<6> 17 Sonst. Aufenth.	238	22,1	1,9	0,0	24,0
<7> 19 Verkehrsfläche	879	-	-	0,0	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archi	2402	-	-	0,0	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	720	28,8	201,5	0,0	230,2
<10> 16 WC und Sanitärräume	461	-	-	0,0	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenli	104	-	-	0,0	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Arch	1396	-	-	0,0	0,0
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	200	-	-	0,0	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	41	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> 2 Gruppenbüro		-	-	0,0	0,0
<2> 16 WC und Sanitärräume		-	-	0,0	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliege		-	-	0,0	0,0
<4> 18 Nebenflächen		-	-	0,0	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend		-	-	0,0	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.		-	-	0,0	0,0
<7> 19 Verkehrsfläche		-	-	0,0	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archi		-	-	0,0	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen		-	-	0,0	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräume		-	-	0,0	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenli		-	-	0,0	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Arch		-	-	0,0	0,0

<13> 19 Verkehrsfläche Innen	-	-	0,0	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I, L} kWh/d	Q _{I, h} kWh/d	Q _{I, w} kWh/d	Q _{I, rv} kWh/d
<1> 2 Gruppenbüro	0,0	5,9	14,6	1,1	0,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	0,0	9,6	27,3	2,1	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliegen	0,0	2,5	2,9	0,2	0,0
<4> 18 Nebenflächen	0,0	0,2	6,6	0,5	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	0,0	4,0	0,0	0,2	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0,0	6,5	14,9	1,1	0,0
<7> 19 Verkehrsfläche	0,0	3,3	24,2	1,8	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archiv	0,0	2,0	0,1	3,0	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen I	0,0	22,2	0,1	3,4	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräume I	0,0	10,1	56,1	4,3	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenlie	0,0	0,2	4,0	0,3	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Archi	0,0	2,8	0,2	8,4	0,0
<13> 19 Verkehrsfläche Innenl	0,0	1,0	31,5	2,4	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	Σ H _T W/K	Σ H _V W/K	Σ H _{V, mech} W/K	Q _{sink} kWh/d	Q _{source} kWh/d	γ
------	-------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------	---

<1> 2 Gruppenbüro	317	131	322	213	46	0,214
<2> 16 WC und Sanitärräume	0	179	1210	102	12	0,115
<3> 4 Besprechung Innenliege	25	20	76	23	10	0,463
<4> 18 Nebenflächen	71	41	144	55	9	0,161
<5> 14 Küche Innenliegend	26	29	928	27	94	3,493
<6> 17 Sonst. Aufenth.	201	119	329	155	49	0,317
<7> 19 Verkehrsfläche	470	240	0	274	35	0,128
<8> 20 Lager, Technik, Archi	576	323	349	363	5	0,014
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	247	321	255	237	256	1,081
<10> 16 WC und Sanitärräume	256	320	2483	298	79	0,266
<11> 18 Nebenflächen Innenli	14	24	88	20	6	0,279
<12> 20 Lager, Technik, Arch	1154	845	978	828	11	0,014
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	458	290	0	293	40	0,136
Zone	C _{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
<1> 2 Gruppenbüro	50	770	15,13	1,95	0,960	0,998
<2> 16 WC und Sanitärräume	50	1389	15,77	1,99	0,988	1,000
<3> 4 Besprechung Innenliege	50	122	18,90	2,18	0,890	1,000
<4> 18 Nebenflächen	50	256	20,30	2,27	0,987	1,000
<5> 14 Küche Innenliegend	50	983	2,46	1,15	0,235	1,000
<6> 17 Sonst. Aufenth.	50	649	18,31	2,14	0,940	0,999
<7> 19 Verkehrsfläche	50	710	27,40	2,71	0,997	0,999
<8> 20 Lager, Technik, Archi	50	1248	25,30	2,58	1,000	1,000
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	50	822	43,74	3,73	0,757	1,000
<10> 16 WC und Sanitärräume	50	3058	14,69	1,92	0,941	1,000
<11> 18 Nebenflächen Innenli	50	125	25,28	2,58	0,973	1,000
<12> 20 Lager, Technik, Arch	50	2977	29,74	2,86	1,000	1,000
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	50	748	33,75	3,11	0,998	1,000

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

Innentemperaturen T_i in unbeheizten Zonen siehe DIN V 18599-2:

$(T_i =) \vartheta_u = (\vartheta_u + \vartheta_i(H_{T,iu} + H_{V,iu}) + \vartheta_e(H_{T,ue} + H_{V,ue})) / (H_{T,iu} + H_{V,iu} + H_{T,ue} + H_{V,ue})$ (Gl.38)

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 2}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 4}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 5}$	°C	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	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 7}$	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
$T_{i, 8}$	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
$T_{i, 9}$	°C	16,0	16,0	16,2	16,5	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,5	16,2	16,0
$T_{i,10}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,11}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,12}$	°C	16,2	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
$T_{i,13}$	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,2
$T_{i,14}$	°C	3,3	5,3	12,3	23,9	31,3	35,5	35,4	32,6	24,2	15,5	6,5	2,2
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i, 1}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i, 2}$	°C	18,3	18,4	18,8	19,4	20,1	20,4	20,7	20,7	20,1	19,4	18,7	18,2
$T_{i, 3}$	°C	17,4	17,5	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4

$T_{i,4}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,5}$	°C	17,3	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	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,9	17,8	17,2
$T_{i,7}$	°C	14,0	14,1	14,7	15,5	16,4	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,5	13,9
$T_{i,8}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,9}$	°C	14,2	14,4	14,8	15,6	16,5	16,9	17,3	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
$T_{i,10}$	°C	17,7	17,8	18,3	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,6
$T_{i,11}$	°C	17,7	17,9	18,3	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,7
$T_{i,12}$	°C	14,1	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,13}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,14}$	°C	3,3	5,3	12,3	23,9	31,3	35,5	35,4	32,6	24,2	15,5	6,5	2,2

7.1 Zone <1> 2 Gruppenbüro

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 17,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,768	0,902	0,953	0,964	0,960	0,957	0,932	0,798
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,924	0,988	0,998	0,999	0,998	0,997	0,991	0,877
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	128	206	200	206	206	186	206	2.071
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.394
$Q_{h,b,RE}$	kWh	437	1.508	2.579	3.308	3.241	2.761	2.378	17.795
$Q_{h,b,WE}$	kWh	150	495	932	1.215	1.180	999	825	6.258
Q_T	kWh	1.379	2.446	3.479	4.276	4.254	3.670	3.467	28.690
Q_V	kWh	262	665	1.020	1.284	1.277	1.095	1.011	6.800
Q_S^*	kWh	470	373	148	96	182	191	447	4.991
Q_I^*	kWh	585	734	840	942	928	814	828	7.699

$\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = 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 Wärmegegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

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

7.2 Zone <2> 16 WC und Sanitärräume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,920	0,968	0,984	0,988	0,988	0,987	0,983	0,905
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	146	260	369	388	388	351	368	2.878
t_h	h	235	510	493	744	744	672	510	4.902
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	379	561	556	461	347	2.322
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	66	64	39	-	169
Q_T	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_V	kWh	-290	235	615	872	865	721	591	-985
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	219	239	236	245	245	221	243	2.629

7.3 Zone <3> 4 Besprechung Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 4,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,650	0,803	0,868	0,891	0,890	0,885	0,863	0,720
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	24	41	40	41	41	37	41	360
t_h	h	363	744	720	744	744	672	744	6.660
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	68	145	201	199	167	141	990
$Q_{h,b,WE}$	kWh	24	27	59	81	81	68	57	481

QT	kWh	111	197	281	345	343	296	280	2.314
QV	kWh	16	75	125	161	160	136	123	647
QS *	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
QI *	kWh	133	178	201	224	223	198	205	1.882

7.4 Zone <4> 18 Nebenflächen

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,904	0,972	0,985	0,988	0,987	0,985	0,977	0,914
$\eta_{source,WE}$		0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,933
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	54	92	89	92	92	83	92	950
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.413
$Q_{h,b,RE}$	kWh	125	434	673	845	835	710	635	4.754
$Q_{h,b,WE}$	kWh	20	82	171	231	228	189	152	1.129
QT	kWh	312	553	787	967	962	830	784	6.489
QV	kWh	41	163	265	339	337	288	261	1.462
QS *	kWh	87	53	23	13	20	31	74	1.044
QI *	kWh	122	147	184	217	216	188	184	1.550

7.5 Zone <5> 14 Küche Innenliegend

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0\text{ °C}$ und $Q_I = 89,8\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,094	0,153	0,206	0,235	0,235	0,227	0,201	0,145
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	26	43	41	43	43	39	43	380
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.118

Q _{h, b, RE}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h, b, WE}	kWh	8	16	43	61	60	50	41	316
Q _T	kWh	117	207	294	362	360	310	293	2.427
Q _V	kWh	-750	-660	-681	-729	-728	-652	-699	-10.948
Q _S [*]	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _I [*]	kWh	219	367	479	564	562	491	481	4.060

7.6 Zone <6> 17 Sonst. Aufenth.

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h, Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 24,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,721	0,873	0,926	0,942	0,940	0,934	0,911	0,770
$\eta_{source, WE}$		0,975	0,998	0,999	1,000	0,999	0,999	0,998	0,939
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	127	211	204	211	211	190	211	2.133
t_h	h	531	744	720	744	744	672	744	6.068
Q _{h, b, RE}	kWh	135	845	1.508	1.981	1.960	1.649	1.416	10.230
Q _{h, b, WE}	kWh	82	291	558	741	731	610	509	3.837
Q _T	kWh	877	1.555	2.211	2.717	2.704	2.332	2.204	18.233
Q _V	kWh	205	567	883	1.117	1.110	951	874	5.637
Q _S [*]	kWh	184	121	55	31	48	75	176	2.215
Q _I [*]	kWh	681	865	974	1.082	1.076	949	977	9.041

7.7 Zone <7> 19 Verkehrsfläche

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h, Jan} = 16,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,852	0,986	0,996	0,997	0,997	0,996	0,993	0,736
$\eta_{source, WE}$		0,926	0,996	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,752
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	85	246	333	345	345	311	345	2.351

t_h	h	664	744	720	744	744	672	744	6.406
$Q_{h,b,RE}$	kWh	413	2.187	3.955	5.133	5.082	4.309	3.790	27.316
$Q_{h,b,WE}$	kWh	80	506	1.017	1.416	1.397	1.162	939	7.020
Q_T	kWh	825	2.368	3.942	5.084	5.052	4.307	3.884	28.852
Q_V	kWh	384	1.102	1.834	2.365	2.351	2.004	1.807	13.423
Q_S^*	kWh	247	175	69	39	66	91	222	1.834
Q_I^*	kWh	469	602	736	860	857	748	741	6.106

7.8 Zone <8> 20 Lager, Technik, Archiv

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,1^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,820
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	138	395	542	560	560	505	560	3.821
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.739
$Q_{h,b,RE}$	kWh	954	3.730	6.076	7.635	7.592	6.505	5.991	43.099
$Q_{h,b,WE}$	kWh	261	753	1.368	1.903	1.888	1.581	1.322	10.154
Q_T	kWh	1.013	2.908	4.840	6.242	6.203	5.288	4.769	35.425
Q_V	kWh	304	1.682	2.709	3.405	3.386	2.897	2.652	16.459
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	102	107	105	109	109	98	108	1.031

7.9 Zone <9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,0^\circ\text{C}$ und $Q_I = 230,2\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,165	0,444	0,677	0,759	0,757	0,736	0,658	0,405

$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	145	417	617	637	637	576	637	4.264
t_h	h	343	512	720	744	744	672	744	5.648
$Q_{h, b, RE}$	kWh	-	-	-	135	122	10	-	267
$Q_{h, b, WE}$	kWh	123	358	676	1.031	1.021	838	637	5.195
Q_T	kWh	430	1.233	2.052	2.647	2.630	2.242	2.022	15.021
Q_V	kWh	-140	760	1.681	2.316	2.298	1.929	1.629	8.787
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	799	2.220	3.273	3.797	3.785	3.324	3.291	23.692

7.10 Zone <10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,983	0,905	0,935	0,941	0,941	0,940	0,934	0,927
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	431	764	770	796	796	719	796	6.859
t_h	h	427	744	720	744	744	672	744	6.738
$Q_{h, b, RE}$	kWh	-	576	1.516	2.078	2.060	1.733	1.468	10.073
$Q_{h, b, WE}$	kWh	123	176	354	556	550	447	331	2.975
Q_T	kWh	1.121	1.988	2.827	3.475	3.457	2.982	2.818	23.314
Q_V	kWh	-812	95	710	1.112	1.099	897	662	-6.574
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	286	1.331	1.667	1.953	1.946	1.698	1.681	12.959

7.11 Zone <11> 18 Nebenflächen Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

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

η_{source}		0,890	0,958	0,970	0,973	0,973	0,972	0,969	0,968
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	32	53	54	56	56	51	56	478
t_h	h	411	744	720	744	744	672	744	5.706
$Q_{h, b, RE}$	kWh	30	104	169	214	213	183	168	1.186
$Q_{h, b, WE}$	kWh	-	6	23	36	36	29	21	157
Q_T	kWh	60	107	152	186	186	160	151	1.251
Q_V	kWh	22	93	153	196	195	166	151	822
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	79	90	112	132	132	115	113	1.018

7.12 Zone <12> 20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,823
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	380	1.082	1.518	1.569	1.569	1.417	1.569	10.649
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.701
$Q_{h, b, RE}$	kWh	2.069	8.614	13.962	17.426	17.333	14.870	13.769	98.449
$Q_{h, b, WE}$	kWh	482	1.395	2.606	3.750	3.717	3.089	2.495	19.532
Q_T	kWh	2.032	5.832	9.708	12.519	12.441	10.605	9.564	71.050
Q_V	kWh	747	4.415	7.095	8.902	8.853	7.574	6.941	42.483
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	227	238	234	245	245	220	242	2.309

7.13 Zone <13> 19 Verkehrsfläche Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,935	0,995	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,787
$\eta_{\text{source, WE}}$		0,987	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,832
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	110	315	433	447	447	404	447	3.056
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.804
$Q_{h, b, RE}$	kWh	550	2.421	4.209	5.414	5.381	4.591	4.149	29.835
$Q_{h, b, WE}$	kWh	121	521	994	1.396	1.384	1.157	959	7.224
Q_T	kWh	806	2.313	3.850	4.965	4.934	4.206	3.793	28.177
Q_V	kWh	470	1.349	2.246	2.896	2.878	2.454	2.213	16.438
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	605	720	892	1.051	1.047	912	898	7.556

7.15 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h, b}$ kWh/a	$Q_{h, b}$ kWh/(m²a)
<1> 2 Gruppenbüro	28.690	6.800	4.991	7.699	24.053	103,2
<2> 16 WC und Sanit	-	-985	-	2.629	2.491	5,7
<3> 4 Besprechung I	2.314	647	-	1.882	1.471	31,9
<4> 18 Nebenflächen	6.489	1.462	1.044	1.550	5.883	56,5
<5> 14 Küche Innenl	2.427	-10.948	-	4.060	316	6,5
<6> 17 Sonst. Außen	18.234	5.637	2.215	9.041	14.067	59,1
<7> 19 Verkehrsfläch	28.852	13.423	1.834	6.106	34.336	88,3
<8> 20 Lager, Techn	35.425	16.459	-	1.031	53.253	84,3
<9> 22.2 Gewerblich	15.022	8.787	-	23.692	5.461	7,6
<10> 16 WC und Sani	23.314	-6.574	-	12.959	13.048	14,5
<11> 18 Nebenfläche	1.251	822	-	1.018	1.343	21,2
<12> 20 Lager, Tech	71.050	42.483	-	2.309	117.981	66,6
<13> 19 Verkehrsflä	28.177	16.438	-	7.556	37.059	73,4
	261.244	94.451	10.083	81.532	310.761	51,1

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No	Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
<1> 2 Gruppenbüro	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<3> 4 Besprechung Innenlieg	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<4> 18 Nebenflächen	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<5> 14 Küche Innenliegend	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec73	22,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	mT	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<8> 20 Lager, Technik, Arch	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	15,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec73	22,0
<10> 16 WC und Sanitärräume	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec74	22,0
<11> 18 Nebenflächen Innenl	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	22,0
<12> 20 Lager, Technik, Arc	-	204	RLT-Anlage	VE LH rec75	15,0

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 1747 / 1747 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 6571 / 6571 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 415 / 415 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 781 / 781 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 4359 / 4359 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec73 (Angaben TGA-Planung)

Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 1784 / 1784 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 1895 / 1895 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 1799 / 1799 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec73 (Angaben TGA-Planung)

Zone <10> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 13481 / 13481 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec74 (Angaben TGA-Planung)

Zone <11> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 475 / 475 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 5312 / 5312 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Feuchteanforderung mT / oT = mit / ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)

RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten

VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter

rec.% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte

θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	V _{mech,m} m³/h	t _v *d _v h/m	P _{V, SUP} kW	P _{V, ETA} kW	W _{V, Jan} kWh
<1> 2 Gruppenbüro	1747	276	0,55	0,40	262
<2> 16 WC und Sanitärräume	6571	276	2,07	1,50	985
<3> 4 Besprechung Innenlieg	415	276	0,13	0,09	62
<4> 18 Nebenflächen	781	276	0,25	0,18	117
<5> 14 Küche Innenliegend	4359	382	1,53	1,12	1.011
<6> 17 Sonst. Aufenth.	1784	276	0,56	0,41	267
<8> 20 Lager, Technik, Arch	1895	276	0,63	0,48	307
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	1799	195	0,63	0,46	213
<10> 16 WC und Sanitärräume	13481	276	4,25	3,07	2.021
<11> 18 Nebenflächen Innenl	475	276	0,15	0,11	71
<12> 20 Lager, Technik, Arc	5312	276	1,77	1,34	861

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> 2 Gruppenbü	253	262	253	262	262	236	262	3.081
<2> 16 WC und S	953	985	953	985	985	890	985	11.595
<3> 4 Besprechu	60	62	60	62	62	56	62	734
<4> 18 Nebenflä	113	117	113	117	117	106	117	1.378
<5> 14 Küche In	979	1.011	979	1.011	1.011	913	1.011	11.908
<6> 17 Sonst. A	259	267	259	267	267	242	267	3.149
<8> 20 Lager, T	297	307	297	307	307	277	307	3.614
<9> 22.2 Gewerb	206	213	206	213	213	193	213	2.511
<10> 16 WC und	1.955	2.021	1.955	2.021	2.021	1.825	2.021	23.791
<11> 18 Nebenfl	69	71	69	71	71	64	71	838
<12> 20 Lager,	833	861	833	861	861	777	861	10.133
	5.978	6.177	5.978	6.177	6.177	5.579	6.177	72.731

V_{mech,m} = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolument_v*d_v = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im RegelbetriebP_{V,SUP} / P_{V,ETA} = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-VentilatorenW_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
<1> 2 Gruppenbüro	23,4	532	1,01	399	697	0,0
<2> 16 WC und Sanitärraum	23,4	532	1,01	399	2.620	0,0
<3> 4 Besprechung Innenli	23,4	532	1,01	399	165	0,0
<4> 18 Nebenflächen	23,4	532	1,01	399	311	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	23,4	569	1,02	596	2.599	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	23,4	532	1,01	399	711	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Ar	16,4	12	1,01	9	17	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hall	23,4	569	0,99	296	532	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräu	23,4	532	1,01	399	5.375	0,0
<11> 18 Nebenflächen Inne	23,4	495	1,01	371	176	0,0
<12> 20 Lager, Technik, A	16,4	12	1,01	9	48	0,0

<1> 2 Gruppenbüro: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

<2> 16 WC und Sanitärräume: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

<3> 4 Besprechung Innenliegend: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

<4> 18 Nebenflächen: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

<5> 14 Küche Innenliegend: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 73% (Angaben TGA-Planung)

<6> 17 Sonst. Aufenth.: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

<9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 73% (Angaben TGA-Planung)

<10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend: Energiebedarfskennwert "Lufterwärmung" interpoliert für rec = 74% (Angaben TGA-Planung)

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

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

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

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone <1> 2 Gruppenbüro

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	59	202	499	721	697	587	460	3.551
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325

Qh*, b	kWh	65	222	549	794	766	645	506	3.906
--------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

		65	222	549	794	766	645	506	3.906
--	--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Zone <2> 16 WC und Sanitärräume

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

QV, H	kWh	222	758	1.876	2.713	2.620	2.206	1.729	13.355
-------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	244	834	2.064	2.985	2.882	2.427	1.901	14.691
--------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

	309	1.056	2.613	3.778	3.648	3.072	2.407	18.597
--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <3> 4 Besprechung Innenliegend

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

QV, H	kWh	14	48	118	171	165	139	109	843
-------	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	15	53	130	189	182	153	120	927
--------	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

	324	1.109	2.743	3.967	3.830	3.225	2.527	19.523
--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <4> 18 Nebenflächen

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

QV, H	kWh	26	90	223	323	311	262	205	1.587
-------	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	29	99	245	355	343	288	226	1.745
--------	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

	353	1.208	2.988	4.322	4.173	3.514	2.753	21.268
--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <5> 14 Küche Innenliegend

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

QV, H	kWh	256	795	1.873	2.686	2.599	2.193	1.745	13.572
-------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

th*, op	h	37	38	37	38	38	35	38	450
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	281	874	2.060	2.955	2.859	2.412	1.919	14.929
--------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

	634	2.082	5.048	7.276	7.032	5.926	4.672	36.197
--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <6> 17 Sonst. Aufenth.

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	60	206	509	737	711	599	469	3.626
th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Qh*, b	kWh	66	226	560	810	782	659	516	3.988
		701	2.309	5.609	8.086	7.814	6.584	5.189	40.185

Zone <8> 20 Lager, Technik, Archiv

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	13	-	-	10	17	-	-	71
th*, op	h	27	-	-	28	28	-	-	136
Qh*, b	kWh	14	-	-	10	19	-	-	77
		715	2.309	5.609	8.096	7.833	6.584	5.189	40.262

Zone <9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	52	163	383	550	532	449	357	2.781
th*, op	h	19	20	19	20	20	18	20	230
Qh*, b	kWh	58	179	422	605	585	494	393	3.060
		772	2.488	6.031	8.701	8.418	7.078	5.582	43.322

Zone <10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	455	1.556	3.849	5.567	5.375	4.526	3.546	27.399
th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Qh*, b	kWh	500	1.711	4.234	6.123	5.912	4.979	3.901	30.139
		1.272	4.199	10.265	14.825	14.330	12.057	9.482	73.461

Zone <11> 18 Nebenflächen Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	12	48	125	183	176	148	114	873

$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	13	53	138	201	194	163	125	960
		1.286	4.252	10.403	15.026	14.524	12.220	9.608	74.421

Zone <12> 20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	36	-	-	28	48	-	-	199
$t_{h^*,op}$	h	27	-	-	28	28	-	-	136
$Q_{h^*,b}$	kWh	39	-	-	31	53	-	-	219
		1.325	4.252	10.403	15.057	14.577	12.220	9.608	74.640

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Warmluftheizu	393	1.053	2.482	3.600	3.516	2.906	2.313	18.284
2 freie Heizflä	653	2.239	5.544	8.020	7.743	6.520	5.107	39.449
3 Warmluftheizu	280	960	2.376	3.437	3.318	2.794	2.189	16.907
	1.325	4.252	10.403	15.057	14.577	12.220	9.608	74.641

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

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)**10.1 Tageslichtbereiche**

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (3), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> 2 Gruppenbüro » N-0	N-0 1	500	156,5	46,0	mittel	74
2 <4> 18 Nebenflächen » N	N-0 4	100	38,1	12,3	gut	90
3 <6> 17 Sonst. Aufenth.	N-0 6	300	51,5	30,1	gut	97

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
<1> 2 Gruppenbüro	233	157	76
<2> 16 WC und Sanitärräu	438	-	438
<3> 4 Besprechung Innenl	46	-	46
<4> 18 Nebenflächen	104	38	66
<5> 14 Küche Innenliegen	48	-	48
<6> 17 Sonst. Aufenth.	238	51	186
<7> 19 Verkehrsfläche	389	-	389
<8> 20 Lager, Technik, A	632	-	632
<9> 22.2 Gewerbliche Hal	720	-	720
<10> 16 WC und Sanitärrä	899	-	899
<11> 18 Nebenflächen Inn	63	-	63
<12> 20 Lager, Technik,	1771	-	1.771
<13> 19 Verkehrsfläche I	505	-	505
<14> Dachraum (unbeheizt	41	-	41

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich			CTL	CTL, kon	FTL					
					Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
					%	%	%	%	%	%
1	<1> 2 Gruppenbüro	1	74	52	67	62	59	57	55	55
2	<4> 18 Nebenfläche	4	90	55	58	52	48	45	43	42
3	<6> 17 Sonst. Aufe	6	97	60	51	44	39	35	33	32

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

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

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (13)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{L,b}$ kWh/m
1 <1> 2 Gruppenbüro	1	500	9-1-1	6,5	0,85	123	2162	176	178
2 <2> 16 WC und San	2	200	9-1-1	3,6	0,55	0	1399	114	204
3 <3> 4 Besprechung	3	500	9-1-1	6,6	0,75	0	1907	155	53
4 <4> 18 Nebenfläch	4	100	9-1-1	1,3	0,14	18	369	30	5
5 <5> 14 Küche Inne	5	500	9-1-1	6,4	1,00	0	2411	1489	102
6 <6> 17 Sonst. Auf	6	300	9-1-1	4,0	0,75	83	1907	155	139
7 <7> 19 Verkehrsfl	7	100	9-1-1	1,8	0,24	0	610	50	69
8 <8> 20 Lager, Tec	8	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	43
9 <9> 22.2 Gewerbli	9	400	9-1-1	4,0	0,95	0	1917	49	480
10 <10> 16 WC und Sa	10	200	9-1-1	3,6	0,55	0	1399	114	215
11 <11> 18 Nebenfläc	11	100	9-1-1	1,3	0,14	0	369	30	5
12 <12> 20 Lager, Te	12	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	60

13 <13> 19 Verkehrsf 13 100 9-1-1 1,8 0,24 0 610 50 20

1573

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 5.624 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 2/4/7/8/10/11/12/13/, Konstantlichtregelung: nein

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> 2 Gruppenb	112	121	123	134	125	107	114	1.377
<2> 16 WC und	197	204	197	204	204	184	204	2.402
<3> 4 Besprech	52	53	52	53	53	48	53	628
<4> 18 Nebenfl	4	5	5	5	5	4	4	53
<5> 14 Küche I	99	102	99	102	102	92	102	1.200
<6> 17 Sonst.	131	137	135	142	139	123	135	1.599
<7> 19 Verkehr	67	69	67	69	69	62	69	812
<8> 20 Lager,	42	43	42	43	43	39	43	505
<9> 22.2 Gewer	418	432	418	432	432	391	432	5.091
<10> 16 WC und	208	215	208	215	215	194	215	2.527
<11> 18 Nebenfl	5	5	5	5	5	4	5	55
<12> 20 Lager,	58	60	58	60	60	54	60	701
<13> 19 Verkeh	20	20	20	20	20	18	20	240
<14> Dachraum	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.411	1.465	1.426	1.484	1.471	1.320	1.456	17.190

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

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

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

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q _{sink}	Q _{source}	γ	C _{wirk}	τ	η
<1> 2 Gruppenbüro	32	55	1,695	50,000	15,13	0,480
<2> 16 WC und Sanitärräume	13	12	0,897	50,000	15,77	0,701
<3> 4 Besprechung Innenliege	3	7	2,260	50,000	18,90	0,398
<4> 18 Nebenflächen	8	7	0,880	50,000	20,30	0,737
<5> 14 Küche Innenliegend	4	94	23,628	50,000	2,46	0,041
<6> 17 Sonst. Aufenth.	23	48	2,075	50,000	18,31	0,424
<7> 19 Verkehrsfläche	51	21	0,401	50,000	27,40	0,948
<8> 20 Lager, Technik, Archi	65	5	0,074	50,000	25,30	0,999
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	68	256	3,752	50,000	43,74	0,265
<10> 16 WC und Sanitärräume	41	14	0,339	50,000	14,69	0,913
<11> 18 Nebenflächen Innenli	3	0	0,181	50,000	25,28	0,990
<12> 20 Lager, Technik, Arch	144	11	0,073	50,000	29,74	0,999
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	54	3	0,059	50,000	33,75	1,000

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{c,b} (Raumklima)								
<1> 2 Gruppenb	12	15	15	40	131	313	555	2.916
<2> 16 WC und	17	17	16	23	40	124	286	1.948
<3> 4 Besprech	13	13	12	18	28	63	104	683
<4> 18 Nebenfl	-	-	-	0	3	15	45	224
<5> 14 Küche I	2.419	2.422	2.210	2.533	2.596	3.182	3.542	34.899
<6> 17 Sonst.	24	25	27	50	123	314	552	3.060
<7> 19 Verkehr	-	-	-	-	0	3	8	46
<8> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	1
<9> 22.2 Gewer	675	680	668	974	1.474	2.482	3.049	22.325
<10> 16 WC und	6	6	6	8	14	50	132	984
<11> 18 Nebenf	-	-	-	-	-	0	0	3
<12> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	1
<13> 19 Verkeh	-	-	-	-	-	-	-	-

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$

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

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

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

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

Zone	$t_{c, op, d}$ h/d	$Q_{c, max, Juli}$ kW	$Q_{c, max, Sept}$ kW	techn. gekühlt
<1> 2 Gruppenbüro	13	8,8	4,6	ja
<2> 16 WC und Sanitärräume	13	1,4	-2,1	nein
<3> 4 Besprechung Innenlieg	13	0,5	0,2	ja
<4> 18 Nebenflächen	13	1,4	0,0	nein
<5> 14 Küche Innenliegend	15	6,7	4,6	nein
<6> 17 Sonst. Aufenth.	13	6,0	2,4	nein
<7> 19 Verkehrsfläche	13	3,7	-0,3	nein
<8> 20 Lager, Technik, Arch	13	1,1	-3,8	nein
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	10	24,0	20,7	nein
<10> 16 WC und Sanitärräume	13	2,4	-5,8	nein
<11> 18 Nebenflächen Innenl	13	0,0	-0,4	nein
<12> 20 Lager, Technik, Arc	13	2,5	-8,8	nein
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	13	0,7	-2,7	nein
		59,2	8,6	

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

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

11.3 <1> 2 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Klimasystem bitte wählen (279 m²)

<1> 2 Gruppenbüro

<3> 4 Besprechung Innenliegend

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	25	27	27	58	159	376	659	3.599
$Q_{c,outg}$	kWh	25	27	27	58	159	376	659	3.599
$t_{c,op}$	h	49	60	55	161	267	276	267	2.267

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Standardwert 2018

Hilfsenergiebedarf $Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} * Q_{c,outg} * t_{c,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{c,ce,aux} = 0,040$

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung, Gebäudekühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 9,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	2	4	7	38
$W_{Z,d}$	kWh	0	1	1	1	3	8	13	72
	kWh	1	1	1	2	5	12	20	110

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (248) 9,3 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R410A,

Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Kolben-/Scoilverdichter, taktend (A),

Nennkälteleistungszahl EER = 2,30 mit $f_{c,B} = 1,1$ (Baujahr 2026)

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Gruppenbüro"

<1> 2 Gruppenbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,28$

<3> 4 Besprechung Innenliegend, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,28$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	25	27	27	58	159	376	659	3.599
$Q_{C,f,el}$	kWh	8	9	9	20	54	128	224	1.223

11.5 <3> 4 Besprechung Innenliegend

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 2 Gruppenbüro"

11.17 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	8	9	9	20	54	128	224	1.223
$Q_{C,aux}$	kWh	1	1	1	2	5	12	20	110

Strom-Mix	kWh	8	9	9	20	54	128	224	1.223
-----------	-----	---	---	---	----	----	-----	-----	-------

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (202 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)), 3 (204 Besprechung, Sitzung, Seminar) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	4	5	5	10	27	64	112	611

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
------	---------	-----------------------	-------	------------------------

<1>	2 Gruppenbüro	nicht relevant					-
<2>	16 WC und Sanitä	nicht relevant					-
<3>	4 Besprechung In	nicht relevant					-
<4>	18 Nebenflächen	nicht relevant					-
<5>	14 Küche Innenli	Gewerbeküchen	0,400	Menü	50	510	a
<6>	17 Sonst. Aufent	nicht relevant					-
<7>	19 Verkehrsfläch	nicht relevant					-
<8>	20 Lager, Techni	nicht relevant					-
<9>	22.2 Gewerbliche	nicht relevant					-
<10>	16 WC und Sanit	Werkstatt, Indu	1,800	Beschäftigte	50	1.911	a
<11>	18 Nebenflächen	nicht relevant					-
<12>	20 Lager, Techn	nicht relevant					-
<13>	19 Verkehrsfläc	nicht relevant					-

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

a)

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen(n)	fZapf	Q _{w, b} kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	*	1,00	28.500
2			
* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Verteilsystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an z = 11,0 h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom V = 0,00 m³/h, Δp = 18,7 kPa, P_{hydr} = 0,000 kPa*m³/h, e_{w,d,aux} = 1,4

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
----------------	-------------	----------------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Leitungslängen l_i	0 m	0 m	529 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,255 W/(mK)		
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	32,9 °C		
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	19,9 °C		

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{w,b}$	kWh	2.342	2.421	2.342	2.421	2.421	2.186	2.421	28.500
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,d,St}$	kWh	814	860	853	893	893	803	879	10.125
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

$Q_{w,d}$	kWh	814	860	853	893	893	803	879	10.125
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

$W_{w,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
-----------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

$Q_{I,w,d}$	kWh	814	860	853	893	893	803	879	10.125
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

nicht vorhanden

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{w,outg}$	kWh	3.157	3.281	3.195	3.314	3.314	2.990	3.299	38.625
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010 für Heizung und WW, 1600,0 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d, Vorrangschaltung für WW

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,8 bei A7/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die Vorlauftemperatur 55°C und für die monatsmittlere

Außenlufttemperatur korrigiert, Außentemperaturen für "4 Potsdam (Deutschland)"

