

Bauphysikalische Nachweise

nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023

Genehmigungsplanung

Rettungswache Standort Steinhagen

Projekt:

 Errichtung von Rettungswachen

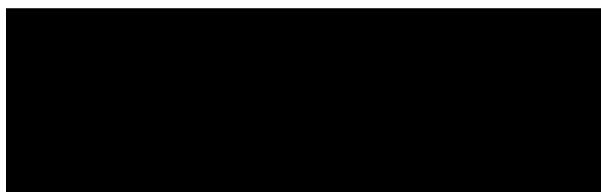
Bauvorhaben:

Errichtung von Rettungswachen in Halle und Steinhagen
Hier: Standort Steinhagen
Gemarkung Steinhagen, Flur 3, Flurstück 477
33803 Steinhagen, Bahnhofstraße

Bauherr:

Kreis Gütersloh
Herzebrocker Straße 140
33334 Gütersloh

Aufsteller:



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Grundlagen der Berechnung	3
1.1. Normen, Richtlinien und Vorschriften	4
2. Lageplan	5
3. Bauteilquerschnitte	6
3.1. Bauteilberechnung Flachdach Sozialtrakt - "BT01-FD-Stb"	6
3.2. Bauteilberechnung Flachdach Fahrzeughalle - "BT02-FD-Stb-Halle"	8
3.3. – 3.9 Reservepositionen	9
3.10. Bauteilberechnung Außenwand Sozialtrakt Verblender- "BT10-AW-KS-VB"	10
3.11. Bauteilberechnung Hinterlüftete Außenwand Fahrzeughalle - "BT11-AW-STB-VF"	12
3.12. Bauteilberechnung Hinterlüftete Außenwand Fahrzeughalle - "BT12-AW-KS-VF"	14
3.13. – 3.19 Reservepositionen	15
3.20. Bauteilberechnung Sohle Sozialtrakt - "BT20-SO"	16
3.21. Bauteilberechnung Sohle Fahrzeughalle - "BT21-SO-Halle"	18
3.22. – 3.24 Reservepositionen	19
3.25. Bauteilberechnung Fenster Sozialtrakt - "BT25-Fe"	19
3.26. Bauteilberechnung Fenstertür Sozialtrakt - "BT26-Fe-Tür"	19
3.27. Bauteilberechnung Tore Fahrzeughalle - "BT27-Tor"	20
3.28. Bauteilberechnung Fenstertür Eingang - "BT28-Eingangstür"	20
3.29. Bauteilberechnung Lamellenfenster - "BT29-Fe-Halle"	21
3.30. Bauteilberechnung Bauprofilglas - "BT30-Profilglas"	21
3.31. Bauteilberechnung Dachflächenfenster - "BT31-DFF"	22
4. Sommerlicher Wärmeschutz	23
4.1. SoWS - A - Steinhagen-Schulung (Nord-West)	23
4.2. SoWS - B - Steinhagen - Küche (Nord-West, Nord-Ost)	26
4.3. SoWS - C - Verwaltung (Nord-Ost)	27
5. Energetische Bewertung von Gebäuden – "Referenzgebäude"	28
6. Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude-Steinhagen"	59
7. Zusammenstellung GEG-Berechnung	93
7.1. Wärmebrückenberechnung	93
7.2. Gebäudedichtheit	93
7.3. Anlagentechnik	93
7.4. Ergebnisse GEG-Nachweis	94

1. Grundlagen der Berechnung

In Steinhagen wird eine Rettungswache neu errichtet. In der Rettungswache befinden sich Ruhe- und Aufenthaltsräume, Umkleidebereiche und verschiedene Technik- und Lagerräume. In der erhöhten Fahrzeughalle sind die Rettungswagen abgestellt.

Das Gebäude wird als Nichtwohngebäude eingestuft. Die thermische Hülle umfasst das gesamte Gebäude.

Der GEG-Nachweis wird mit dem Nachweisverfahren "Regelverfahren für Nichtwohngebäude" nach GEG 2023, §18,19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten", geführt.

Das Gebäude wird in 7 Zonen unterteilt. Nutzungsbereiche mit geringen Flächenanteilen ($\leq 1 - 5\%$) werden normgerecht anderen Nutzungsbereichen zugeordnet.

Es ist eine mechanische Lüftungsanlage vorgesehen.

Für die Fenster wird ein Gesamt-U-Wert (Verglasungswerte U_g , Rahmenwerte U_f und der Energiedurchlassgrad g) unabhängig von der Größe der Fenster angenommen. Die genauen Nachweise sind vom Hersteller der Fenster zu erbringen. Bezüglich des Energiedurchlassgrades (g -Wert) ist der Sommerliche Wärmeschutz zu beachten.

Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen erhalten eine Dämmschicht entsprechend Anlage 8 des GEG.

Die Wärmebrückeneinflüsse werden mit einem pauschalen Wärmebrückenzuschlag für alle Hüllflächen berücksichtigt. (siehe Berechnung)

Die Flächen- bzw. Längenangaben der Hüllfläche beziehen sich auf die Außenmaße.

Die Bauteilzeichnungen im folgenden Nachweis sind nicht als Ausführungs- und Werkpläne zu verstehen. Eventuelle Abdichtungen und andere erforderliche Konstruktionen sind gesondert zu berücksichtigen.

Weitere Hinweise sind dem Wärmeschutzplan zu entnehmen.

Gegebenenfalls ist im Anschluss an die Gebäudefertigstellung die Bescheinigung über stichprobenhafte Kontrollen der Ausführung energiesparender Maßnahmen auf der Baustelle des staatlich anerkannten Sachverständigen für den Wärmeschutz erforderlich. Sollte die oben genannte Bescheinigung erforderlich sein, sind diese Kontrollen gemäß GEG-UVO, §2, Abs. 3 rechtzeitig, d.h. während der Baumaßnahme, mit unserem Büro abzustimmen. Davon abweichende Vorgaben aus der Baugenehmigung sind bindend.

Der vorliegende Wärmeschutznachweis liefert den bauaufsichtlich geschuldeten Wärmeschutz.

Grundlage dieser Unterlagen sind die Architektenpläne vom 01.09.2025.