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

Jahresarbeitszahl $SPF_{w,gen,a} = 38625/(14033+0+91) = 2,73$ (Gl.89)Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s} - Q_{w,sol}$ monatlich $Q_{w,f}$ = Endenergiebedarf und $W_{w,gen}$ = Hilfsenergiebedarf der WärmepumpeCOP = Leistungszahl der WP, $t_{w,gen}$ = Laufzeit, $Q_{w,in}$ = verwendete Umweltwärme (Gl.80) $Q_{w,f,bu}$ = Nutzwärmebedarf der Nachheizung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13, Jahresarbeitszahl_{WW} = 2,73

$Q_{w,outg}$	kWh	3.157	3.281	3.195	3.314	3.314	2.990	3.299	38.625
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

COP		3,41	2,87	2,31	2,08	2,08	2,10	2,36	
-----	--	------	------	------	------	------	------	------	--

$t_{w,gen}$	h/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{w,f}$	kWh	925	1.145	1.386	1.595	1.593	1.425	1.395	14.033
-----------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,in}$	kWh	2.232	2.136	1.809	1.719	1.721	1.565	1.904	24.592
------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{w,gen}$	kWh	6	7	9	10	10	9	9	91
-------------	-----	---	---	---	----	----	---	---	----

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

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

$Q_{w,outg}$	kWh	3.157	3.281	3.195	3.314	3.314	2.990	3.299	38.625
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,f}$	kWh	925	1.145	1.386	1.595	1.593	1.425	1.395	14.034
-----------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{W,f}$	kWh	6	7	9	10	10	9	9	91
eco-Strom	kWh	925	1.145	1.386	1.595	1.593	1.425	1.395	14.033
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
$Q_{I,w,<2>}$	kWh/d	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	
$Q_{I,w,<3>}$	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
$Q_{I,w,<5>}$	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
$Q_{I,w,<6>}$	kWh/d	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
$Q_{I,w,<7>}$	kWh/d	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
$Q_{I,w,<8>}$	kWh/d	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	
$Q_{I,w,<9>}$	kWh/d	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	
$Q_{I,w,<10>}$	kWh/d	4,0	4,1	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2	
$Q_{I,w,<11>}$	kWh/d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
$Q_{I,w,<12>}$	kWh/d	7,9	8,1	8,3	8,4	8,4	8,3	8,2	
$Q_{I,w,<13>}$	kWh/d	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	

$Q_{W,outg} / Q_{W,f}$ = 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

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m ³ /h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> 2 Gruppenbüro	10,2	2,1	1747	4,8	17,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	0,0	2,9	6570	17,9	20,7
<3> 4 Besprechung Innenlieg	0,8	0,3	415	1,1	2,3
<4> 18 Nebenflächen	2,3	0,7	781	2,1	5,1
<5> 14 Küche Innenliegend	0,8	0,5	4367	11,9	13,2
<6> 17 Sonst. Aufenth.	6,4	1,9	1784	4,9	13,2
<7> 19 Verkehrsfläche	15,0	3,8	0	0,0	18,9

<8> 20 Lager, Technik, Arch	18,4	5,2	1895	5,2	28,8
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	6,7	4,3	1792	4,1	15,1
<10> 16 WC und Sanitärräume	8,2	5,1	13481	36,7	50,0
<11> 18 Nebenflächen Innenl	0,4	0,4	475	1,3	2,1
<12> 20 Lager, Technik, Arc	36,9	13,5	5312	14,4	64,9
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	14,7	4,6	0	0,0	19,3

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

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

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

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

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Warmluftheizung Umluftheizung	100% 5/8/9/12/	195.295	121,9	0,0
2 freie Heizflächen 50 / 42°C 2-	70% **	133.074	148,5	0,0
3 Warmluftheizung Umluftheizung	30% ***	57.032	148,5	0,0

4

** = 1/2/3/4/6/7/10/11/13/

*** = 1/2/3/4/6/7/10/11/13/

<1> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 50/42 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

RLT-Heizregister im Heizbereich $\Rightarrow Q_{h,b} = Q_{h,b} + Q_{h^*,b}$ enthält Nutzwärmebedarf für das Heizregister

Übergabe- und Verteilungsverluste für $Q_{h^*,b}$ siehe "RLT-Systeme"

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	3.897	14.866	24.731	31.941	31.734	26.943	24.254	177.010
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	393	1.053	2.482	3.600	3.516	2.906	2.313	18.284
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	1.602	7.174	13.469	17.830	17.624	14.885	12.798	93.625

$Q_{h^*,b,<2>}$	kWh	653	2.239	5.544	8.020	7.743	6.520	5.107	39.449
$Q_{h,b,<3>}$	kWh	686	3.074	5.772	7.642	7.553	6.379	5.485	40.125
$Q_{h^*,b,<3>}$	kWh	280	960	2.376	3.437	3.318	2.794	2.189	16.907

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 "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone <5> 14 Küche Innenliegend (manuell)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<5>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.118
$t_{h,rL,d,<5>}$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB,<5>}$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	259
$t_{h,rL,<5>}$	h/m	372	405	467	531	529	466	474	4.314
$t_{h,rL,W,<2>}$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) Bereich "freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr", Leitzone <1> 2 Gruppenbüro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<1>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.394
$t_{h,rL,d,<1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<1>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	238
$t_{h,rL,<1>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.575
$t_{h,rL,W,<2>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

(3) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone <1> 2 Gruppenbüro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<1>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.394
$t_{h,rL,d,<1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<1>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	238
$t_{h,rL,<1>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.575
$t_{h,rL,W,<2>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

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

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

$t_{h,op,day}$ = 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

$t_{h,rL,W}$ = Monatstage * 24 Stunden für den Heizkreis mit Wohnungsstation

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (8,7\%)}$$

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe Stellantriebe der Regler (Watt)

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 50/42 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (11,8\%)}$$

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

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (8,6\%)}$$

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

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

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

$Q_{h,b}$	kWh	3.897	14.866	24.731	31.941	31.734	26.943	24.254	177.010
$Q_{h,ce}$	kWh	794	1.766	1.999	2.171	2.167	1.927	2.032	15.369

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

$Q_{h,b}$	kWh	1.602	7.174	13.469	17.830	17.624	14.885	12.798	93.625
$Q_{h,ce}$	kWh	456	1.190	1.520	1.692	1.680	1.486	1.497	11.094

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

$Q_{h,b}$	kWh	686	3.074	5.772	7.642	7.553	6.379	5.485	40.125
$Q_{h,ce}$	kWh	141	368	470	524	520	460	463	3.434

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	7.577	28.437	47.961	61.799	61.278	52.080	46.530	340.657
---------------------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

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) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "3 Verkaufsgebäude, Küchen", Netztyp 4 Strahlungs- / Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 5673,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 4,70 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 22 \text{ °C} / \vartheta_{RA} = 18 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<5>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 73 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

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

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 2502,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 50 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 42 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wohnungsstation vorhanden: Betrieb der Verteilungs- und Anbindeleitungen an 365 Tagen * 24

Stunden mit planmäßigen Heizkreistemperaturen

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- /

Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 2502,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. =

3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 22 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 18 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Warmluftheizung Umluftheizung			
Leitungslängen l_i	883,8 m	10,7 m	141,7 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
(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	659,2 m	51,2 m	1.775,6 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
(3) Warmluftheizung Umluftheizung			
Leitungslängen l_i	400,5 m	5,6 m	692,1 m

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

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

$Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

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

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

$\beta_{h,d}$		0,05	0,18	0,30	0,38	0,37	0,35	0,29
$\theta_{VL,av}$	°C	21,1	21,2	21,3	21,4	21,4	21,4	21,3
$\theta_{RL,av}$	°C	20,8	20,4	20,0	19,8	19,8	19,8	20,0

$Q_{h,d}$	kWh	535	569	644	725	722	638	655	5.044
$W_{h,d}$	kWh	214	295	353	406	404	354	356	2.962
$Q_{I,h,d}$	kWh	13	12	12	12	12	11	12	123

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,5 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,0 \%$

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

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

$\beta_{h,d}$		0,02	0,08	0,14	0,18	0,17	0,16	0,13
$\theta_{VL,av}$	°C	22,4	25,0	27,4	28,7	28,6	28,2	27,0
$\theta_{RL,av}$	°C	22,0	23,9	25,6	26,5	26,5	26,2	25,3

$Q_{h,d}$	kWh	4.449	5.065	6.396	7.607	7.577	6.585	6.431	58.144
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	3.273	3.726	4.706	5.597	5.574	4.845	4.731	43.295

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 17,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 12,7 \%$

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

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

$\beta_{h,d}$		0,01	0,03	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05
$\theta_{VL,av}$	°C	21,0	21,0	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
$\theta_{RL,av}$	°C	21,0	20,9	20,8	20,7	20,7	20,7	20,8

$Q_{h,d}$	kWh	220	248	310	367	366	318	313	2.445
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	48	52	64	74	74	65	65	599

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,7 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,2 \%$

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

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

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

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,out} *	kWh	14.107	38.572	65.715	85.555	84.520	71.841	63.537	480.931

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ 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

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 2500$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 10,6$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{\text{Pumpe}} = 210 \text{ W}$

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1250 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 5,3 \text{ kWh/d}$, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{\text{con}} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{\text{Pumpe}} = 115 \text{ W}$

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1250 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 5,3 \text{ kWh/d}$, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{\text{con}} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{\text{Pumpe}} = 115 \text{ W}$

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

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

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

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	21	21	21	21	21	21	21	
$Q_{h,s}$	kWh	68	69	66	68	68	61	68	535
$W_{h,s}$	kWh	7	19	33	43	42	36	32	243

(2) freie Heizflächen 50 / 42°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) Warmluftheizung Umluftheizung

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

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Warmluftheizung Umluftheizung

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010

für Heizung und WW, 1600,0 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,8 bei A7/W35

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

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

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

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

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

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

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit $Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,hu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung $Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = HilfsendenergiebedarfWärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl $_{Hzg}$ = 3,04

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	14.174	38.641	65.781	85.623	84.588	71.902	63.605	481.466
COP		4,12	3,53	3,23	3,01	3,03	3,04	3,24	
$t_{ON, g, d}$	h/d	0,3	0,8	1,6	2,1	2,1	1,9	1,5	
$Q_{h,f}$	kWh	4.029	11.649	21.111	29.207	28.977	24.389	20.561	157.126
$Q_{h,in}$	kWh	10.145	26.992	44.669	56.415	55.611	47.513	43.044	324.340
$W_{h,gen}$	kWh	33	96	175	246	244	203	170	1.309

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 5/8/9/12 ($A_{NGF} = 3.170 \text{ m}^2$)

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

(2) "freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr", Zonen 1/2/3/4/6/7/10/11/13 ($A_{NGF} = 2.915 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

(3) "Warmluftheizung Umluftheizung", Zonen 1/2/3/4/6/7/10/11/13 ($A_{NGF} = 2.915 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Warmluftheizung Umluftheizung

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h, f}	kWh	4.029	11.649	21.111	29.207	28.977	24.389	20.561	157.126
W _h	kWh	254	411	560	694	691	593	559	4.514
eco-Strom	kWh	4.029	11.649	21.111	29.207	28.977	24.389	20.561	157.126
Q _{I, h, <1>}	kWh/d	8,9	9,8	12,7	14,6	14,6	14,0	12,4	
Q _{I, h, <2>}	kWh/d	16,6	18,3	23,8	27,4	27,3	26,3	23,2	
Q _{I, h, <3>}	kWh/d	1,8	2,0	2,5	2,9	2,9	2,8	2,5	
Q _{I, h, <4>}	kWh/d	4,0	4,4	5,7	6,6	6,6	6,3	5,6	
Q _{I, h, <5>}	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Q _{I, h, <6>}	kWh/d	9,1	10,0	13,0	15,0	14,9	14,4	12,7	
Q _{I, h, <7>}	kWh/d	14,7	16,2	21,1	24,3	24,2	23,3	20,6	
Q _{I, h, <8>}	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I, h, <9>}	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I, h, <10>}	kWh/d	34,1	37,5	49,0	56,3	56,1	54,0	47,6	
Q _{I, h, <11>}	kWh/d	2,4	2,7	3,5	4,0	4,0	3,9	3,4	
Q _{I, h, <12>}	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

$Q_{I,h,<13>}$ kWh/d 19,2 21,1 27,5 31,6 31,5 30,3 26,8

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
eco-Strom	Warmwasser	*	14.033	1,80	1,00	25.260
eco-Strom	Heizwärme	**	157.126	1,80	1,00	282.826
Strom-Mix	Klimakälte	1/3/	611	1,80	1,00	1.100
Strom-Mix	Beleuchtung	***	17.190	1,80	1,00	30.941
Strom-Mix	Hilfsenergie		77.447	1,80	1,00	139.404
Σ [kWh/Jahr]			266.407			479.531

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 479.531 / 6.085 = 78,8$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 6.085$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 266.407 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 12,7 kWh/(m²a), eco-Strom 28,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 2,9 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
eco-Strom	14.033	560	7.859	
eco-Strom	157.126	560	87.990	
Strom-Mix	611	560	342	
Strom-Mix	17.190	560	9.626	
Strom-Mix	77.447	560	43.370	
	266.407		149.188	24,5

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	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
Zone	m²	9 kWh/a	10 kWh/a	11 kWh/a	12 kWh/a	13 kWh/a	kWh/a
<1> 2 Gruppenbüro	233	-	1.377	990	-	12.160	14.527
<2> 16 WC und San	438	-	2.402	-	-	1.257	3.659
<3> 4 Besprechung	46	-	627	232	-	738	1.597
<4> 18 Nebenfläch	104	-	53	-	-	2.970	3.023
<5> 14 Küche Inne	48	-	1.200	-	2.956	157	4.314
<6> 17 Sonst. Auf	238	-	1.600	-	-	7.119	8.718
<7> 19 Verkehrsfl	389	-	812	-	-	17.364	18.176
<8> 20 Lager, Tec	632	-	505	-	-	26.932	27.436
<9> 22.2 Gewerbli	720	-	5.091	-	-	2.765	7.856
<10> 16 WC und Sa	899	-	2.527	-	11.080	6.599	20.205
<11> 18 Nebenfläc	63	-	55	-	-	675	730
<12> 20 Lager, Te	1.771	-	701	-	-	59.660	60.361
<13> 19 Verkehrsfl	505	-	240	-	-	18.747	18.987
<14> Dachraum (un	41	-	-	-	-	-	-
Gebäude	6.085	-	17.190	1.222	14.033	157.141	189.587

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	12,0	2,8	0,6	4,7	63,3	83,4
Endenergiebedarf	12,0	2,8	0,1	2,3	26,6	43,8
Primärenergiebedarf	21,5	5,1	0,2	4,2	47,8	78,8

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

15.0 Nachweise

für ein bestehendes Gebäude

Referenzberechnung = "LP3-26-02-09-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte" (140%-Regel)

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 50

zul $q_{P,REF} = 1.4 \cdot 126,1 = 176,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ (140%-Regel), aus der Referenzberechnung

vorh $q_P = 479.531 / 6085,2 = 78,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 78,8 \leq 176,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 520.703 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	600.539 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien 600.539 kWh/a 115 %

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 600539,2/520702,5 \cdot 100 = 115\%$ (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

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

20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für die Sanierung von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

Bundesförderung für effiziente NWG-Sanierung, Effizienzgebäude BEG NWG 2023, Effizienzgebäude NT-ready mit 55°C Vorlauftemperatur

Referenzberechnung = "LP3-26-02-09-Referenz2020"

Bestandsberechnung = "LP3-26-02-09-Referenz2020"

Endenergieeinsparung	415.569 kWh/a
Primärenergieeinsparung	287.684 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	42.350 kg/a

Primärenergiebedarf ----- mittlere U-Werte -----
 $Q_{p'}$ Opake Fenster Vorh. Oberl.
 kWh/(m²a) W/(m²K) W/(m²K) W/(m²K) W/(m²K)

Referenzberechnung 100 % 126,1

erreicht $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	63 %	78,8	0,19	1,10			

Effizienzgebäude Denkmal	160 %	201,7					OK
Effizienzgebäude 70	70 %	88,3	0,26	1,40	1,40	2,40	OK
Effizienzgebäude 55	55 %	69,3	0,22	1,20	1,20	2,00	
Effizienzgebäude 40	40 %	50,4	0,18	1,00	1,00	1,60	
erreicht $T_i < 19^\circ\text{C}$	63 %	78,8	0,22	1,10			

Effizienzgebäude Denkmal	160 %	201,7					OK
Effizienzgebäude 70	70 %	88,3	0,32	1,70	1,70	2,80	OK
Effizienzgebäude 55	55 %	69,3	0,28	1,50	1,50	2,50	
Effizienzgebäude 40	40 %	50,4	0,24	1,30	1,30	2,00	

EE-Paket NWG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: Umweltenergie [WW-WP]
[Kälte-1] [Hzg-WP]

Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

$EE_{\text{genutzt}} = 348.932 \text{ kWh/Jahr}$

$EE_{\text{Soll}} = 0,65 \cdot 281195 = 182.777 \text{ kWh/Jahr}$ (65% des Wärme- und Kältebedarfs)

$EE_{\text{genutzt}} \geq EE_{\text{Soll}}$ (65%), die Anforderung für das EE-Paket **wird erfüllt**

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI liegt nicht vor

WPB-Bonus

Ein Worst Performing Building WPB (besonders lohnenswertes Gebäude) liegt nicht vor

Das Förderniveau **Effizienzgebäude 70 EE** wird erreicht.