1.1. Normen, Richtlinien und Vorschriften

Gebäudeenergiegesetz (GEG) - 2023

DIN V 18599:2018-09, Energetische Bewertung von Gebäuden

DIN 4108-2:2013-02, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108 Bbl.2:2019-06, Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele

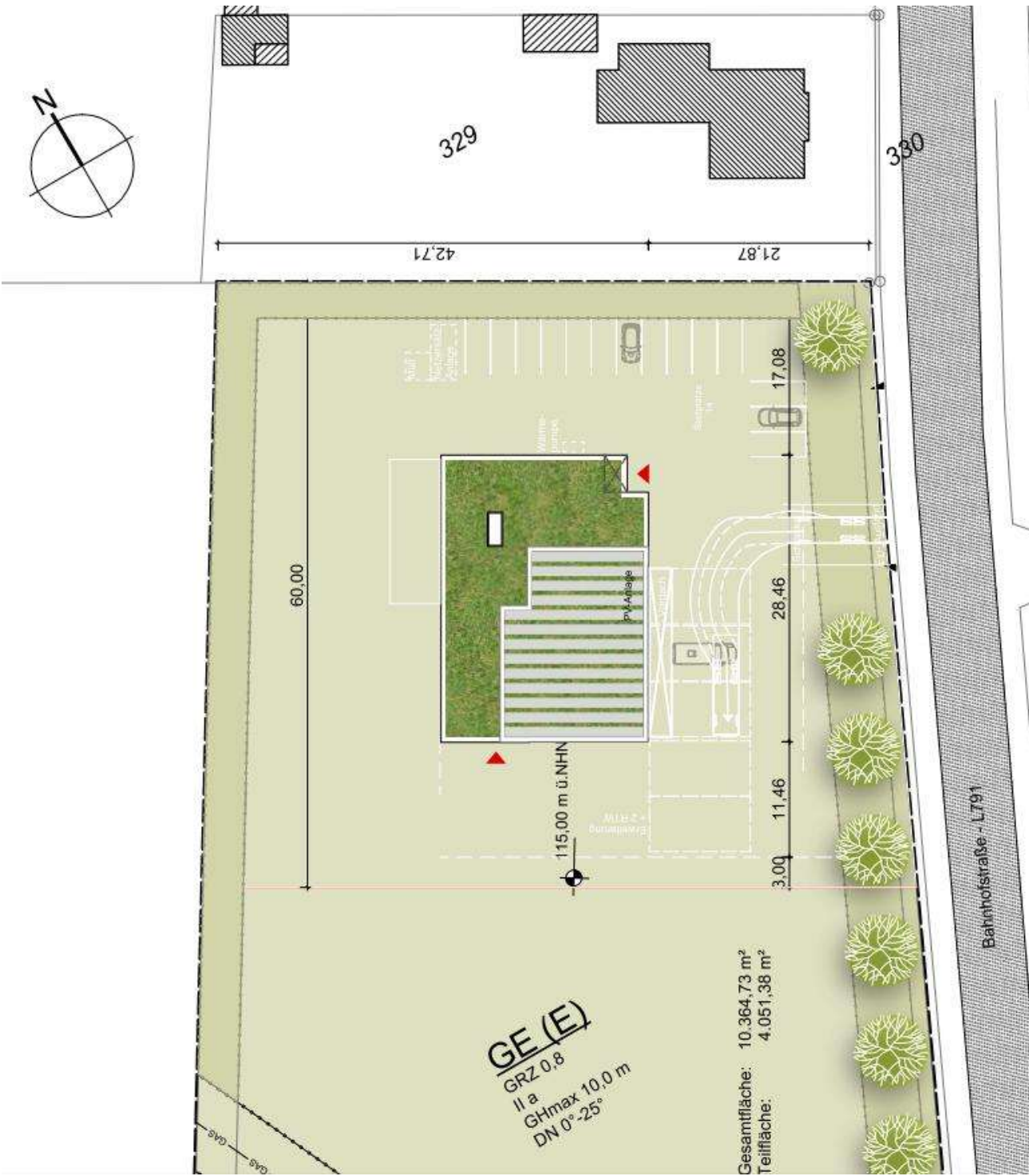
DIN EN ISO 6946:2018-03, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2018-04, Transmissions- und Lüftungstransferkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018-03, Wärmetransfer über das Erdreich

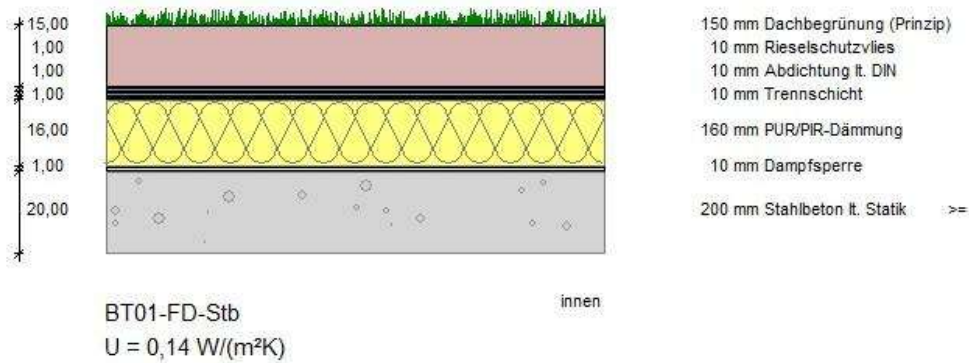
DIN EN ISO 10077-1:2018-01, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

2. Lageplan



3. Bauteilquerschnitte

3.1. Bauteilberechnung Flachdach Sozialtrakt - "BT01-FD-Stb"



= Flachdach über dem Sozialtrakt

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

von innen		s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}						0,100
01 Stahlbeton lt. Statik	>=	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Dampfsperre		1,00	-	-	-	-
03 PUR/PIR-Dämmung		16,00	30	4,8	0,024	6,667
04 Trennschicht		1,00	-	-	-	-
05 Abdichtung lt. DIN		1,00	1200	12,0	0,170	0,059
06 Rieselschutzvlies		1,00	-	-	-	-
07 Dachbegrünung (Prinzip)		15,00	1000	150,0	-	-
R_{se}						0,040
	d =	55,00	G =	646,8	$R_T =$	6,96

Wärmedurchgangskoeffizient

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

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $6,82 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

$U \quad 0,14 \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkung:

(1) Stahlbetondecke lt. Statik

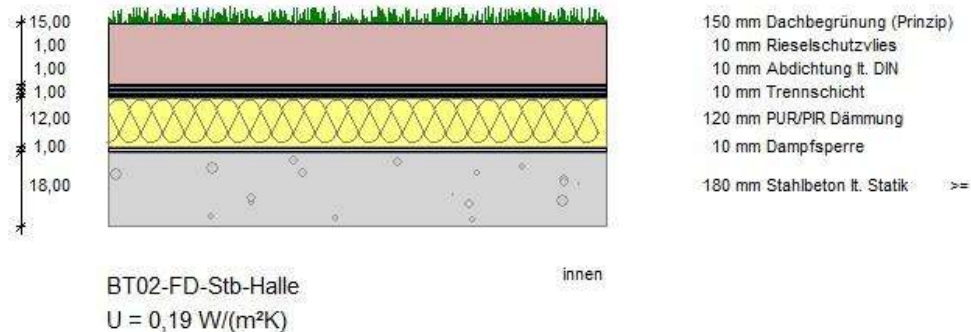
(2) Dampfbremse s_d -Wert $\geq 100\text{m}$

(3) Die Dämmschicht ist als Gefälledämmung auszubilden und weist im Mittel eine Höhe von 16 cm auf. Dabei hat die Dämmung ein Gefälle von 2 % und eine Mindestdicke von $d_{\min} = 7 \text{ cm}$. Der U-Wert der Konstruktion ist von einem Fachunternehmer nachzuweisen (Berechnung nach DIN EN 6946:2018-03 Anhang E). Die Entwässerung wird als außenliegend angesetzt.

(4)(5) Abdichtung lt. DIN mit $s_d \geq 100\text{m}$

Der weitere Dachaufbau bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt. Der Gründachaufbau ist nur prinzipiell dargestellt.

3.2. Bauteilberechnung Flachdach Fahrzeughalle - "BT02-FD-Stb-Halle"



= Flachdach über der Fahrzeughalle

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

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,100
01 Stahlbeton lt. Statik	>= 18,00	2400	432,0	2,100	0,086
02 Dampfsperre	1,00	-	-	-	-
03 PUR/PIR Dämmung	12,00	30	3,6	0,024	5,000
04 Trennschicht	1,00	-	-	-	-
05 Abdichtung lt. DIN	1,00	1200	12,0	0,170	0,059
06 Rieselschutzvlies	1,00	-	-	-	-
07 Dachbegrünung (Prinzip)	15,00	1000	150,0	-	-
R_{se}					0,040
d =	49,00	G =	597,6	$R_T =$	5,28

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,189 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,14 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

$U \quad 0,19 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$

Anmerkung:

(1) Stahlbetondecke lt. Statik

(2) Dampfbremse s_d -Wert $\geq 100\text{m}$

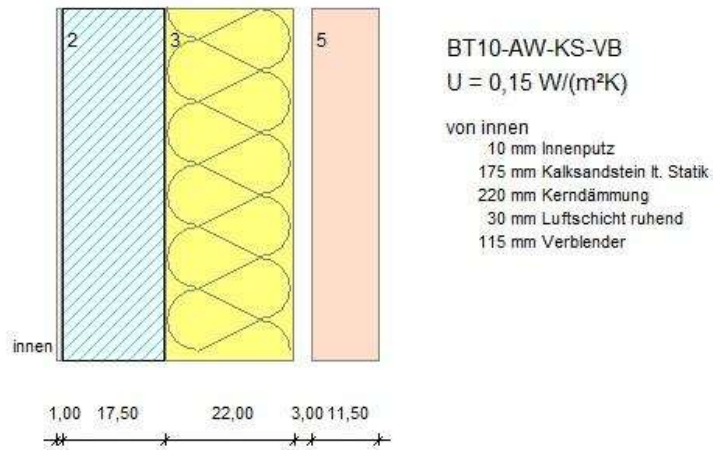
(3) Die Dämmschicht ist als Gefälledämmung auszubilden und weist im Mittel eine Höhe von 12 cm auf. Dabei hat die Dämmung ein Gefälle von 2 % und eine Mindestdicke von $d_{\min} = 7 \text{ cm}$. Der U-Wert der Konstruktion ist von einem Fachunternehmer nachzuweisen (Berechnung nach DIN EN 6946:2018-03 Anhang E). Die Entwässerung wird als außenliegend angesetzt.

(4)(5) Abdichtung lt. DIN mit $s_d \geq 100\text{m}$

Der weitere Dachaufbau bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt. Der Gründachaufbau ist nur prinzipiell dargestellt.

3.3. – 3.9 Reservepositionen

3.10. Bauteilberechnung Außenwand Sozialtrakt Verblender- "BT10-AW-KS-VB"



= Außenwand Sozialtrakt mit Verblender

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/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1400	14,0	0,700	0,014
02 Kalksandstein lt. Statik	17,50	1800	315,0	0,990	0,177
03 Kerndämmung	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Luftschicht ruhend	3,00	1	0,0	-	-
05 Verblender	11,50	1400	161,0	-	-
R_{se}					0,040
d =	54,00	G =	494,4	$R_T =$	6,65

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,150 + 0,004 = 0,154 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,004 Korrektur für Abfangung Verblender

0,000 Korrektur für Mauerwerksanker über Luftschicht

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 6,48 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,15 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,15 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkung:

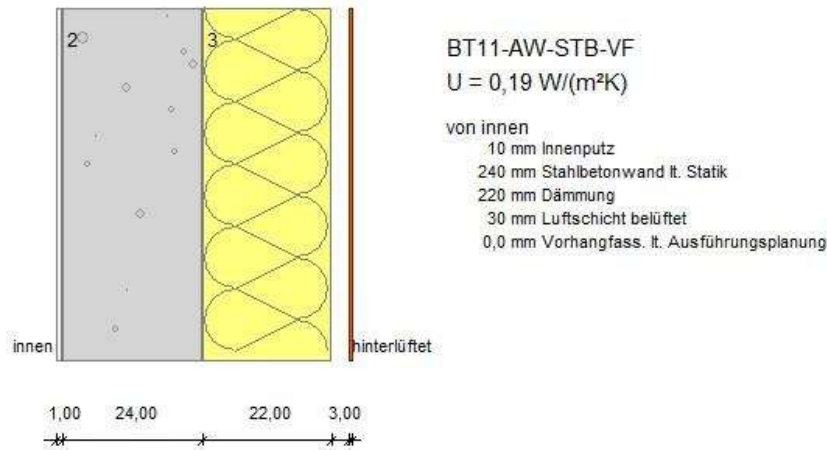
Die Korrektur für die Verankerung des Verblenders wurde näherungsweise ermittelt. Eine wärmebrückenarme Verankerung wird angenommen.