Anlage 5: Berechnung Referenzgebäude

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 1626 Vivantes - Speiseverteilzentrum

- Maßgebende Normen und Verordnungen:
- GEG 2020
 - DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)
 - DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
 - DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient
 - DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient
 - DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich
 - DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Gebäudeberechnung "LP3-26-02-09-Referenz2020"

Nachweisverfahren
Änderung / Ausbau von Nichtwohngebäuden nach GEG ´20 §50 zur Begrenzung des
Jahres-Primärenergiebedarfs, 140% - Regel
mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)
mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	ANGF m²	V_i m³
------	-----	-------------------	---------------------	--------------------------	------------	-------------

<1> 2 Gruppenbüro	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,2	233	699
<2> 16 WC und Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	18,8	438	1314
<3> 4 Besprechung Innenlieg	204 Besprechung,	250	19,9	17,5	46	138
<4> 18 Nebenflächen	218 Nebenflächen	250	19,9	17,4	104	312
<5> 14 Küche Innenliegend	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,3	48	145
<6> 17 Sonst. Aufenth.	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	238	713
<7> 19 Verkehrsfläche	219 Verkehrsfläch	250	16,1	13,9	389	1489
<8> 20 Lager, Technik, Arch	220 Lager, Techn	250	16,1	14,0	632	1895
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	522 Gewerbliche	230	16,0	14,2	720	2159
<10> 16 WC und Sanitärräume	216 WC und Sanit	250	19,9	17,8	899	2696
<11> 18 Nebenflächen Innenl	218 Nebenflächen	250	19,9	17,8	63	190
<12> 20 Lager, Technik, Arc	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	1771	5312
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	219 Verkehrsfläch	250	16,2	14,0	505	1578
<14> Dachraum (unbeheizt)	34 unbeheizt	250	variabel		41	122

6.085 18.642

Gebäude, $A_{NGF} = 6085,2 \text{ m}^2$, $n_G = 1$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

 t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr $\Rightarrow$ Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb $\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb $\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabenkung ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2**2.0 Transmissionswärmefluss (DIN V 18599-2)**Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	F_X	Anmerkungen	H_T W/K
Büros						
1 F 0110 FDD	1:0	184,2	0,200	0,80 FDD	51 06	29,5

2 F 0106 FAW S-O	1:0	24,7	0,280	1,00 FAW 51	6,9
3 F 0106a FAW S-O	1:0	19,4	0,280	1,00 FAW 51	5,4
4 F 0107 FAW S-O	1:0	12,2	0,280	1,00 FAW 51	3,4
5 F 0107a FAW S-O	1:0	8,7	0,280	1,00 FAW 51	2,4
6 F 0108 FAW N-O	1:0	38,8	0,280	1,00 FAW 51	10,9
7 F 0108a FAW N-O	1:0	35,1	0,280	1,00 FAW 51	9,8
8 A 0106 FF S-O	1:0	11,2	1,300	1,00 FF 51 02	14,6
9 A 0107 FF S-O	1:0	3,7	1,300	1,00 FF 51 02	4,8
10 A 0108 FF N-O	1:0	26,7	1,300	1,00 FF 51 02	34,7
11 F 0100 FG	1:0	184,2	0,350	0,45 Ffb 51 18 19 25	29,0
Sanitärräume					
12 F 0207 FDd	10:0	410,4	0,200	0,80 FDd 51 06	65,7
13 F 0203 Fu	10:0	54,7	0,350	0,50 Fu 51 08	9,6
14 F 0204 Fu	10:0	44,8	0,350	0,50 Fu 51 08	7,8
15 F 0200 FG	10:0	410,4	0,350	0,45 Ffb 51 18 19 25	64,6
Besprechung					
16 F 0305 FDd	3:0	48,3	0,200	0,80 FDd 51 06	7,7
17 F 0300 FG	3:0	48,3	0,350	0,45 Ffb 51 18 19 25	7,6
Nebenflächen					
18 F 0405 FDd	4:0	28,9	0,200	0,80 FDd 51 06	4,6
19 F 0403 FAW N-O	4:0	7,9	0,280	1,00 FAW 51	2,2
20 F 0403a FAW N-O	4:0	9,1	0,280	1,00 FAW 51	2,5
21 A 0403 FF N-O	4:0	8,9	1,300	1,00 FF 51 02	11,6
22 F 0400 FG	4:0	28,9	0,350	0,45 Ffb 51 18 19 25	4,5
Lager / Technik / Archiv					
23 F 0515 FDd	12:0	214,3	0,350	0,80 FDd 50 06	60,0
24 F 0511 Fu	12:0	80,3	0,350	0,50 Fu 50 08	14,0
25 F 0500 FG	12:0	214,3	0,350	0,45 Ffb 50 18 19 25	33,8
Aufenthaltsräume					
26 F 0607 FDd	6:0	250,2	0,200	0,80 FDd 51 06	40,0
27 F 0603 FAW N-O	6:0	14,8	0,280	1,00 FAW 51	4,1
28 F 0603a FAW N-O	6:0	24,2	0,280	1,00 FAW 51	6,8
29 F 0604 FAW N-W	6:0	31,5	0,280	1,00 FAW 51	8,8
30 F 0605 FAW N-O	6:0	9,8	0,280	1,00 FAW 51	2,7
31 F 0601 Fu	6:0	78,9	0,350	0,50 Fu 51 08	13,8
32 A 0603 FF N-O	6:0	30,1	1,300	1,00 FF 51 02	39,2
33 F 0600 FG	6:0	250,2	0,350	0,45 Ffb 51 18 19 25	39,4
Lager, Technik, Archiv					

34 F 0713 FDd	12:0	410,7	0,350	0,80 FDd	50 06	115,0
35 F 0702 Fu	12:0	7,8	0,350	0,50 Fu	50 08	1,4
36 F 0703 Fu	12:0	92,6	0,350	0,50 Fu	50 08	16,2
37 F 0704 Fu	12:0	54,9	0,350	0,50 Fu	50 08	9,6
38 F 0705 Fu	12:0	28,2	0,350	0,50 Fu	50 08	4,9
39 F 0711 Fu	12:0	10,9	0,350	0,50 Fu	50 08	1,9
40 F 0712 Fu	12:0	7,8	0,350	0,50 Fu	50 08	1,4
41 T 0705 Fu , Tür	12:0	5,4	2,900	0,50 Fu	50 09 08	7,8
42 F 0700 FG	12:0	410,7	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	64,7
Lager, Technik, Archiv						
43 F 0812 FDd	8:0	445,8	0,350	0,80 FDd	50 06	124,8
44 F 0805 FAW Ost	8:0	15,3	0,350	1,00 FAW	50	5,4
45 F 0805a FAW Ost	8:0	9,8	0,350	1,00 FAW	50	3,4
46 F 0804 Fu	8:0	7,8	0,350	0,50 Fu	50 08	1,4
47 F 0806 Fu	8:0	20,3	0,350	0,50 Fu	50 08	3,5
48 F 0807 Fu	8:0	2,2	0,350	0,50 Fu	50 08	0,4
49 F 0808 Fu	8:0	88,5	0,350	0,50 Fu	50 08	15,5
50 F 0809 Fu	8:0	2,2	0,350	0,50 Fu	50 08	0,4
51 F 0810 Fu	8:0	101,3	0,350	0,50 Fu	50 08	17,7
52 T 0805 FAW Ost , Tür	8:0	2,9	2,900	1,00 FAW	50 09	8,3
53 F 0800 FG	8:0	445,8	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	70,2
Lager, Technik, Archiv						
54 F 0911 FDd	12:0	896,3	0,350	0,80 FDd	50 06	251,0
55 F 0901 Fu	12:0	165,3	0,350	0,50 Fu	50 08	28,9
56 F 0902 Fu	12:0	76,9	0,350	0,50 Fu	50 08	13,5
57 F 0903 Fu	12:0	164,0	0,350	0,50 Fu	50 08	28,7
58 F 0905 Fu	12:0	11,7	0,350	0,50 Fu	50 08	2,0
59 F 0909 Fu	12:0	40,1	0,350	0,50 Fu	50 08	7,0
60 F 0910 Fu	12:0	17,5	0,350	0,50 Fu	50 08	3,1
61 T 0902 Fu , Tür	12:0	2,3	2,900	0,50 Fu	50 09 08	3,3
62 F 0900 FG	12:0	896,3	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	141,2
Verkehrsfläche						
63 F 1017 FDd	13:0	247,3	0,350	0,80 FDd	50 06	69,3
64 F 1006 FAW S-0	13:0	3,7	0,350	1,00 FAW	50	1,3
65 F 1006a FAW S-0	13:0	3,5	0,350	1,00 FAW	50	1,2
66 F 1013 FAW N-0	13:0	12,4	0,350	1,00 FAW	50	4,4
67 F 1002 Fu	13:0	180,8	0,350	0,50 Fu	50 08	31,6
68 F 1005 Fu	13:0	7,6	0,350	0,50 Fu	50 08	1,3

69 F 1011 Fu	13:0	1,9	0,350	0,50 Fu	50 08	0,3
70 F 1014 Fu	13:0	67,8	0,350	0,50 Fu	50 08	11,9
71 F 1015 Fu	13:0	22,2	0,350	0,50 Fu	50 08	3,9
72 T 1006 FAW S-0 , Tür	13:0	2,9	2,900	1,00 FAW	50 09	8,3
73 T 1013 FAW N-0 , Tür	13:0	2,9	2,900	1,00 FAW	50 09	8,3
74 F 1000 FG	13:0	247,3	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	39,0

Verkehrsfläche

75 F 1119 FDd	7:0	145,1	0,350	0,80 FDd	50 06	40,6
76 F 1112 FAW S-0	7:0	10,0	0,350	1,00 FAW	50	3,5
77 F 1112a FAW S-0	7:0	8,6	0,350	1,00 FAW	50	3,0
78 F 1117 Fu	7:0	1,9	0,350	0,50 Fu	50 08	0,3
79 T 1112 FAW S-0 , Tür	7:0	6,0	2,900	1,00 FAW	50 09	17,5
80 F 1100 FG	7:0	145,1	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	22,9

Verkehrsfläche

81 F 1211 FDd	13:0	131,1	0,350	0,80 FDd	50 06	36,7
82 F 1203 Fu	13:0	9,0	0,350	0,50 Fu	50 08	1,6
83 F 1206 Fu	13:0	10,5	0,350	0,50 Fu	50 08	1,8
84 T 1206 Fu , Tür	13:0	4,0	2,900	0,50 Fu	50 09 08	5,8
85 F 1200 FG	13:0	131,1	0,350	0,45 Ffb	50 18 19 25	20,6

Spühlküche

86 F 1324 FDd	9:0	736,8	0,350	0,80 FDd	50 06	206,3
87 F 1305 Fu	9:0	5,1	0,350	0,50 Fu	50 08	0,9
88 F 1306 Fu	9:0	26,2	0,350	0,50 Fu	50 08	4,6
89 F 1307 Fu	9:0	5,8	0,350	0,50 Fu	50 08	1,0
90 F 1313 Fu	9:0	48,1	0,350	0,50 Fu	50 08	8,4
91 F 1316 Fu	9:0	17,2	0,350	0,50 Fu	50 08	3,0
92 F 1317 Fu	9:0	7,6	0,350	0,50 Fu	50 08	1,3
93 F 1318 Fu	9:0	17,2	0,350	0,50 Fu	50 08	3,0
94 F 1319 Fu	9:0	7,6	0,350	0,50 Fu	50 08	1,3
95 F 1300 FG	9:0	736,8	0,350	0,45 Ffb	50 25 18 19	116,0

Lager, Technik, Archiv

96 F 1417 FDd	12:0	152,6	0,350	0,80 FDd	50 06	42,7
97 F 1407 Fu	12:0	58,4	0,350	0,50 Fu	50 08	10,2
98 F 1408 Fu	12:0	5,3	0,350	0,50 Fu	50 08	0,9
99 F 1409 Fu	12:0	21,2	0,350	0,50 Fu	50 08	3,7
100 F 1410 Fu	12:0	25,0	0,350	0,50 Fu	50 08	4,4
101 F 1411 Fu	12:0	24,8	0,350	0,50 Fu	50 08	4,3
102 F 1413 Fu	12:0	18,3	0,350	0,50 Fu	50 08	3,2

103 F 1414 Fu	12:0	7,7	0,350	0,50 Fu	50 08	1,3
104 F 1415 Fu	12:0	18,3	0,350	0,50 Fu	50 08	3,2
105 F 1400 FG	12:0	152,6	0,350	0,45 Ffb	50 25 18 19	24,0
WC und Sanitärräume						
106 F 1508 FDd	10:0	27,9	0,200	0,80 FDd	51 06	4,5
107 F 1500 FG	10:0	27,9	0,350	0,45 Ffb	51 18 25 19	4,4
Nebenflächen						
108 F 1607 FDd	4:0	31,1	0,200	0,80 FDd	51 06	5,0
109 F 1606 FAW N-W	4:0	10,1	0,280	1,00 FAW	51	2,8
110 F 1606a FAW N-W	4:0	8,5	0,280	1,00 FAW	51	2,4
111 A 1606 FF N-W	4:0	3,4	1,300	1,00 FF	51 02	4,4
112 T 1606 FAW N-W , Tür	4:0	2,3	1,800	1,00 FAW	51 09	4,1
113 F 1600 FG	4:0	31,1	0,350	0,45 Ffb	51 18 25 19	4,9
Lager, Technik, Archiv						
114 F 1705 FDd	12:0	20,3	0,350	0,80 FDd	50 06	5,7
115 F 1701 Fu	12:0	20,4	0,350	0,50 Fu	50 08	3,6
116 F 1704 Fu	12:0	20,2	0,350	0,50 Fu	50 08	3,5
117 F 1700 FG	12:0	20,3	0,350	0,45 Ffb	50 18 25 19	3,2
Lager, Technik, Archiv						
118 F 1807 FDd	12:0	55,6	0,350	0,80 FDd	50 06	15,6
119 F 1801 Fu	12:0	5,4	0,350	0,50 Fu	50 08	0,9
120 F 1802 Fu	12:0	8,4	0,350	0,50 Fu	50 08	1,5
121 F 1803 Fu	12:0	31,6	0,350	0,50 Fu	50 08	5,5
122 F 1804 Fu	12:0	31,7	0,350	0,50 Fu	50 08	5,5
123 F 1805 Fu	12:0	37,0	0,350	0,50 Fu	50 08	6,5
124 F 1806 Fu	12:0	23,3	0,350	0,50 Fu	50 08	4,1
125 F 1800 FG	12:0	55,6	0,350	0,45 Ffb	50 18 25 19	8,8
Küche						
126 F 1905 FDd	5:0	51,9	0,200	0,80 FDd	51 06	8,3
127 F 1901 Fu	5:0	36,2	0,350	0,50 Fu	51 08	6,3
128 F 1902 Fu	5:0	29,0	0,350	0,50 Fu	51 08	5,1
129 F 1904 Fu	5:0	29,0	0,350	0,50 Fu	51 08	5,1
130 F 1900 FG	5:0	51,9	0,350	0,45 Ffb	51 18 25 19	8,2
Gruppenbüro						
131 F 2010 FDd	1:0	78,3	0,200	0,80 FDd	51 06	12,5
132 F 2009 FAW N-W	1:0	14,0	0,280	1,00 FAW	51	3,9
133 F 2009a FAW N-W	1:0	10,0	0,280	1,00 FAW	51	2,8
134 F 2001 Fu	1:0	7,9	0,350	0,50 Fu	51 08	1,4

135 F 2002 Fu	1:0	3,4	0,350	0,50 Fu	51 08	0,6
136 F 2003 Fu	1:0	11,4	0,350	0,50 Fu	51 08	2,0
137 F 2006 Fu	1:0	27,6	0,350	0,50 Fu	51 08	4,8
138 F 2007 Fu	1:0	31,2	0,350	0,50 Fu	51 08	5,5
139 F 2008 Fu	1:0	27,6	0,350	0,50 Fu	51 08	4,8
140 A 2009 FF N-W	1:0	4,4	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
141 A 2007 FF	1:0	5,0	1,300	1,00 FF	51 02	6,6
142 F 2000 FG	1:0	78,3	0,350	0,45 Ffb	51 18 25 19	12,3
Lager, Technik, Archiv						
143 F 2109 FDd	8:0	226,8	0,350	0,80 FDd	50 06	63,5
144 F 2106 FAW N-W	8:0	22,6	0,350	1,00 FAW	50	7,9
145 F 2106a FAW N-W	8:0	12,8	0,350	1,00 FAW	50	4,5
146 F 2101 Fu	8:0	25,6	0,350	0,50 Fu	50 08	4,5
147 F 2102 Fu	8:0	37,0	0,350	0,50 Fu	50 08	6,5
148 F 2103 Fu	8:0	72,4	0,350	0,50 Fu	50 08	12,7
149 F 2104 Fu	8:0	30,2	0,350	0,50 Fu	50 08	5,3
150 F 2105 Fu	8:0	117,4	0,350	0,50 Fu	50 08	20,5
151 F 2100 FG	8:0	226,8	0,350	0,45 Ffb	50 18 25 19	35,7
Verkehrsfläche						
152 F 2225 FDd	13:0	186,7	0,350	0,80 FDd	50 06	52,3
153 F 2201 Fu	13:0	9,9	0,350	0,50 Fu	50 08	1,7
154 F 2202 Fu	13:0	6,1	0,350	0,50 Fu	50 08	1,1
155 F 2203 Fu	13:0	9,1	0,350	0,50 Fu	50 08	1,6
156 F 2204 Fu	13:0	12,9	0,350	0,50 Fu	50 08	2,3
157 F 2208 Fu	13:0	7,7	0,350	0,50 Fu	50 08	1,4
158 F 2216 Fu	13:0	7,7	0,350	0,50 Fu	50 08	1,4
159 F 2218 Fu	13:0	93,8	0,350	0,50 Fu	50 08	16,4
160 F 2219 Fu	13:0	1,0	0,350	0,50 Fu	50 08	0,2
161 F 2220 Fu	13:0	3,6	0,350	0,50 Fu	50 08	0,6
162 F 2221 Fu	13:0	31,8	0,350	0,50 Fu	50 08	5,6
163 T 2201 Fu , Tür	13:0	2,3	2,900	0,50 Fu	50 09 08	3,3
164 F 2200 FG	13:0	186,7	0,350	0,45 Ffb	50 18 25 19	29,4
Verkehrsfläche						
165 F 2323 FDd	7:0	275,2	0,350	0,80 FDd	50 06	77,1
166 F 2311 FAW N-W	7:0	6,4	0,350	1,00 FAW	50	2,2
167 F 2315 FAW S-W	7:0	13,1	0,350	1,00 FAW	50	4,6
168 F 2316 FAW N-W	7:0	11,9	0,350	1,00 FAW	50	4,2
169 F 2317 FAW S-W	7:0	8,0	0,350	1,00 FAW	50	2,8