Der genaue U-Wert ist nach Festlegung der Unterkonstruktion durch die Herstellerfirma zu erbringen.

Die Mauerwerkswände sind mit einem ISO-Kimmstein auszuführen.

Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante der Attika hochzuführen. Des Weiteren ist die Attika innen und oben mit $\geq 5\text{cm}$ Dämmung (WLG 035) zu umdämmen.

3.11. Bauteilberechnung Hinterlüftete Außenwand Fahrzeughalle - "BT11-AW-STB-VF"



= Hinterlüftete Stahlbetonaußenwand Fahrzeughalle

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4) 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	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1400	14,0	0,700	0,014
02 Stahlbetonwand lt. Statik	24,00	1800	432,0	1,150	0,209
03 Dämmung	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Luftschicht belüftet	3,00	1	0,0	-	-
05 Vorhangfass. lt. Ausführungsplan	-	-	-	-	-
R_{se}					0,130
<hr/>					
d =	49,00	G =	450,4	$R_T =$	6,77

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,148 + 0,040 = 0,188 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,040 Korrektur für Befestigungsmittel

U-Wert Gesamtkorrektur = 27%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 6,51 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

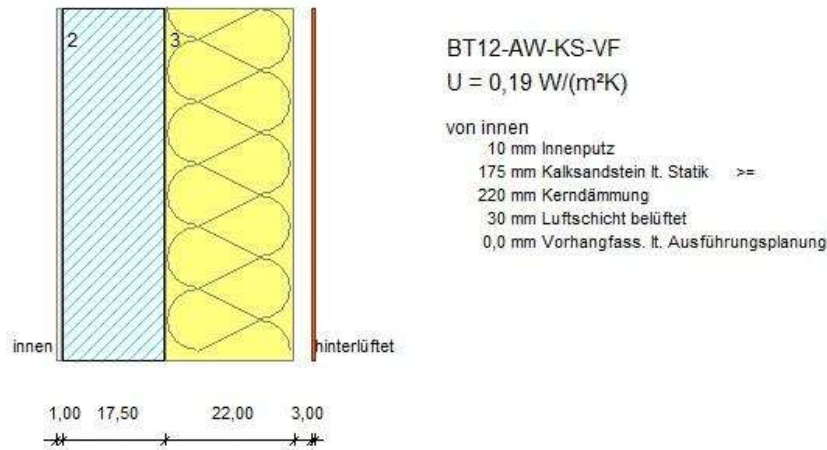
$U \quad 0,19 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$

Anmerkung:

Die Korrektur für die Unterkonstruktion der hinterlüfteten Fassade wurde näherungsweise ermittelt. Eine wärmebrückenarme Unterkonstruktion aus Edelstahl wird angenommen.

Der genaue U-Wert ist nach Festlegung der Unterkonstruktion durch die Herstellerfirma zu erbringen.

3.12. Bauteilberechnung Hinterlüftete Außenwand Fahrzeughalle - "BT12-AW-KS-VF"



= Hinterlüftete Kalksandsteinaußenwand Fahrzeughalle

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4) mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1400	14,0	0,700	0,014
02 Kalksandstein lt. Statik >=	17,50	1800	315,0	0,990	0,177
03 Kerndämmung	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Luftschicht belüftet	3,00	1	0,0	-	-
05 Vorhangfass. lt. Ausführungsplan	-	-	-	-	-
R_{se}					0,130
<hr/>					
d =	42,50	G =	333,4	$R_T =$	6,74

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,148 + 0,040 = 0,188$ W/(m²K)

0,040 Korrektur für Befestigungsmittel

U-Wert Gesamtkorrektur = 27%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $6,48 \geq 1,20$ m²K/W erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

U $0,19 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

U $0,19 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkung:

Die Korrektur für die Unterkonstruktion der hinterlüfteten Fassade wurde näherungsweise ermittelt. Eine wärmebrückenarme Unterkonstruktion aus Edelstahl wird angenommen.

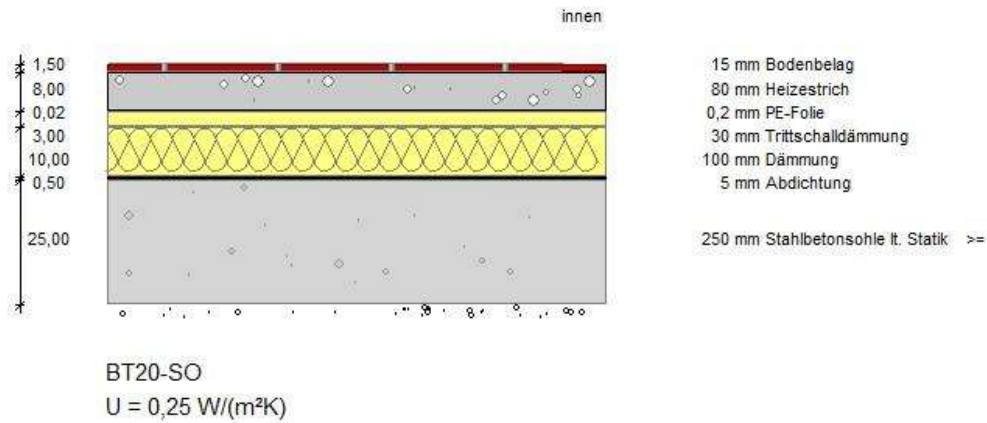
Der genaue U-Wert ist nach Festlegung der Unterkonstruktion durch die Herstellerfirma zu erbringen.

Die Mauerwerkswände sind mit einem ISO-Kimmstein auszuführen.

Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante der Attika hochzuführen. Des Weiteren ist die Attika innen und oben mit $\geq 5\text{cm}$ Dämmung (WLG 035) zu umdämmen.

3.13. – 3.19 Reservepositionen

3.20. Bauteilberechnung Sohle Sozialtrakt - "BT20-SO"



= Sohle Sozialtrakt

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}						0,170
01 Bodenbelag		1,50	—	—	—	—
02 Heizestrich		8,00	2000	160,0	1,400	0,057
03 PE-Folie		0,02	1000	0,2	—	—
04 Trittschalldämmung		3,00	20	0,6	0,040	0,750
05 Dämmung		10,00	20	2,0	0,035	2,857
06 Abdichtung		0,50	1100	5,5	0,170	0,029
07 Stahlbetonsohle lt. Statik	>=	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
R_{se}						0,000
	d =	48,02	G =	768,3	R_T =	3,98

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,251 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 3,81 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U \quad 0,25 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkungen:

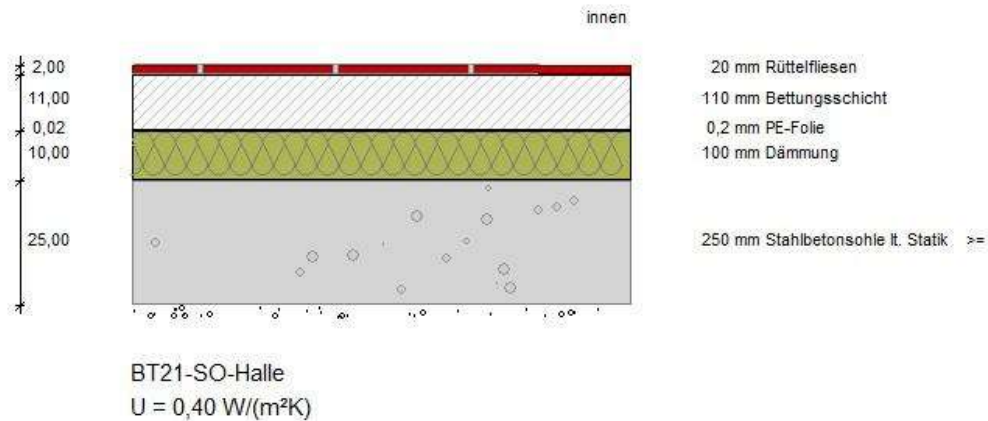
(03) PE-Folie s_d -Wert $\geq 20\text{m}$

(07) Stahlbetonsohle lt. statischer Berechnung

Weiterer Bodenbelag bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt.

Das Bauteil ist entsprechend der DIN 18533 abzudichten.

3.21. Bauteilberechnung Sohle Fahrzeughalle - "BT21-SO-Halle"



= Sohle Fahrzeughalle

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 cm	ρ kg/m ³		λ W/(mK)	R m ² K/W
von innen			kg/m ²		
R_{si}					0,170
01 Rüttelfliesen	2,00	-	-	-	-
02 Bettungsschicht	11,00	-	-	-	-
03 PE-Folie	0,02	1000	0,2	-	-
04 Dämmung	10,00	100	10,0	0,045	2,222
05 Stahlbetonsohle lt. Statik $\geq$	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
R_{se}					0,000
<hr/>					
	d = 48,02	G = 610,2		$R_T = 2,51$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,398 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 2,34 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Anmerkungen:

- (03) PE-Folie sd-Wert $\geq 20\text{m}$
 - (04) Es ist eine zugelassene Dämmung zu verwenden.
 - (05) Stahlbetonsohle lt. statischer Berechnung
- Weiterer Bodenbelag bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt.
Das Bauteil ist entsprechend der DIN 18533 abzudichten.

3.22. – 3.24 Reservepositionen

3.25. Bauteilberechnung Fenster Sozialtrakt - "BT25-Fe"

= Fenster im Sozialtrakt

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

$U \quad 0,95 \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkung:

Bezüglich des Gesamtenergiedurchlassgrades (g-Wert) der Verglasung ist der Sommerliche Wärmeschutz zu berücksichtigen.

U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.26. Bauteilberechnung Fenstertür Sozialtrakt - "BT26-Fe-Tür"

= Fenstertür im Sozialtrakt

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

$U \quad 0,95 \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

Anmerkung:

Bezüglich des Gesamtenergiedurchlassgrades (g-Wert) der Verglasung ist der Sommerliche Wärmeschutz zu berücksichtigen.

U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.27. Bauteilberechnung Tore Fahrzeughalle - "BT27-Tor"

= Tor Fahrzeughalle

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 2,100 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

$$U \quad 2,10 \leq 2,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkung:
U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.28. Bauteilberechnung Fenstertür Eingang - "BT28-Eingangstür"

= Fenstertüren zum Flur

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 50\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,78$)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

$$U \quad 1,30 \leq 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkung:
U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.29. Bauteilberechnung Lamellenfenster - "BT29-Fe-Halle"

= Lamellenfenster im Luftraum

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

$$U \quad 1,35 \leq 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkung:
U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.30. Bauteilberechnung Bauprofilglas - "BT30-Profilglas"

= Bauprofilglas im Luftraum

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, $T_i < 19^\circ\text{C}$)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

$$U \quad 1,30 \leq 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkung:
U-Wert lt. Herstellernachweis!

3.31. Bauteilberechnung Dachflächenfenster - "BT31-DFF"

= Dachflächenfenster über den Sozialtrakt

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,400 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Dachflächenfenster

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

Anmerkungen:

U-Wert laut Herstellernachweis!

4. Sommerlicher Wärmeschutz

4.1. SoWS - A - Steinhagen-Schulung (Nord-West)

= Schulung (14)

Dieser Nachweis ist maßgebend und gilt für alle sinngemäß in allen Aufenthaltsräumen, die ihre Fenster in Richtung Nord-Westen ausgerichtet haben.

4.1.1. Sonneneintragskennwertverfahren

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Flächen aus Architektenplan
mit der Nettogrundfläche $A_G = 20,22 = 20,22 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 FF Nord-West	N-W 90°	4,94	53	0,25	0,65
2 FT Nord-West	N-W 90°	2,62	53	1,00	1,39
3					
7,6 m ²					2,04

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

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 7,56 / 20,22 = 0,37$ (37%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 2,04 / 20,22 = \mathbf{0,101}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,013 ($f_{WG} = 0,37$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,087

$S_{\text{vorh}} = 0,101 > 0,094 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,087)$ nicht ausreichend

Vereinfachter Nachweis! Siehe thermische Simulation!