170	F	2318	FAW N-W	7:0	11,9	0,350	1,00	FAW	50	4,2
171	F	2319	FAW S-W	7:0	8,0	0,350	1,00	FAW	50	2,8
172	F	2320	FAW N-W	7:0	11,9	0,350	1,00	FAW	50	4,2
173	F	2321	FAW N-O	7:0	5,1	0,350	1,00	FAW	50	1,8
174	F	2322	FAW N-W	7:0	2,7	0,350	1,00	FAW	50	0,9
175	F	2301	Fu	7:0	239,3	0,350	0,50	Fu	50 08	41,9
176	F	2305	Fu	7:0	7,7	0,350	0,50	Fu	50 08	1,3
177	F	2307	Fu	7:0	16,6	0,350	0,50	Fu	50 08	2,9
178	F	2308	Fu	7:0	10,2	0,350	0,50	Fu	50 08	1,8
179	F	2309	Fu	7:0	29,8	0,350	0,50	Fu	50 08	5,2
180	F	2310	Fu	7:0	34,7	0,350	0,50	Fu	50 08	6,1
181	T	2311	FAW N-W , Tür	7:0	3,1	2,900	1,00	FAW	50 09	9,1
182	T	2316	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	2,900	1,00	FAW	50 09	27,4
183	T	2318	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	2,900	1,00	FAW	50 09	27,4
184	T	2320	FAW N-W , Tür	7:0	9,4	2,900	1,00	FAW	50 09	27,4
185	A	2301	FF	7:0	15,1	1,900	1,00	FF	50 02	28,7
186	T	2301	Fu , Tür	7:0	3,1	2,900	0,50	Fu	50 09 08	4,4
187	F	2300	FG	7:0	275,2	0,350	0,45	Ffb	50 18 19 25	43,3
Verkehrsfläche										
188	F	2413	FDd	13:0	53,2	0,350	0,80	FDd	50 06	14,9
189	F	2402	Fu	13:0	4,0	0,350	0,50	Fu	50 08	0,7
190	F	2408	Fu	13:0	36,4	0,350	0,50	Fu	50 08	6,4
191	F	2409	Fu	13:0	14,2	0,350	0,50	Fu	50 08	2,5
192	F	2412	Fu	13:0	22,4	0,350	0,50	Fu	50 08	3,9
193	F	2400	FG	13:0	53,2	0,350	0,45	Ffb	50 18 19 25	8,4
Sanitärräume										
194	F	2507	FDd	10:0	34,2	0,200	0,80	FDd	51 06	5,5
195	F	2501	Fu	10:0	23,7	0,350	0,50	Fu	51 08	4,2
196	F	2500	FG	10:0	34,2	0,350	0,45	Ffb	51 18 19 25	5,4
Nebenflächen										
197	F	2608	FDd	11:0	34,0	0,200	0,80	FDd	51 06	5,4
198	F	2606	Fu	11:0	24,3	0,350	0,50	Fu	51 08	4,3
199	F	2600	FG	11:0	34,0	0,350	0,45	Ffb	51 18 19 25	5,3
Dachraum (unbeheizt)										
200	F	2719	FD	14:0	6563,4	0,350	1,00	FD	50	2297,2
201	A	2719	DFF 0°	14:0	2059,2	2,700	1,00	FF	50 71 02	5559,8
202	F	2701	FAW S-W	14:0	562,1	0,350	1,00	FAW	50	196,7
203	F	2702	FAW S-O	14:0	49,2	0,350	1,00	FAW	50	17,2

204	F	2703	FAW S-O	14:0	46,8	0,350	1,00	FAW	50	16,4
205	F	2704	FAW S-O	14:0	56,4	0,350	1,00	FAW	50	19,7
206	F	2705	FAW S-O	14:0	56,4	0,350	1,00	FAW	50	19,7
207	F	2706	FAW S-O	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
208	F	2707	FAW S-O	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
209	F	2708	FAW S-O	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
210	F	2709	FAW S-O	14:0	64,2	0,350	1,00	FAW	50	22,5
211	F	2710	FAW N-O	14:0	562,1	0,350	1,00	FAW	50	196,7
212	F	2711	FAW N-W	14:0	64,2	0,350	1,00	FAW	50	22,5
213	F	2712	FAW N-W	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
214	F	2713	FAW N-W	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
215	F	2714	FAW N-W	14:0	62,4	0,350	1,00	FAW	50	21,8
216	F	2715	FAW N-W	14:0	56,4	0,350	1,00	FAW	50	19,7
217	F	2716	FAW N-W	14:0	56,4	0,350	1,00	FAW	50	19,7
218	F	2717	FAW N-W	14:0	46,8	0,350	1,00	FAW	50	16,4
219	F	2718	FAW N-W	14:0	49,2	0,350	1,00	FAW	50	17,2

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 25.136,9$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 11.776,4$$

Hüllflächen nicht beheizter Zonen $\Sigma A_{\text{unbeheizt}} = 10667,2 \text{ m}^2$

Bodenplattenmaß $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 8629,00 / 189,16 = 45,62 \text{ m}$

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).
- 06 Dachgeschossdecke zum nicht ausgebauten Dachraum.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 09 Außentür
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max} -Nachweis reduziert (5m-Streifen)
- 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.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 71 Glasdach

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 2355,5 \text{ W/K}$ (120,1 %, 0,094 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,S}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> 2 Gruppenbüro	184	41	32	257	0	0
<2> 16 WC und Sanitärraum	0	0	0	0	0	0
<3> 4 Besprechung Innenli	13	8	0	20	0	0
<4> 18 Nebenflächen	43	9	5	58	0	0
<5> 14 Küche Innenliegend	0	8	25	33	0	0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	96	39	54	189	0	0
<7> 19 Verkehrsfläche	423	66	64	553	0	0
<8> 20 Lager, Technik, Ar	409	106	88	603	0	0
<9> 22.2 Gewerbliche Hall	0	116	230	346	0	0
<10> 16 WC und Sanitärräu	119	74	31	225	0	0
<11> 18 Nebenflächen Inne	0	5	10	15	0	0
<12> 20 Lager, Technik, A	909	276	249	1434	0	0
<13> 19 Verkehrsfläche In	379	97	107	584	0	0
<14> Dachraum (unbeheizt)	9639	0	0	9639	0	0
	12215	847	895	13957		

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

(nur beheizte Gebäudezonen)

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,S}) / A = 4.317,3 / 14.469,6 = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

in Bestandsgebäuden mit $U_{max} = \text{Höchstwerte} \cdot 1.25$ (§ 50 mit Rundungsregel)

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U _{max}	T _i ≥ 19°C	0,40	1,90	1,90	3,10
U _{max}	T _i < 19°C	0,60	3,50	3,80	3,90
Zonen T _i ≥ 19°C		0,20	1,30		
Zonen T _i < 19°C		0,29	1,90		

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

" 11 F 0100 FG ", A_{Rand} = 184,2 - 18,7 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 15 F 0200 FG ", A_{Rand} = 410,4 - 377,0 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 17 F 0300 FG ", A_{Rand} = 48,3 - 48,3 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 22 F 0400 FG ", A_{Rand} = 28,9 - 1,4 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 25 F 0500 FG ", A_{Rand} = 214,3 - 212,5 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 33 F 0600 FG ", A_{Rand} = 250,2 - 133,2 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 42 F 0700 FG ", A_{Rand} = 410,7 - 382,6 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 53 F 0800 FG ", A_{Rand} = 445,8 - 411,2 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 62 F 0900 FG ", A_{Rand} = 896,3 - 626,5 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 74 F 1000 FG ", A_{Rand} = 247,3 - 231,0 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 80 F 1100 FG ", A_{Rand} = 145,1 - 118,4 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 85 F 1200 FG ", A_{Rand} = 131,1 - 118,6 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 " 95 F 1300 FG ", A_{Rand} = 736,8 - 671,6 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "105 F 1400 FG ", A_{Rand} = 152,6 - 152,6 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "107 F 1500 FG ", A_{Rand} = 27,9 - 25,0 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "113 F 1600 FG ", A_{Rand} = 31,1 - 7,4 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "117 F 1700 FG ", A_{Rand} = 20,3 - 20,3 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "125 F 1800 FG ", A_{Rand} = 55,6 - 55,6 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "130 F 1900 FG ", A_{Rand} = 51,9 - 51,9 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "142 F 2000 FG ", A_{Rand} = 78,3 - 21,5 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "151 F 2100 FG ", A_{Rand} = 226,8 - 110,3 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "164 F 2200 FG ", A_{Rand} = 186,7 - 105,0 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "187 F 2300 FG ", A_{Rand} = 275,2 - 93,0 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "193 F 2400 FG ", A_{Rand} = 53,2 - 53,2 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)
 "196 F 2500 FG ", A_{Rand} = 34,2 - 34,2 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)
 "199 F 2600 FG ", A_{Rand} = 34,0 - 34,0 m², U_{Rand} = 0,280 W/(m²K)

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 1,30 W/(m²K) = 1,90 W/(m²K) -31,6%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2 * 25137 / 18642 = 2,70 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

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

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

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

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n ₅₀ h ⁻¹	V _A /V _{dc} m ³ /(m ² h)	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹	n _{win} h ⁻¹	n _{m, ZUL} h ⁻¹	t _{v, m} h/d
<1> 2 Gruppenbüro	ja	2,43	4,00	1,33	0,28	0,10	2,50	13
<2> 16 WC und Sani	ja	1,00	15,00	5,00	0,17	0,10	5,00	13
<3> 4 Besprechung	ja	1,40	8,75	2,92	0,20	0,10	3,00	13
<4> 18 Nebenfläche	ja	1,09	0,15	0,05	0,18	0,10	2,50	13
<5> 14 Küche Innen	ja	2,73	90,00	30,00	0,30	0,10	30,06	15
<6> 17 Sonst. Aufe	ja	1,93	7,00	2,33	0,24	0,10	2,50	13
<7> 19 Verkehrsflä	ja	2,69	0,00	0,00	0,29	0,10	-	-
<8> 20 Lager, Tech	ja	2,02	0,15	0,05	0,25	0,10	1,00	13
<9> 22.2 Gewerblic	ja	1,49	2,50	0,83	0,21	0,10	0,83	10
<10> 16 WC und San	ja	0,79	15,00	5,00	0,16	0,10	5,00	13
<11> 18 Nebenfläch	ja	0,97	0,15	0,05	0,17	0,10	2,50	13
<12> 20 Lager, Tec	ja	1,74	0,15	0,05	0,23	0,10	1,00	13
<13> 19 Verkehrsfl	ja	3,48	0,00	0,00	0,35	0,10	-	-
<14> Dachraum (unb	-	261,71	0,15	0,05	18,32	1,34	-	-
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> 2 Gruppenbüro			0,00	0,00	0,17	0,10		
<2> 16 WC und Sanitäräume			0,00	0,00	0,07	0,10		
<3> 4 Besprechung Innenliegen			0,00	0,00	0,10	0,10		

<4> 18 Nebenflächen	0,00	0,00	0,08	0,10		
<5> 14 Küche Innenliegend	0,00	0,00	0,19	0,10		
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0,00	0,00	0,14	0,10		
<7> 19 Verkehrsfläche	0,00	0,00	0,19	0,10		
<8> 20 Lager, Technik, Archiv	0,00	0,00	0,14	0,10		
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen I	0,00	0,00	0,10	0,10		
<10> 16 WC und Sanitärräume I	0,00	0,00	0,06	0,10		
<11> 18 Nebenflächen Innenlie	0,00	0,00	0,07	0,10		
<12> 20 Lager, Technik, Archi	0,00	0,00	0,12	0,10		
<13> 19 Verkehrsfläche Innenl	0,00	0,00	0,24	0,10		
<14> Dachraum (unbeheizt)	0,00	0,00	18,32	1,73	-	-

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1747 / 1747 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 6571 / 6571 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 415 / 415 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 781 / 781 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 4359 / 4359 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1784 / 1784 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1895 / 1895 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1799 / 1799 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <10> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 13481 / 13481 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 475 / 475 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5312 / 5312 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

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

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

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

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{v,\text{mech}} / 24$

mit $n_{\text{win,min}} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}} = \text{saisonal nach Gl.77}$

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

n_{mech} = $n_{\text{mech,ZUL}}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden

Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)

Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten	V	H _{V, z, Jan}	H _{V, inf}	H _{V, win}	Σ H _V	H _{V, mech}	θ _{V, Jan}
Lüftung	m ³	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	°C
<1> 2 Gruppenbüro	699	0	65	24	89	322	18,0
<2> 16 WC und Sanitä	1.314	0	78	45	123	1210	18,0

<3> 4 Besprechung In	138	0	10	5	14	76	18,0
<4> 18 Nebenflächen	312	0	19	11	30	144	18,0
<5> 14 Küche Innenli	145	0	15	5	20	928	18,0
<6> 17 Sonst. Aufent	713	0	58	24	83	329	18,0
<7> 19 Verkehrsfläch	1.489	0	149	51	199	0	
<8> 20 Lager, Techni	1.895	0	158	64	223	349	18,0
<9> 22.2 Gewerbliche	2.159	0	154	73	227	255	18,0
<10> 16 WC und Sanit	2.696	0	147	92	239	2483	18,0
<11> 18 Nebenflächen	190	0	11	6	18	88	18,0
<12> 20 Lager, Techn	5.312	0	409	181	590	978	18,0
<13> 19 Verkehrsfläc	1.578	0	187	54	240	0	
<14> Dachraum (unbeh	122	0	762	56	817	0	

0 2222 689 2911 7161

⇒ WE-Betrieb ...

<1> 2 Gruppenbüro	0	40	24	64
<2> 16 WC und Sanitärräume	0	31	45	76
<3> 4 Besprechung Innenlieg	0	5	5	9
<4> 18 Nebenflächen	0	8	11	19
<5> 14 Küche Innenliegend	0	9	5	14
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0	33	24	57
<7> 19 Verkehrsfläche	0	95	51	146
<8> 20 Lager, Technik, Arch	0	91	64	155
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	0	77	73	150
<10> 16 WC und Sanitärräume	0	51	92	143
<11> 18 Nebenflächen Innenl	0	4	6	11
<12> 20 Lager, Technik, Arc	0	220	181	401
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	0	131	54	184
<14> Dachraum (unbeheizt)	0	762	72	834

0 1557 706 2263

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

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

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	I_S , Jan/Jul W/m^2	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
8 A 0106 FF S-0	1	7,84	50/ 132	44/ 44 7100	4,1/ 10,9
9 A 0107 FF S-0	1	2,61	50/ 132	44/ 44 "	1,4/ 3,6
10 A 0108 FF N-0	1	18,70	11/ 112	44/ 44 "	2,2/ 22,0
21 A 0403 FF N-0	4	6,23	11/ 112	44/ 44 "	0,7/ 7,3
32 A 0603 FF N-0	6	21,08	11/ 112	44/ 44 "	2,4/ 24,8
111 A 1606 FF N-W	4	2,39	11/ 95	44/ 44 "	0,3/ 2,4
140 A 2009 FF N-W	1	3,11	11/ 95	44/ 44 "	0,4/ 3,1
141 A 2007 FF	1	3,53	29/ 210	44/ 44 "	1,1/ 7,8
185 A 2301 FF	7	10,58	29/ 210	44/ 44 "	3,2/ 23,3
201 A 2719 DFF 0°	14	1441,44	29/ 210	46/ 46 "	460,5/3336,5
1.517,40					476/ 3442

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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 Warmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> 2 Gruppenb	863	603	229	147	281	296	705	10.127
<2> 16 WC und	-	-	-	-	-	-	-	-
<3> 4 Besprech	-	-	-	-	-	-	-	-
<4> 18 Nebenfl	140	81	35	20	31	47	113	1.813
<5> 14 Küche I	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> 17 Sonst.	345	199	86	48	75	118	281	4.539
<7> 19 Verkehr	423	265	103	59	100	137	334	4.959
<8> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	-
<9> 22.2 Gewer	-	-	-	-	-	-	-	-
<10> 16 WC und	-	-	-	-	-	-	-	-
<11> 18 Nebenfl	-	-	-	-	-	-	-	-
<12> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	-
<13> 19 Verkeh	-	-	-	-	-	-	-	-
<14> Dachraum	60.534	37.925	14.776	8.373	14.284	19.574	47.776	709.140
	62.306	39.073	15.230	8.647	14.771	20.172	49.209	730.578

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

Zone	AB m²	QI, p kWh/d	QI, fac kWh/d	QI, g kWh/d	QI kWh/d
<1> 2 Gruppenbüro	233	7,0	10,0	0,0	17,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	438	-	-	0,0	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliege	46	4,3	0,4	0,0	4,7
<4> 18 Nebenflächen	104	-	-	0,0	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	48	2,7	87,2	0,0	89,8
<6> 17 Sonst. Aufenth.	238	22,1	1,9	0,0	24,0
<7> 19 Verkehrsfläche	389	-	-	0,0	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archi	632	-	-	0,0	0,0

<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	720	28,8	201,5	0,0	230,2
<10> 16 WC und Sanitärräume	899	-	-	0,0	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenli	63	-	-	0,0	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Arch	1771	-	-	0,0	0,0
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	505	-	-	0,0	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	41	-	-	0,0	0,0

⇒ WE-Betrieb ...

<1> 2 Gruppenbüro	-	-	0,0	0,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	-	-	0,0	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliege	-	-	0,0	0,0
<4> 18 Nebenflächen	-	-	0,0	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	-	-	0,0	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	-	-	0,0	0,0
<7> 19 Verkehrsfläche	-	-	0,0	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archi	-	-	0,0	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	-	-	0,0	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräume	-	-	0,0	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenli	-	-	0,0	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Arch	-	-	0,0	0,0
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	-	-	0,0	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m³/hW	QI, L kWh/d	QI, h kWh/d	QI, w kWh/d	QI, rv kWh/d
<1> 2 Gruppenbüro	0,0	13,0	14,6	1,1	0,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	0,0	28,1	27,3	2,1	0,0
<3> 4 Besprechung Innenliegen	0,0	4,8	2,9	0,2	0,0
<4> 18 Nebenflächen	0,0	0,6	6,6	0,5	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	0,0	14,5	0,1	0,2	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	0,0	12,6	14,9	1,1	0,0
<7> 19 Verkehrsfläche	0,0	9,5	24,2	1,8	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Archiv	0,0	5,5	1,4	3,0	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen I	0,0	72,7	1,6	3,4	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräume I	0,0	29,6	56,1	4,3	0,0
<11> 18 Nebenflächen Innenlie	0,0	0,6	4,0	0,3	0,0
<12> 20 Lager, Technik, Archi	0,0	7,6	3,9	8,4	0,0
<13> 19 Verkehrsfläche Innenl	0,0	2,8	31,5	2,4	0,0
<14> Dachraum (unbeheizt)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

$Q_{l,rv}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V, mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> 2 Gruppenbüro	257	89	322	181	57	0,312
<2> 16 WC und Sanitärräume	0	123	1210	125	70	0,559
<3> 4 Besprechung Innenliege	20	14	76	21	13	0,624
<4> 18 Nebenflächen	58	30	144	51	10	0,200
<5> 14 Küche Innenliegend	33	20	928	71	105	1,473
<6> 17 Sonst. Aufenth.	189	83	329	148	57	0,384
<7> 19 Verkehrsfläche	553	199	0	290	42	0,144
<8> 20 Lager, Technik, Archi	603	223	349	327	10	0,031
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	346	227	255	239	307	1,286
<10> 16 WC und Sanitärräume	225	239	2483	360	109	0,303
<11> 18 Nebenflächen Innenli	15	18	88	22	6	0,287
<12> 20 Lager, Technik, Arch	1434	590	978	810	21	0,025
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	584	240	0	321	41	0,128
Zone	$C_{w,irk}$ Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> 2 Gruppenbüro	50	668	17,44	2,09	0,938	0,998
<2> 16 WC und Sanitärräume	50	1333	16,43	2,03	0,836	1,000
<3> 4 Besprechung Innenliege	50	111	20,79	2,30	0,839	1,000

<4> 18 Nebenflächen	50	231	22,49	2,41	0,983	1,000
<5> 14 Küche Innenliegend	50	981	2,47	1,15	0,432	1,000
<6> 17 Sonst. Aufenth.	50	601	19,79	2,24	0,924	1,000
<7> 19 Verkehrsfläche	50	752	25,85	2,62	0,995	0,999
<8> 20 Lager, Technik, Archi	50	1175	26,87	2,68	1,000	1,000
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	50	828	43,46	3,72	0,680	1,000
<10> 16 WC und Sanitärräume	50	2946	15,25	1,95	0,930	1,000
<11> 18 Nebenflächen Innenli	50	120	26,35	2,65	0,973	1,000
<12> 20 Lager, Technik, Arch	50	3002	29,49	2,84	1,000	1,000
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	50	824	30,62	2,91	0,998	0,999

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

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

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

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

Innentemperaturen T_i in unbeheizten Zonen siehe DIN V 18599-2:

$$(T_i =) \vartheta_u = (\vartheta_u + \vartheta_i^*(H_{T,iu} + H_{V,iu}) + \vartheta_e^*(H_{T,ue} + H_{V,ue})) / (H_{T,iu} + H_{V,iu} + H_{T,ue} + H_{V,ue}) \quad (\text{Gl.38})$$

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

T _{i, 1}	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i, 2}	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i, 3}	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i, 4}	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i, 5}	°C	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	19,9	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i, 7}	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
T _{i, 8}	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
T _{i, 9}	°C	16,0	16,0	16,2	16,5	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,5	16,2	16,0
T _{i,10}	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i,11}	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
T _{i,12}	°C	16,2	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,1
T _{i,13}	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,2
T _{i,14}	°C	2,8	4,7	10,9	21,2	28,2	32,0	32,4	30,1	22,4	14,4	6,1	2,0

⇒ WE-Betrieb ...

T _{i, 1}	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
T _{i, 2}	°C	18,8	18,9	19,2	19,7	20,3	20,5	20,8	20,7	20,3	19,8	19,2	18,8
T _{i, 3}	°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
T _{i, 4}	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
T _{i, 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	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
T _{i, 7}	°C	13,9	14,1	14,6	15,5	16,4	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,5	13,9
T _{i, 8}	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
T _{i, 9}	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
T _{i,10}	°C	17,8	17,9	18,4	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,2	18,3	17,8
T _{i,11}	°C	17,8	17,9	18,4	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,2	18,3	17,8
T _{i,12}	°C	14,0	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
T _{i,13}	°C	14,0	14,1	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	13,9
T _{i,14}	°C	2,8	4,7	10,9	21,2	28,2	32,0	32,4	30,1	22,4	14,4	6,1	2,0

7.1 Zone <1> 2 Gruppenbüro

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

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

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

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 17,0 \text{ kWh/d}$

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
η_{source}		0,667	0,857	0,929	0,944	0,938	0,934	0,894	0,717
$\eta_{source,WE}$		0,874	0,980	0,998	0,999	0,998	0,997	0,986	0,800
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	126	206	200	206	206	186	206	2.395
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.554
$Q_{h,b,RE}$	kWh	443	1.370	2.230	2.787	2.721	2.337	2.003	15.423
$Q_{h,b,WE}$	kWh	22	262	642	867	822	685	495	3.894
Q_T	kWh	1.119	1.984	2.821	3.467	3.450	2.976	2.812	23.265
Q_V	kWh	560	1.005	1.228	1.417	1.412	1.238	1.242	9.372
Q_S^*	kWh	632	540	218	142	269	282	651	6.306
Q_I^*	kWh	582	816	960	1.088	1.050	910	905	8.223

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

7.2 Zone <2> 16 WC und Sanitärräume

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,8 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,706	0,846	0,842	0,836	0,836	0,838	0,843	0,677
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	103	183	260	319	318	274	259	2.143
t_h	h	357	510	493	510	510	460	510	4.122
$Q_{h,b,RE}$	kWh	459	1.234	1.329	1.419	1.417	1.270	1.365	9.797
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

QT	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
QV	kWh	1.248	2.255	2.454	2.666	2.662	2.371	2.512	17.391
QS*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
QI*	kWh	789	1.021	1.125	1.247	1.245	1.101	1.147	9.922

7.3 Zone <3> 4 Besprechung Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 4,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,597	0,766	0,819	0,839	0,839	0,834	0,815	0,637
$\eta_{source, WE}$		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,927
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	23	41	40	41	41	37	41	361
t_h	h	477	744	720	744	744	672	744	6.491
$Q_{h, b, RE}$	kWh	29	121	174	214	213	184	173	1.240
$Q_{h, b, WE}$	kWh	14	17	40	55	55	46	38	309
QT	kWh	88	157	223	274	272	235	222	1.836
QV	kWh	104	188	220	248	247	218	223	1.631
QS*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
QI*	kWh	150	206	229	253	252	223	233	2.074

7.4 Zone <4> 18 Nebenflächen

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,888	0,967	0,981	0,984	0,983	0,980	0,968	0,840
$\eta_{source, WE}$		0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,858
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	91	92	89	92	92	83	92	928
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.118
$Q_{h, b, RE}$	kWh	245	547	736	875	864	741	691	5.308

$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	42	117	165	160	129	92	710
Q_T	kWh	252	447	636	781	777	671	634	5.243
Q_V	kWh	208	374	442	502	500	441	448	3.308
Q_S^*	kWh	129	79	35	19	30	47	110	1.354
Q_I^*	kWh	125	154	191	224	223	194	189	1.594

7.5 Zone <5> 14 Küche Innenliegend

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 89,8 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,298	0,420	0,431	0,432	0,432	0,432	0,431	0,301
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	26	43	41	43	43	39	43	380
t_h	h	606	744	720	744	744	672	744	6.677
$Q_{h,b,RE}$	kWh	239	606	629	657	657	591	649	4.662
$Q_{h,b,WE}$	kWh	8	16	42	60	59	49	40	309
Q_T	kWh	148	262	372	458	455	393	371	3.070
Q_V	kWh	868	1.480	1.411	1.412	1.414	1.289	1.467	9.594
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	768	1.120	1.112	1.153	1.153	1.041	1.148	9.415

7.6 Zone <6> 17 Sonst. Aufenth.

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 24,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,673	0,855	0,909	0,926	0,924	0,917	0,888	0,715
$\eta_{source,WE}$		0,976	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,881
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	126	211	204	211	211	190	211	2.236
t_h	h	713	744	720	744	744	672	744	6.310

Q _{h,b,RE}	kWh	345	1.079	1.644	2.051	2.031	1.726	1.544	11.633
Q _{h,b,WE}	kWh	43	217	454	614	602	495	389	2.933
Q _T	kWh	826	1.465	2.083	2.560	2.547	2.197	2.076	17.178
Q _V	kWh	537	963	1.165	1.337	1.333	1.170	1.179	8.836
Q _S [*]	kWh	265	179	81	46	72	111	260	2.908
Q _I [*]	kWh	709	954	1.069	1.187	1.176	1.035	1.063	9.560

7.7 Zone <7> 19 Verkehrsfläche

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 13,9$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,777	0,975	0,993	0,995	0,995	0,994	0,988	0,710
$\eta_{source,WE}$		0,881	0,992	0,998	0,999	0,999	0,998	0,995	0,735
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	87	246	333	345	345	311	345	2.355
t _h	h	559	744	720	744	744	672	744	6.180
Q _{h,b,RE}	kWh	347	2.167	4.070	5.327	5.265	4.448	3.847	27.754
Q _{h,b,WE}	kWh	74	562	1.149	1.596	1.571	1.305	1.045	7.812
Q _T	kWh	971	2.786	4.638	5.981	5.944	5.067	4.569	33.946
Q _V	kWh	323	928	1.544	1.992	1.979	1.687	1.522	11.305
Q _S [*]	kWh	343	260	103	58	99	136	331	2.620
Q _I [*]	kWh	531	725	861	991	988	865	869	7.064

7.8 Zone <8> 20 Lager, Technik, Archiv

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,802
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833

$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	135	392	542	560	560	505	560	3.816
t_h	h	606	744	720	744	744	672	744	6.671

$Q_{h,b,RE}$	kWh	573	2.922	5.028	6.431	6.393	5.460	4.963	35.255
$Q_{h,b,WE}$	kWh	241	690	1.258	1.760	1.746	1.460	1.214	9.352

Q_T	kWh	1.061	3.046	5.070	6.538	6.498	5.539	4.995	37.107
Q_V	kWh	-71	762	1.421	1.877	1.864	1.580	1.392	6.756
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	177	196	205	224	223	198	210	1.915

7.9 Zone <9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,0^\circ\text{C}$ und $Q_I = 230,2\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,139	0,379	0,596	0,682	0,680	0,657	0,578	0,357
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	148	424	617	637	637	576	637	4.280
t_h	h	285	316	464	744	744	620	428	4.413

$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	93	355	345	237	59	1.089
$Q_{h,b,WE}$	kWh	138	399	754	1.134	1.123	925	713	5.760

Q_T	kWh	602	1.727	2.874	3.706	3.683	3.140	2.832	21.035
Q_V	kWh	52	814	1.458	1.910	1.898	1.612	1.431	8.169
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	812	2.289	3.485	4.128	4.113	3.590	3.491	25.195

7.10 Zone <10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

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

η_{source}		0,854	0,931	0,932	0,930	0,930	0,931	0,932	0,843
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	416	736	770	796	796	719	796	6.753
t_h	h	588	720	720	744	744	672	744	6.427

$Q_{h, b, RE}$	kWh	1.974	4.424	4.999	5.493	5.483	4.871	5.102	37.780
$Q_{h, b, WE}$	kWh	35	75	323	508	503	410	300	2.330

Q_T	kWh	989	1.753	2.494	3.065	3.049	2.630	2.485	20.563
Q_V	kWh	2.486	4.496	4.850	5.241	5.234	4.668	4.967	34.141
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	1.466	1.750	2.022	2.304	2.297	2.018	2.050	18.427

7.11 Zone <11> 18 Nebenflächen Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,921	0,971	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973	0,938
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	29	52	54	56	56	51	56	476
t_h	h	639	744	720	744	744	672	744	7.211

$Q_{h, b, RE}$	kWh	105	238	290	330	329	290	294	2.223
$Q_{h, b, WE}$	kWh	2	5	22	34	34	28	20	156

Q_T	kWh	66	117	167	205	204	176	166	1.377
Q_V	kWh	125	224	265	300	299	263	268	1.976
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	84	99	120	140	140	122	121	1.069

7.12 Zone <12> 20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,813
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	380	1.082	1.518	1.569	1.569	1.417	1.569	10.665
t_h	h	595	744	720	744	744	672	744	6.644
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.397	7.286	12.500	15.933	15.839	13.540	12.351	87.458
$Q_{h,b,WE}$	kWh	532	1.538	2.842	4.051	4.016	3.345	2.728	21.238
Q_T	kWh	2.524	7.246	12.061	15.554	15.458	13.176	11.884	88.279
Q_V	kWh	-259	1.962	3.697	4.891	4.858	4.115	3.619	16.836
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	337	384	415	461	460	407	424	3.852

7.13 Zone <13> 19 Verkehrsfläche Innenliegend

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,932	0,993	0,997	0,998	0,998	0,998	0,997	0,806
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,982	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,754
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	110	318	433	447	447	404	447	3.063
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.779
$Q_{h,b,RE}$	kWh	625	2.672	4.643	5.981	5.944	5.069	4.576	32.942
$Q_{h,b,WE}$	kWh	158	649	1.218	1.687	1.673	1.402	1.178	8.833
Q_T	kWh	1.027	2.947	4.905	6.325	6.286	5.358	4.832	35.898
Q_V	kWh	395	1.133	1.886	2.432	2.417	2.060	1.858	13.802
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	638	758	929	1.090	1.085	947	937	7.934

7.15 Summe Heizwärmebedarf

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

	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
<1> 2 Gruppenbüro	23.265	9.372	6.306	8.223	19.317	82,9
<2> 16 WC und Sanit	-	17.391	-	9.922	9.797	22,4
<3> 4 Besprechung I	1.836	1.631	-	2.074	1.549	33,6
<4> 18 Nebenflächen	5.243	3.308	1.354	1.594	6.018	57,8
<5> 14 Küche Innenl	3.070	9.594	-	9.415	4.972	102,7
<6> 17 Sonst. Aufen	17.178	8.836	2.908	9.560	14.566	61,2
<7> 19 Verkehrsfläc	33.946	11.305	2.620	7.064	35.566	91,4
<8> 20 Lager, Techn	37.107	6.756	-	1.915	44.607	70,6
<9> 22.2 Gewerblich	21.035	8.169	-	25.195	6.849	9,5
<10> 16 WC und Sani	20.563	34.141	-	18.427	40.110	44,6
<11> 18 Nebenfläche	1.377	1.976	-	1.069	2.378	37,5
<12> 20 Lager, Tech	88.279	16.836	-	3.852	108.696	61,4
<13> 19 Verkehrsflä	35.898	13.802	-	7.935	41.775	82,7
	288.796	143.115	13.188	106.245	336.201	55,2