4.1.2. Thermische Simulation nach DIN 4108-2:2013

Ergebnisse der thermischen Simulation DIN 4108-2:2013

aus "Nachweis-TS-TSim-A-Steinhagen-Schulung"

Simulation	01.01. bis 01.01. (365 Tage)
Übertemperaturgradstunden	455 Kh (91% des Grenzwertes 500 Kh)
Grenzwert eingehalten	ja

Berechnungsdetails

Software	DÄMMWERK vom 02.07.2025
berechnet am	11.07.2025
Uhrzeit	08:24:27
Projekt	TSim-A-Steinhagen-Schulung
Variante	Nachweis
Außenklima	B gemäßigt (26°C)
Gebäudeart	NWG
Raumgrundfläche [m²]	20,22
Raumvolumen [m³]	51,56
Raum-Hüllflächen ohne Fenster [m²]	79,1
Außenwandflächen [m²]	5,5
Innenwandflächen [m²]	33,2
Fenster [m²]	7,6
davon verglast [m²]	5,3
Deckenflächen [m²]	20,2
Grundflächen [m²]	20,2
Möbiliar	leichte Möbel
interne Wärmequellen (i.M.) [W]	121
Luftwechselzahl 1..12 Uhr [1/h]	0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 1,6 1,6 1,6 1,6
Luftwechselzahl 13..24 Uhr [1/h]	1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2
erhöhte Taglüftung (Bedarf)	3 1/h
erhöhte Nachtlüftung (Bedarf)	nein
Verschattungseinrichtungen	strahlungsabhängig
fc-Werte	bauteilbezogen
Bestrahlungsstärke für strahlungsabhängig gesteuert	Normwerte
bauliche Verschattung	0,9
Diffusstrahlung mit Verschattung	ja
solarer Verlustfaktor nach außen	0,100
Bauteilschichten ohne R-Wert	vernachlässigt
Berechnung der Raumtemperatur	Mindesttemperatur 21,0
Berechnungszyklus [Tage]	6
Berechnung gestartet am	01.01.
Berechnung beendet am	01.01.
Berechnungstage	365
Berechnungszeit	51 sec (100,3 %) 0,14 sec/d
Übertemperaturgradstunden [Kh]	455
Grenzwert eingehalten	ja
Grenzwert erreicht [%]	91
Temperaturmaximum [°C]	31,7 (19.07.)
Temperaturminimum [°C]	19,5 (04.01.)
Heizwärmebedarf [kWh]	2070,8
zulässig Kh	500

verwendete Bauteile

	Fläche [m²]		Neigung [°]	Bauteildatei
6 Bodenplatte	20,22	-	0	BT20-SO.DWB
8 Innenwand	13,06	S-O	90	BT50-IW-KS.DWB
8 Innenwand	10,07	N-O	90	BT40-TW-GK.DWB
2 Außenwand	5,49	N-W	90	BT10-AW-KS-VB.DWB
1 Fenster	4,94	N-W	90	BT25-Fe.DWB
1 Fenster	2,62	N-W	90	BT26-Fe-Tür.DWB
8 Innenwand	10,07	S-W	90	BT40-TW-GK.DWB
3 Dach	20,22	-	0	BT01-FD-Stb.DWB

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist unter folgenden Annahmen eingehalten:

- ***Fenster $g \leq 53 \%$***
- ***Erhöhte Taglüftung $n \geq 3 \text{ 1/h}$***
- ***Außenliegende Verschattung (z.B. Jalousien oder Raffstore) mit $F_c \leq 0,25$ an dem Fenster***
- ***Verglaste Außentür $g \leq 53 \%$ (ohne Verschattung)***

4.2. SoWS - B - Steinhagen - Küche (Nord-West, Nord-Ost)

= Küche (12)

4.2.1. Sonneneintragskennwertverfahren

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Flächen aus Architektenplan
mit der Nettogrundfläche $A_G = 12,3 = 12,30 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 FF Nord-West	N-W 90°	1,91	53	0,25	0,25
2 FT Nord-Ost	N-O 90°	2,63	53	0,25	0,35
3					
4,5 m ²					0,60

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

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $4,54 / 12,30 = 0,37$ (37%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,60 / 12,30 = \mathbf{0,049}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,013 ($f_{WG} = 0,37$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,087

$S_{\text{vorh}} = 0,049 \leq 0,094 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,087)$ **Nachweis erbracht**

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist unter folgenden Annahmen eingehalten:

- **Fenster $g \leq 53 \%$**
- **Außenliegende Verschattung (z.B. Jalousien oder Raffstore) mit $F_c \leq 0,25$ an den Fenstern**

4.3. SoWS - C - Verwaltung (Nord-Ost)

= Verwaltung (11.1)

Dieser Nachweis ist maßgebend und gilt für alle sinngemäß in allen Aufenthaltsräumen, die ihre Fenster in Richtung Nord-Osten ausgerichtet haben.

4.3.1. Sonneneintragskennwertverfahren

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Flächen aus Architektenplan
mit der Nettogrundfläche $A_G = 10,53 = 10,53 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 FF Nord-Ost 2	N-O 90°	2,44	53	0,25	0,32
2,4 m ²					0,32

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

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $2,44 / 10,53 = 0,23$ (23%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,32 / 10,53 = \mathbf{0,030}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,004 ($f_{WG} = 0,23$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,104

$S_{\text{vorh}} = 0,030 \leq 0,111 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,104)$ **Nachweis erbracht**

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist unter folgenden Annahmen eingehalten:

- **Fenster $g \leq 53 \%$**
- **Außenliegende Verschattung (z.B. Jalousien oder Raffstore) mit $F_c \leq 0,25$ an dem Fenster**