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
<1> 2 Gruppenbüro	mT	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<2> 16 WC und Sanitärräume	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<3> 4 Besprechung Innenlieg	mT	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<4> 18 Nebenflächen	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<5> 14 Küche Innenliegend	mT	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	mT	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<8> 20 Lager, Technik, Arch	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<10> 16 WC und Sanitärräume	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<11> 18 Nebenflächen Innenl	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<12> 20 Lager, Technik, Arc	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1747 / 1747 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 6571 / 6571 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 415 / 415 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 781 / 781 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 4359 / 4359 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <6> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1784 / 1784 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1895 / 1895 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1799 / 1799 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <10> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 13481 / 13481 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <11> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 475 / 475 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60
 Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 5312 / 5312 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Feuchteanforderung mT / oT = mit / ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)

RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten

VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter

rec..% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte

θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech, m}$ m^3/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_v, Jan kWh
<1> 2 Gruppenbüro	1747	276	0,73	0,49	335
<2> 16 WC und Sanitärräume	6571	276	2,74	1,83	1.259
<3> 4 Besprechung Innenlieg	415	276	0,17	0,12	79
<4> 18 Nebenflächen	781	276	0,33	0,22	150
<5> 14 Küche Innenliegend	4359	382	1,82	1,21	1.157
<6> 17 Sonst. Aufenth.	1784	276	0,74	0,50	342
<8> 20 Lager, Technik, Arch	1895	276	0,79	0,53	363
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	1799	195	0,75	0,50	244
<10> 16 WC und Sanitärräume	13481	276	5,62	3,75	2.584
<11> 18 Nebenflächen Innenl	475	276	0,20	0,13	91
<12> 20 Lager, Technik, Arc	5312	276	2,21	1,48	1.018

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> 2 Gruppenbü	324	335	324	335	335	302	335	3.942
<2> 16 WC und S	1.219	1.259	1.219	1.259	1.259	1.138	1.259	14.828
<3> 4 Besprechu	77	79	77	79	79	72	79	936

<4> 18 Nebenflä	145	150	145	150	150	135	150	1.761
<5> 14 Küche In	1.120	1.157	1.120	1.157	1.157	1.045	1.157	13.622
<6> 17 Sonst. A	331	342	331	342	342	309	342	4.026
<8> 20 Lager, T	352	363	352	363	363	328	363	4.277
<9> 22.2 Gewerb	236	244	236	244	244	221	244	2.874
<10> 16 WC und	2.501	2.584	2.501	2.584	2.584	2.334	2.584	30.427
<11> 18 Nebenfl	88	91	88	91	91	82	91	1.072
<12> 20 Lager,	986	1.018	986	1.018	1.018	920	1.018	11.991

7.377 7.623 7.377 7.623 7.623 6.886 7.623 89.758

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

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

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

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
<1> 2 Gruppenbüro	19,4	143	1,01	107	187	0,0
<2> 16 WC und Sanitärraum	19,4	143	1,01	107	704	0,0
<3> 4 Besprechung Innenli	19,4	143	1,01	107	44	0,0
<4> 18 Nebenflächen	19,4	143	1,01	107	84	0,0
<5> 14 Küche Innenliegend	19,4	143	1,02	150	653	0,0
<6> 17 Sonst. Aufenth.	19,4	143	1,01	107	191	0,0
<8> 20 Lager, Technik, Ar	19,4	466	1,01	349	662	0,0
<9> 22.2 Gewerbliche Hall	19,4	143	0,99	74	134	0,0
<10> 16 WC und Sanitärräu	19,4	143	1,01	107	1.445	0,0
<11> 18 Nebenflächen Inne	19,4	466	1,01	349	166	0,0
<12> 20 Lager, Technik, A	19,4	466	1,01	349	1.855	0,0

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

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

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

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone <1> 2 Gruppenbüro

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	21	50	120	186	187	147	110	920
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _h [*] , b	kWh	23	55	132	205	206	161	121	1.012
		23	55	132	205	206	161	121	1.012

Zone <2> 16 WC und Sanitärräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	79	187	453	699	704	552	414	3.462
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _h [*] , b	kWh	87	206	498	769	775	607	455	3.808
		110	261	631	974	981	768	576	4.821

Zone <3> 4 Besprechung Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	5	12	29	44	44	35	26	219
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _h [*] , b	kWh	5	13	31	49	49	38	29	239
		115	274	662	1.022	1.029	806	605	5.060

Zone <4> 18 Nebenflächen

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	9	22	54	83	84	66	49	411
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _h [*] , b	kWh	9	24	59	91	92	72	54	451
		124	298	722	1.114	1.122	878	659	5.511

Zone <5> 14 Küche Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	73	174	420	649	653	512	384	3.193
t _h [*] , op	h	37	38	37	38	38	35	38	374
Q _h [*] , b	kWh	80	191	462	714	719	563	422	3.512
		204	489	1.184	1.827	1.840	1.441	1.081	9.023

Zone <6> 17 Sonst. Aufenth.

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	21	51	123	190	191	150	112	940
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270
Q _h [*] , b	kWh	24	56	135	209	210	165	124	1.034
		228	545	1.319	2.036	2.050	1.606	1.204	10.057

Zone <8> 20 Lager, Technik, Archiv

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	16	190	425	672	662	535	383	3.403
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
Q _h [*] , b	kWh	17	209	467	739	728	589	422	3.743
		245	754	1.786	2.775	2.778	2.195	1.626	13.800

Zone <9> 22.2 Gewerbliche Hallen Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	16	36	86	133	134	105	79	659
t _h [*] , op	h	19	20	19	20	20	18	20	191
Q _h [*] , b	kWh	17	39	95	146	147	115	86	724
		263	793	1.881	2.921	2.925	2.310	1.713	14.524

Zone <10> 16 WC und Sanitärräume Innenliegend

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
QV, H	kWh	162	384	929	1.435	1.445	1.132	849	7.102
t _h [*] , op	h	27	28	27	28	28	25	28	270

Qh*, b	kWh	178	422	1.022	1.578	1.589	1.245	934	7.813
--------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------

		440	1.216	2.903	4.499	4.515	3.555	2.646	22.337
--	--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <11> 18 Nebenflächen Innenliegend

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

QV, H	kWh	4	48	106	168	166	134	96	853
-------	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	4	52	117	185	182	148	106	936
--------	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

		444	1.268	3.020	4.684	4.697	3.702	2.752	23.273
--	--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Zone <12> 20 Lager, Technik, Archiv Innenliegend

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

QV, H	kWh	44	533	1.190	1.883	1.855	1.501	1.075	9.538
-------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

th*, op	h	27	28	27	28	28	25	28	325
---------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----

Qh*, b	kWh	48	587	1.309	2.071	2.041	1.651	1.182	10.492
--------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

		493	1.855	4.330	6.756	6.738	5.353	3.934	33.765
--	--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Nutzwärmebedarf QV,H nach Heizbereichen [kWh]

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

1 Umluftheizung		163	1.026	2.333	3.670	3.634	2.918	2.113	18.472
-----------------	--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

2 freie Heizflä		231	580	1.397	2.160	2.172	1.705	1.275	10.705
-----------------	--	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

3 Warmluftheizu		99	249	599	926	931	731	546	4.588
-----------------	--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

		493	1.855	4.330	6.756	6.738	5.353	3.934	33.765
--	--	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit QV,H = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, th*,op = Bedarfszeit der Heizregister und Qh*,b = Nutzwärmebedarf der Heizregister

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

Qh*,b nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit AK,A und f_vh,d = 16 W/m²

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (3), 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	Em lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> 2 Gruppenbüro » N-O	N-O 1	500	156,5	46,0	mittel	74
2 <4> 18 Nebenflächen » N	N-O 4	100	38,1	12,3	gut	90
3 <6> 17 Sonst. Aufenth.	N-O 6	300	51,5	30,1	gut	97

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
<1> 2 Gruppenbüro	233	157	76
<2> 16 WC und Sanitärräu	438	-	438
<3> 4 Besprechung Innenl	46	-	46
<4> 18 Nebenflächen	104	38	66
<5> 14 Küche Innenliegen	48	-	48
<6> 17 Sonst. Aufenth.	238	51	186
<7> 19 Verkehrsfläche	389	-	389
<8> 20 Lager, Technik, A	632	-	632
<9> 22.2 Gewerbliche Hal	720	-	720
<10> 16 WC und Sanitärrä	899	-	899
<11> 18 Nebenflächen Inn	63	-	63
<12> 20 Lager, Technik,	1771	-	1.771

<13> 19 Verkehrsfläche I	505	-	505
<14> Dachraum (unbeheizt)	41	-	41

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich			CTL	CTL, kon	FTL					
					Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
					%	%	%	%	%	%
1	<1> 2 Gruppenbüro	1	74	73	54	47	42	39	37	36
2	<4> 18 Nebenfläche	4	90	55	58	52	48	45	43	42
3	<6> 17 Sonst. Aufe	6	97	60	51	44	39	35	33	32

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

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

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (13)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 <1> 2 Gruppenbüro	1	500	1-1-2	17,9	0,85	89	2162	176	394
2 <2> 16 WC und San	2	200	1-1-2	10,6	0,55	0	1399	114	596
3 <3> 4 Besprechung	3	500	1-1-2	18,1	0,53	0	1335	109	103

4 <4>	18 Nebenfläch	4	100	1-1-2	3,6	0,14	18	369	30	13
5 <5>	14 Küche Inne	5	500	1-1-2	23,0	1,00	0	2411	1489	369
6 <6>	17 Sonst. Auf	6	300	1-1-2	10,9	0,53	58	1335	109	267
7 <7>	19 Verkehrsfl	7	100	1-1-2	5,3	0,24	0	610	50	202
8 <8>	20 Lager, Tec	8	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	117
9 <9>	22.2 Gewerbli	9	400	1-1-2	13,1	0,95	0	1917	49	1575
10 <10>	16 WC und Sa	10	200	1-1-2	10,6	0,55	0	1399	114	627
11 <11>	18 Nebenfläc	11	100	1-1-2	3,6	0,14	0	369	30	13
12 <12>	20 Lager, Te	12	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	162
13 <13>	19 Verkehrsrf	13	100	1-1-2	5,3	0,24	0	610	50	60

4498

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 5.624 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 2/3/4/6/7/10/11/13/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/3/5/9/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> 2 Gruppenb	232	259	273	308	276	228	237	2.914
<2> 16 WC und	577	596	577	596	596	539	596	7.022
<3> 4 Besprech	99	103	99	103	103	93	103	1.207
<4> 18 Nebenfl	12	12	12	13	13	11	12	144
<5> 14 Küche I	357	369	357	369	369	333	369	4.340
<6> 17 Sonst.	251	263	259	274	267	237	259	3.072
<7> 19 Verkehr	195	202	195	202	202	182	202	2.374
<8> 20 Lager,	113	117	113	117	117	106	117	1.375
<9> 22.2 Gewer	1.372	1.418	1.372	1.418	1.418	1.281	1.418	16.694
<10> 16 WC und	607	627	607	627	627	567	627	7.386
<11> 18 Nebenf	12	13	12	13	13	12	13	150
<12> 20 Lager,	157	162	157	162	162	146	162	1.908
<13> 19 Verkeh	58	60	58	60	60	54	60	701
<14> Dachraum	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.042	4.200	4.092	4.260	4.220	3.787	4.173	49.286

 p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB}$ W/m² (Gl.11)mit k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB} = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen $t_{T,TL}$ / $t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q _{sink}	Q _{source}	γ	c _{wirk}	τ	η
<1> 2 Gruppenbüro	25	76	3,040	50,000	17,44	0,307
<2> 16 WC und Sanitärräume	9	30	3,394	50,000	16,43	0,277
<3> 4 Besprechung Innenliege	2	10	3,931	50,000	20,79	0,247
<4> 18 Nebenflächen	6	11	1,702	50,000	22,49	0,507
<5> 14 Küche Innenliegend	4	105	27,646	50,000	2,47	0,035
<6> 17 Sonst. Aufenth.	20	62	3,160	50,000	19,79	0,300
<7> 19 Verkehrsfläche	54	35	0,638	50,000	25,85	0,861
<8> 20 Lager, Technik, Archi	60	8	0,139	50,000	26,87	0,996
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	69	306	4,450	50,000	43,46	0,224
<10> 16 WC und Sanitärräume	33	34	1,004	50,000	15,25	0,660
<11> 18 Nebenflächen Innenli	2	1	0,366	50,000	26,35	0,954
<12> 20 Lager, Technik, Arch	146	15	0,105	50,000	29,49	0,999
<13> 19 Verkehrsfläche Innen	59	5	0,084	50,000	30,62	0,999

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{c,b} (Raumklima)								
<1> 2 Gruppenb	21	26	25	71	250	559	944	4.747
<2> 16 WC und	23	24	22	27	38	142	636	3.589
<3> 4 Besprech	19	19	18	24	35	79	138	870
<4> 18 Nebenfl	-	-	0	0	5	26	88	410
<5> 14 Küche I	1.388	1.388	1.263	1.430	1.507	2.074	2.754	23.374
<6> 17 Sonst.	29	30	33	62	164	419	752	3.930

<7> 19 Verkehr	-	-	-	1	3	15	44	232
<8> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	0	4
<9> 22.2 Gewer	999	1.005	978	1.370	1.950	3.127	3.794	28.705
<10> 16 WC und	6	6	5	7	10	39	312	2.398
<11> 18 Nebenfl	-	-	-	-	-	0	1	9
<12> 20 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	3
<13> 19 Verkeh	-	-	-	-	-	-	-	0

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 $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,\text{soll}} - 2\text{K}$ (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ 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	$t_{c, \text{op}, d}$ h/d	$Q_{c, \text{max}, \text{Juli}}$ kW	$Q_{c, \text{max}, \text{Sept}}$ kW	techn. gekühlt
<1> 2 Gruppenbüro	13	12,4	7,6	ja
<2> 16 WC und Sanitärräume	13	3,1	-1,7	nein
<3> 4 Besprechung Innenlieg	13	0,7	0,3	ja
<4> 18 Nebenflächen	13	2,1	0,4	nein
<5> 14 Küche Innenliegend	15	7,6	4,5	nein
<6> 17 Sonst. Aufenth.	13	8,1	3,6	nein
<7> 19 Verkehrsfläche	13	5,6	1,1	nein
<8> 20 Lager, Technik, Arch	13	1,4	-3,7	nein
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	10	28,8	25,0	nein
<10> 16 WC und Sanitärräume	13	4,5	-6,4	nein
<11> 18 Nebenflächen Innenl	13	0,0	-0,4	nein
<12> 20 Lager, Technik, Arc	13	3,2	-9,6	nein
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	13	0,9	-2,9	nein
		78,4	17,8	

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

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

11.3 <1> 2 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (279 m²)

<1> 2 Gruppenbüro

<3> 4 Besprechung Innenliegend

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	39	44	43	95	286	638	1.081	5.617
$Q_{C,outg}$	kWh	48	55	53	117	352	785	1.330	6.909
$t_{C,op}$	h	59	73	64	202	267	276	267	2.385

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 9,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	2	7	15	25	128
$W_{Z,d}$	kWh	1	2	2	3	11	24	40	207
	kWh	2	2	2	5	17	39	65	336

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 9,3 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a,

Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF),

Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Gruppenbüro"

<1> 2 Gruppenbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

<3> 4 Besprechung Innenliegend, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	48	55	53	117	352	785	1.330	6.909
$Q_{C,f,el}$	kWh	13	14	14	31	93	208	352	1.828

11.5 <3> 4 Besprechung Innenliegend

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 2 Gruppenbüro"

11.17 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	13	14	14	31	93	208	352	1.828
$Q_{C,aux}$	kWh	2	2	2	5	17	39	65	336

Strom-Mix	kWh	13	14	14	31	93	208	352	1.828
-----------	-----	----	----	----	----	----	-----	-----	-------

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (202 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	6	7	7	15	47	104	176	914

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b, Jan}$ kWh/M
<1> 2 Gruppenbüro	nicht relevant			-
<2> 16 WC und Sanitä	nicht relevant			-
<3> 4 Besprechung In	nicht relevant			-
<4> 18 Nebenflächen	nicht relevant			-
<5> 14 Küche Innenli	Gewerbeküchen	0,400 Menü	50	510 a
<6> 17 Sonst. Aufent	nicht relevant			-
<7> 19 Verkehrsfläch	nicht relevant			-
<8> 20 Lager, Techni	nicht relevant			-
<9> 22.2 Gewerbliche	nicht relevant			-
<10> 16 WC und Sanit	Werkstatt, Indu	1,800 Beschäftigte	50	1.911 a
<11> 18 Nebenflächen	nicht relevant			-
<12> 20 Lager, Techn	nicht relevant			-
<13> 19 Verkehrsfläc	nicht relevant			-

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

a)

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen(n)	fZapf	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
--------------------	----------	-------	-----------------------

1 zentrale WW-Versorgung	100% *	1,00	28.500
--------------------------	--------	------	--------

2

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

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Verteilssystem: mit Zirkulation, Zirkulationsbetrieb an $z = 11,0$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,00$ m³/h, $\Delta p = 18,7$ kPa, $P_{hydr} = 0,000$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 1,4$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichltg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13			
Leitungslängen l_i	0 m	0 m	529 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i			0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$			32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$			19,9 °C

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13								
$Q_{w,b}$ kWh	2.342	2.421	2.342	2.421	2.421	2.186	2.421	28.500
$Q_{w,d,St}$ kWh	814	860	852	893	892	803	878	10.120
$Q_{w,d}$ kWh	814	860	852	893	892	803	878	10.120
$W_{w,d}$ kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,w,d}$ kWh	814	860	852	893	892	803	878	10.120

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 585$, $V_{sol} = 3.507$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{S,P0,day} = 1,2$ kWh/d

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

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

Speicherladepumpe mit $P_p = 89$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

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

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{W, outg}$	kWh	3.157	3.280	3.194	3.313	3.313	2.989	3.299	38.621
$Q_{W, s}$	kWh	28	29	28	29	29	27	29	322
$W_{W, s}$	kWh	13	14	13	14	14	12	14	159

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Solaranlage (1) , Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 83,8 \text{ m}^2$, Orientierung = Süd $-45,0^\circ$, Neigung zur Horizontalen = $30,0^\circ$ Solarspeicher mit $V_{sol} = 3.507$ und $V_{aux} = 585$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 31.531 kWh/a (Klimaregion 4 Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 25.626 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 60,3%),
 Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C, Soll} = 86,67 \text{ m}^2$ und
 $V_{Soll} = 3507 + 584$ Liter, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w, gen} = 0.025 \cdot$

 $Q_{w, sol}$

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{w, sol}$	kWh	3.131	2.462	525	189	701	464	1.959	25.626
$W_{w, gen}$	kWh	78	62	13	5	18	12	49	641

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{w, outg}$	kWh	54	848	2.698	3.154	2.641	2.552	1.369	13.316
---------------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

Wärmeerzeuger 283 Brennwärtekessel, verbessert ab 1999 (283) 206,0 kW (Erdgas)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 95,3 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0047 \text{ kW}$ elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 5806 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur 45 °C, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich (13 °C)

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

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13

$Q_{w,outg}$	kWh	54	848	2.698	3.154	2.641	2.552	1.369	13.316
--------------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$t_{w,Pn,d}$	h/d	0,0	0,2	0,6	0,7	0,6	0,6	0,3	
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{w,g}$	kWh	164	168	168	176	172	157	168	1.173
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{w,f}$	kWh	219	1.016	2.865	3.329	2.814	2.709	1.538	14.489
-----------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{w,gen}$	kWh	2	24	76	89	74	72	39	375
-------------	-----	---	----	----	----	----	----	----	-----

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

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

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

$Q_{w,outg}$	kWh	3.185	3.310	3.223	3.343	3.342	3.016	3.328	38.942
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,f}$	kWh	219	1.016	2.865	3.329	2.813	2.709	1.538	14.489
-----------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{w,f}$	kWh	93	99	102	107	106	96	101	1.175
-----------	-----	----	----	-----	-----	-----	----	-----	-------

solar	kWh	3.131	2.462	525	189	701	464	1.959	25.626
-------	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-------	--------

Erdgas	kWh	219	1.016	2.865	3.329	2.814	2.709	1.538	14.489
--------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
---------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{I,w,<2>}$	kWh/d	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	
---------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{I,w,<3>}$	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$Q_{I,w,<5>}$	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$Q_{I,w,<6>}$	kWh/d	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
$Q_{I,w,<7>}$	kWh/d	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
$Q_{I,w,<8>}$	kWh/d	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9
$Q_{I,w,<9>}$	kWh/d	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3
$Q_{I,w,<10>}$	kWh/d	4,0	4,1	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2
$Q_{I,w,<11>}$	kWh/d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
$Q_{I,w,<12>}$	kWh/d	7,9	8,1	8,3	8,4	8,4	8,3	8,2
$Q_{I,w,<13>}$	kWh/d	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4

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

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

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> 2 Gruppenbüro	8,2	1,4	1747	7,6	17,3
<2> 16 WC und Sanitärräume	0,0	2,0	6570	28,6	30,6
<3> 4 Besprechung Innenlieg	0,6	0,2	415	1,8	2,7
<4> 18 Nebenflächen	1,8	0,5	781	3,4	5,7
<5> 14 Küche Innenliegend	1,1	0,3	4367	19,0	20,4
<6> 17 Sonst. Aufenth.	6,1	1,3	1784	7,8	15,1
<7> 19 Verkehrsfläche	17,7	3,2	0	0,0	20,9
<8> 20 Lager, Technik, Arch	19,3	3,6	1895	8,2	31,1
<9> 22.2 Gewerbliche Hallen	9,3	3,1	1792	6,6	19,0
<10> 16 WC und Sanitärräume	7,2	3,8	13481	58,7	69,7
<11> 18 Nebenflächen Innenl	0,5	0,3	475	2,1	2,8
<12> 20 Lager, Technik, Arc	45,9	9,4	5312	23,1	78,4
<13> 19 Verkehrsfläche Inne	18,7	3,8	0	0,0	22,5

$Q_{T,max}$ = 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)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Umluftheizung dezentral (REF	100% 5/8/9/12/	183.595	148,9	163,5
2 freie Heizflächen 50 / 42°C 2-	70% **	130.459	187,3	0,0
3 Warmluftheizung Umluftheizung	30% ***	55.911	187,3	0,0
4				
** = 1/2/3/4/6/7/10/11/13/				
*** = 1/2/3/4/6/7/10/11/13/				

<1> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 50/42 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	3.128	13.457	23.147	30.381	30.178	25.607	22.717	165.123
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	163	1.026	2.333	3.670	3.634	2.918	2.113	18.472
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	3.443	10.978	16.854	21.002	20.781	17.804	16.206	119.754
$Q_{h^*,b}, <2>$	kWh	231	580	1.397	2.160	2.172	1.705	1.275	10.705
$Q_{h,b}, <3>$	kWh	1.475	4.705	7.223	9.001	8.906	7.630	6.945	51.323
$Q_{h^*,b}, <3>$	kWh	99	249	599	926	931	731	546	4.588

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 "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Leitzone <5> 14 Küche Innenliegend (manuell)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <5>$	h/m	606	744	720	744	744	672	744	6.677
$t_{h,rL,d} <5>$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB} <5>$	d/m	21	27	27	28	28	25	28	244
$t_{h,rL} <5>$	h/m	313	405	467	531	529	466	474	4.087
$t_{h,rL,W} <2>$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) Bereich "freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr", Leitzone <1> 2 Gruppenbüro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.554
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	242
$t_{h,rL} <1>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.634
$t_{h,rL,W} <2>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

(3) Bereich "Warmflurtheizung Umluftheizung", Leitzone <1> 2 Gruppenbüro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.554
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	242
$t_{h,rL} <1>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.634
$t_{h,rL,W} <2>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

 $t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE} = \text{monatliche Heizzeiten nach DIN V 18599-2, D.2}$
 $t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (T5 Gl.24) mit

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

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

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

 $t_{h,rL,W} = \text{Monatstage} \cdot 24 \text{ Stunden für den Heizkreis mit Wohnungsstation}$

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (8,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 50/42 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

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

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

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Raumtemperaturregelung hohe Qualität

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (8,9%)

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

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

(1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	3.128	13.457	23.147	30.381	30.178	25.607	22.717	165.123
-----------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

$Q_{h,ce}$	kWh	638	1.598	1.871	2.065	2.061	1.831	1.904	14.156
------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

$Q_{h,b}$	kWh	3.443	10.978	16.854	21.002	20.781	17.804	16.206	119.754
-----------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Q _{h,ce}	kWh	979	1.819	1.901	1.991	1.980	1.777	1.895	14.769
-------------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Q _{h,b}	kWh	1.475	4.705	7.223	9.001	8.906	7.630	6.945	51.323
------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{h,ce}	kWh	303	563	588	616	613	550	587	4.571
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

ΣQ _{h,b+ce}	kWh	9.966	33.120	51.584	65.057	64.520	55.200	50.254	369.696
----------------------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Nutz-Heizwärmebedarf Q_{h,b} (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-WärmebedarfVerluste der Wärmeübergabe Q_{h,ce} = Q_{h,b} * Δθ_{ce} / (T_{i,h} - T_e) (monatlich, Gl.34)

Summe der Temperaturschwankungen Δθ_{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) Umluftheizung dezentral (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "3 Verkaufsgebäude, Küchen", Netztyp 4 Strahlungs- /

Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit A_{Nutz,Heizbereich} = 5673,0 m², Geschosshöhe i.M. =

4,70 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 55 °C / θ_{RA} = 45 °C, T_{i,Soll,<5>} = 21,0 °CWärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 73 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,

Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren f_{hydr.} Abgleich = 1,00, f_{Netzform} = 1,00, f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

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

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit A_{Nutz,Heizbereich} = 2502,6 m², Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 50 °C / θ_{RA} = 42 °C, T_{i,Soll,<1>} = 21,0 °C

Wohnungsstation vorhanden: Betrieb der Verteilungs- und Anbindeleitungen an 365 Tagen * 24

Stunden mit planmäßigen Heizkreistemperaturen

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 4 Strahlungs- / Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 2502,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 22 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 18 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Umluftheizung dezentral (REF '20)			
Leitungslängen l_i	883,8 m	10,7 m	141,7 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
(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	659,2 m	51,2 m	1.775,6 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
(3) Warmluftheizung Umluftheizung			
Leitungslängen l_i	400,5 m	5,6 m	692,1 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

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

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

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

(1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

$\beta_{h,d}$		0,04	0,14	0,23	0,29	0,29	0,27	0,22
$\theta_{VL,av}$	°C	22,9	26,5	30,0	32,1	32,1	31,5	29,7
$\theta_{RL,av}$	°C	22,3	24,9	27,4	28,8	28,8	28,4	27,1

$Q_{h,d}$	kWh	564	1.000	1.455	1.858	1.848	1.573	1.444	10.786
$W_{h,d}$	kWh	85	131	153	175	174	153	155	1.284
$Q_{I,h,d}$	kWh	32	90	158	216	215	180	155	1.175

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,9 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,3 \%$ Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

$\beta_{h,d}$		0,03	0,09	0,14	0,17	0,16	0,16	0,13
$\theta_{VL,av}$	°C	23,1	25,6	27,4	28,3	28,2	27,9	27,0
$\theta_{RL,av}$	°C	22,5	24,3	25,6	26,3	26,2	26,0	25,4

$Q_{h,d}$	kWh	4.449	5.065	6.396	7.607	7.577	6.585	6.431	59.054
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	3.273	3.726	4.706	5.597	5.574	4.845	4.731	44.016

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 16,0 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 11,9 \%$ Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

$\beta_{h,d}$		0,01	0,04	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05
$\theta_{VL,av}$	°C	21,0	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
$\theta_{RL,av}$	°C	20,9	20,8	20,8	20,7	20,7	20,8	20,8

$Q_{h,d}$	kWh	220	248	311	368	366	319	313	2.451
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	47	52	64	75	75	65	65	609

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

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

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

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i}/1000$ [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) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	15.692	41.287	64.076	81.645	81.050	69.030	62.375	475.752

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

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

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

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (2) (3)

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1250$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 5,3$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 115$ W

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1250$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 5,3$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{\text{Pumpe}} = 115 \text{ W}$

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

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

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

(2) freie Heizflächen 50 / 42°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) Warmluftheizung Umluftheizung

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

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (2) (3)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

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

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

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

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

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

(2) freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "Umluftheizung dezentral (REF '20)", Zonen 5/8/9/12 ($A_{NGF} = 3.170 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 163,5 \text{ kW}$ (Erdgas)

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 $\eta_{k,Pn} = 0,962$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,052$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0052 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{\text{gen},Pn} = 10,00 \text{ kW}$, $P_{\text{gen},Pint} = 2,39 \text{ kW}$, $P_{\text{gen},P0} = 0,29 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{\text{aux},Pn} = 0,520 \text{ kW}$, $P_{\text{aux},Pint} = 0,173 \text{ kW}$, $P_{\text{aux},P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "freie Heizflächen 50 / 42°C 2-Rohr", Zonen 1/2/3/4/6/7/10/11/13 ($A_{NGF} = 2.915 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

(3) "Warmflurtheizung Umluftheizung", Zonen 1/2/3/4/6/7/10/11/13 ($A_{NGF} = 2.915 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

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

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

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

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

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

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

(1) Umluftheizung dezentral (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	15.692	41.287	64.076	81.645	81.050	69.030	62.375	475.752
$\beta_{h,1}$		0,31	0,62	0,84	0,94	0,94	0,91	0,81	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	637	1.868	3.365	4.612	4.574	3.811	3.213	24.776
$Q_{h,f}$	kWh	16.331	43.428	67.778	86.612	85.978	73.161	65.926	502.579
$W_{h,gen}$	kWh	61	140	209	264	262	224	205	1.602

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h, f}	kWh	16.331	43.428	67.778	86.612	85.978	73.161	65.926	502.579
W _h	kWh	147	271	362	439	436	377	360	2.887
Erdgas	kWh	16.331	43.428	67.778	86.612	85.978	73.161	65.926	500.031
Q _{I, h, <1>}	kWh/d	8,9	9,8	12,7	14,6	14,6	14,0	12,4	
Q _{I, h, <2>}	kWh/d	16,6	18,3	23,8	27,4	27,3	26,3	23,2	
Q _{I, h, <3>}	kWh/d	1,8	2,0	2,5	2,9	2,9	2,8	2,5	
Q _{I, h, <4>}	kWh/d	4,0	4,4	5,7	6,6	6,6	6,3	5,6	
Q _{I, h, <5>}	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Q _{I, h, <6>}	kWh/d	9,1	10,0	13,0	15,0	14,9	14,4	12,7	
Q _{I, h, <7>}	kWh/d	14,7	16,2	21,1	24,3	24,2	23,3	20,6	
Q _{I, h, <8>}	kWh/d	0,2	0,6	1,0	1,4	1,4	1,3	1,0	
Q _{I, h, <9>}	kWh/d	0,2	0,7	1,2	1,6	1,6	1,5	1,1	
Q _{I, h, <10>}	kWh/d	34,1	37,5	49,0	56,4	56,1	54,0	47,6	
Q _{I, h, <11>}	kWh/d	2,4	2,7	3,5	4,0	4,0	3,9	3,4	
Q _{I, h, <12>}	kWh/d	0,6	1,6	2,9	3,9	3,9	3,6	2,8	
Q _{I, h, <13>}	kWh/d	19,1	21,1	27,5	31,7	31,5	30,3	26,8	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f _P	f _{HS/Hi}	Q _P kWh/a
solar	Warmwasser		25.626	0,00	1,00	-
Erdgas	Warmwasser	*	14.489	1,10	1,11	14.358
Erdgas	Heizwärme	**	500.031	1,10	1,11	495.526
Strom-Mix	Klimakälte	1/3/	914	1,80	1,00	1.645
Strom-Mix	Beleuchtung	***	49.286	1,80	1,00	88.714
Strom-Mix	Hilfsenergie		94.155	1,80	1,00	169.480
Σ [kWh/Jahr]			684.501			769.723

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

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 769.723 / 6.085 = 126,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{NGF} = 6.085 \text{ m}^2$)

Endenergie brennwertbezogen = 684.501 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 25626,0+13053,0+450478,3+913,8+49285,7+94155,4 = 633512 kWh/a

 f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1Endenergiebedarf: Hilfsenergie 15,5 kWh/(m²a), solar 4,2 kWh/(m²a), Erdgas 84,6 kWh/(m²a),Strom-Mix 8,2 kWh/(m²a)Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/(m ² a)
solar	25.626		-	
Erdgas	13.053	240	3.133	
Erdgas	450.478	240	108.115	
Strom-Mix	914	560	512	
Strom-Mix	49.286	560	27.600	
Strom-Mix	94.155	560	52.727	
633.512			192.086	31,6

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		RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
		9	10	11	12	13	
Zone	m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<1> 2 Gruppenbüro	233	-	2.914	1.544	-	28.895	33.353
<2> 16 WC und San	438	-	7.023	-	-	14.626	21.648
<3> 4 Besprechung	46	-	1.206	283	-	2.311	3.800
<4> 18 Nebenfläch	104	-	144	-	-	8.997	9.141
<5> 14 Küche Inne	48	-	4.343	-	8.449	7.443	20.235
<6> 17 Sonst. Auf	238	-	3.072	-	-	21.764	24.837
<7> 19 Verkehrsfl	389	-	2.374	-	-	53.177	55.551
<8> 20 Lager, Tec	632	-	1.375	-	-	66.693	68.068
<9> 22.2 Gewerbli	720	-	16.695	-	-	10.253	26.947
<10> 16 WC und Sa	899	-	7.386	-	31.671	59.959	99.016
<11> 18 Nebenfläc	63	-	149	-	-	3.565	3.715
<12> 20 Lager, Te	1.771	-	1.908	-	-	162.482	164.389
<13> 19 Verkehrsfl	505	-	701	-	-	62.475	63.176
<14> Dachraum (un	41	-	-	-	-	-	-
Gebäude	6.085	-	49.286	1.828	40.115	502.628	593.856

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	14,8	8,1	0,9	4,7	60,8	89,3
Endenergiebedarf	14,8	8,1	0,2	6,8	82,6	112,5
Primärenergiebedarf	26,6	14,6	0,4	2,7	82,3	126,5

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_P = 126,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$