5. Energetische Bewertung von Gebäuden – "Referenzgebäude"

Projekt: 24-1157 Errichtung von Rettungswachen - Steinhagen

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 "Referenzgebäude-Steinhagen"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (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	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> 01 Büros	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	21	59
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,2	56	158
<3> 03 WC und Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,3	65	210
<4> 04 Ruheräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,2	36	100
<5> 05 Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	20,0	17,4	50	147
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	218 Nebenflächen	250	20,0	17,3	82	231
<7> 07 Fahrzeughalle	522 Gewerbliche	230	15,9	13,9	244	940
					554	1.847

Gebäude, $A_{NGF} = 554,1 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

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 m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Erdgeschoss EG						
EG 01 Büros						
FG H 62 BT20-SO	1:0	24,6	0,350	0,45 F _{fb}	51 19 25 14	3,9
FD H 63 BT01-FD-Stb	1:0	24,6	0,200	1,00 F _D	51 02	4,9
FAW N 64 BT10-AW-KS-VB	1:0	15,1	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	4,2
FF N 002 BT25-Fe	1:0	2,5	1,300	1,00 F _F	51 02	3,2
FF N 001 BT25-Fe	1:0	2,5	1,300	1,00 F _F	51 02	3,2
EG 02 Sonst. Aufenthalt						
FG H 85 BT20-SO	2:0	65,0	0,350	0,45 F _{fb}	51 19 25 14	10,2
FD H 86 BT01-FD-Stb	2:0	65,0	0,200	1,00 F _D	51 02	13,0
FAW N 87 BT10-AW-KS-VB	2:0	10,4	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,9
FAW N 006 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	1,800	1,00 F _{AW}	51 09 02	3,9
FAW W 88 BT10-AW-KS-VB	2:0	27,1	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	7,6
FAW W 005 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	1,800	1,00 F _{AW}	51 09 02	3,9
FAW W 004 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	1,800	1,00 F _{AW}	51 09 02	3,9
FF W 007 BT25-Fe	2:0	6,4	1,300	1,00 F _F	51 02	8,3
FF W 008 BT25-Fe	2:0	6,4	1,300	1,00 F _F	51 02	8,3
FF W 009 BT25-Fe	2:0	4,8	1,300	1,00 F _F	51 02	6,3
EG 03 WC und Sanitär						
FG H 54 BT20-SO	3:0	74,3	0,350	0,45 F _{fb}	51 18 19 25	11,7
FD H 55 BT01-FD-Stb	3:0	53,1	0,200	1,00 F _D	51 02	10,6
FAW O 56 BT10-AW-KS-VB	3:0	23,4	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	6,5
FAW N 57 BT10-AW-KS-VB	3:0	8,5	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,4
EG 04 Ruheräume						
FG H 81 BT20-SO	4:0	42,0	0,350	0,45 F _{fb}	51 19 25 14	6,6
FD H 82 BT01-FD-Stb	4:0	42,0	0,200	1,00 F _D	51 02	8,4
FAW W 84 BT10-AW-KS-VB	4:0	21,2	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	5,9
FF W 006 BT25-Fe	4:0	3,3	1,300	1,00 F _F	51 02	4,3
FF W 003 BT25-Fe	4:0	3,3	1,300	1,00 F _F	51 02	4,3
FF W 005 BT25-Fe	4:0	3,3	1,300	1,00 F _F	51 02	4,3
FF W 004 BT25-Fe	4:0	3,3	1,300	1,00 F _F	51 02	4,3
EG 05 Lager, Technik						
FG H 8 BT20-SO	5:0	21,8	0,350	0,35 F _G	51 18 25 14	2,7
FAW S 10 BT10-AW-KS-VB	5:0	8,7	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,4
FG H 15 BT20-SO	5:0	22,7	0,350	0,45 F _{fb}	51 18 19 25	3,6
FD H 17 BT01-FD-Stb	5:0	11,7	0,200	1,00 F _D	51 02	2,3
FG H 25 BT20-SO	5:0	7,3	0,350	0,45 F _{fb}	51 19 25 14	1,2
FD H 26 BT01-FD-Stb	5:0	7,3	0,200	1,00 F _D	51 02	1,5
FAW W 29 BT10-AW-KS-VB	5:0	6,9	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	1,9
FAW S 30 BT10-AW-KS-VB	5:0	10,9	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	3,1
FG H 31 BT20-SO	5:0	5,1	0,350	0,45 F _{fb}	51 18 19 25	0,8
FD H 32 BT01-FD-Stb	5:0	5,1	0,200	1,00 F _D	51 02	1,0
EG 06 Nebenfl. o. Aufent						
FG H 70 BT20-SO	6:0	93,3	0,350	0,45 F _{fb}	51 18 19 25	14,7
FD H 71 BT01-FD-Stb	6:0	82,1	0,200	1,00 F _D	51 02	16,4
FF H 001 BT31-DFF	6:0	5,1	1,400	1,00 F _F	51 70 02	7,2
FAW N 72 BT10-AW-KS-VB	6:0	2,3	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	0,6

Errichtung von Rettungswachen
Energetische Bewertung von Gebäuden – "Referenzgebäude"

Projekt	
Seite:	30

FAW N 007 Tür BT28-Ein	6:0	3,2	1,800	1,00	FAW	51 09 02	5,8
FAW O 73 BT10-AW-KS-VB	6:0	11,8	0,280	1,00	FAW	51 02	3,3
FAW N 74 BT10-AW-KS-VB	6:0	18,6	0,280	1,00	FAW	51 02	5,2
FAW S 80 BT10-AW-KS-VB	6:0	5,3	0,280	1,00	FAW	51 02	1,5
FAW S 008 Tür BT28-Ein	6:0	3,2	1,800	1,00	FAW	51 09 02	5,8
EG 07 Fahrzeughalle							
FG H 44 BT21-SO-Halle	7:0	200,3	0,350	0,45	Ffb	50 18 26 19	31,6
FAW O 46 BT11-AW-STB-VF	7:0	19,3	0,350	1,00	FAW	50 02	6,7
FAW O 001 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	34,9
FAW O 002 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	34,9
FAW O 003 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	34,9
FAW S 49 BT12-AW-KS-VF	7:0	37,0	0,350	1,00	FAW	50 02	12,9
Luftraum GE 2							
GE 2 03 WC und Sanitär							
FD H 50 BT02-FD-Stb-Hal	3:0	21,5	0,200	1,00	FD	51 02	4,3
FAW W 51 BT12-AW-KS-VF	3:0	3,4	0,280	1,00	FAW	51 02	0,9
FAW O 52 BT11-AW-KS-VF	3:0	3,3	0,280	1,00	FAW	51 02	0,9
FAW N 53 BT12-AW-KS-VF	3:0	6,5	0,280	1,00	FAW	51 02	1,8
FF N 001 BT30-Profilgla	3:0	7,3	1,300	1,00	FF	51 02	9,5
FF N 002 BT29-Fe-Halle	3:0	4,9	1,300	1,00	FF	51 02	6,3
GE 2 05 Lager, Technik							
FD H 2 BT02-FD-Stb-Hall	5:0	5,4	0,200	1,00	FD	51 02	1,1
FAW N 6 BT12-AW-KS-VF	5:0	2,4	0,280	1,00	FAW	51 02	0,7
FF N 001 BT30-Profilgl	5:0	1,6	1,300	1,00	FF	51 02	2,1
FF N 002 BT29-Fe-Halle	5:0	1,0	1,300	1,00	FF	51 02	1,3
FAW W 7 BT12-AW-KS-VF	5:0	3,3	0,280	1,00	FAW	51 02	0,9
GE 2 07 Fahrzeughalle							
FD H 38 BT02-FD-Stb-Hal	7:0	233,6	0,350	1,00	FD	50 02	81,8
FAW S 39 BT12-AW-KS-VF	7:0	26,6	0,350	1,00	FAW	50 02	9,3
FAW W 40 BT12-AW-KS-VF	7:0	7,3	0,350	1,00	FAW	50 02	2,6
FAW O 42 BT11-AW-STB-VF	7:0	19,9	0,350	1,00	FAW	50 02	7,0
FAW O 001 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	11,5
FAW O 002 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	11,5
FAW O 003 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,900	1,00	FAW	50 85 02	11,5
FAW W 43 BT12-AW-KS-VF	7:0	21,1	0,350	1,00	FAW	50 02	7,4

$\Sigma A [m^2] = 1.545,3$

$\Sigma H_T [W/K] = 566,7$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 354,49 / 34,00 = 10,43 \text{ m}$

2. Bodenplattenmaß B' (26) = $202,21 / (0.5 \cdot 29,00) = 13,95 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5

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

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.

26 F_x -Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.

50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pauschal berücksichtigt.

51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pauschal berücksichtigt.

70 Dachflächenfenster

85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 107,9 \text{ W/K}$ (19,0 %, 0,070 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> 01 Büros	19	4	0	23	0	0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	68	10	0	78	0	0
<3> 03 WC und Sanitär	54	12	0	65	0	0
<4> 04 Ruheräume	38	7	0	44	0	0
<5> 05 Lager, Technik	24	8	0	33	0	0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufent	57	15	0	72	0	0
<7> 07 Fahrzeughalle	328	32	0	360	0	0
	588	87		675		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 674,5 / 1.545,2 = \mathbf{0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile [W/ (m² K)]	Fenster [W/ (m² K)]	Vorhangf. [W/ (m² K)]	Oberl. [W/ (m² K)]
U_{max} $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,23	1,30		1,40
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,32			2,90

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

"FG H 54 BT20-SO", $A_{Rand} = 74,3 - 149,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,480 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 8 BT20-SO", $A_{Rand} = 21,8 - 54,1 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 15 BT20-SO", $A_{Rand} = 22,7 - 0,8 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 31 BT20-SO", $A_{Rand} = 5,1 - 67,9 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 70 BT20-SO", $A_{Rand} = 93,3 - 29,7 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 44 BT21-SO-Halle", $A_{Rand} = 200,3 - 24,7 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 2,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ = $3,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ -6,5%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 3 \cdot 1545 / 1847 = 2,51 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$$e_{\text{wind}} = 0.07 \quad f_{\text{wind}} = 15 \quad (\text{EN ISO 13790 Tab.G4})$$

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n50 h ⁻¹	V _A 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> 01 Büros	-	3,51	4,00	1,42	0,25	0,59	-	-
<2> 02 Sonst. Aufe	-	3,63	7,00	2,49	0,25	1,08	-	-
<3> 03 WC und Sani	-	1,96	15,00	4,63	0,14	0,10	4,63	13
<4> 04 Ruheräume	-	2,37	7,00	2,49	0,17	0,10	2,50	13
<5> 05 Lager, Tech	-	1,65	0,15	0,05	0,12	0,10	0,05	13
<6> 06 Nebenfl. o.	-	2,92	0,15	0,05	0,20	0,10	-	-
<7> 07 Fahrzeughal	-	1,96	2,50	0,65	0,14	0,28	-	-

⇒ WE-Betrieb ...

<1> 01 Büros		0,00	0,00	0,25	0,10
<2> 02 Sonst. Aufenthalt		0,00	0,00	0,25	0,10
<3> 03 WC und Sanitär		0,00	0,00	0,14	0,10
<4> 04 Ruheräume		0,00	0,00	0,17	0,10
<5> 05 Lager, Technik		0,00	0,00	0,12	0,10
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt		0,00	0,00	0,20	0,10
<7> 07 Fahrzeughalle		0,00	0,00	0,14	0,10

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 972 / 972 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 250 / 250 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 7 / 7 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

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

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

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

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

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

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 2 /

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

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

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

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V 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> 01 Büros	59	0	5	12	17	0	
<2> 02 Sonst. Aufent	158	0	14	58	72	0	
<3> 03 WC und Sanitä	210	0	10	7	17	179	18,0
<4> 04 Ruheräume	100	0	6	3	9	46	18,0
<5> 05 Lager, Techni	147	0	6	5	11	1	18,0
<6> 06 Nebenfl. o. A	231	0	16	8	24	0	
<7> 07 Fahrzeughalle	940	0	44	90	134	0	
		0	100	184	284	227	

⇒ WE-Betrieb ...				
<1> 01 Büros	0	5	2	7
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	0	14	5	19
<3> 03 WC und Sanitär	0	10	7	17
<4> 04 Ruheräume	0	6	3	9
<5> 05 Lager, Technik	0	6	5	11
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	0	16	8	24
<7> 07 Fahrzeughalle	0	44	32	76
	0	100	63	162

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

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

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	$I_{S,\text{Jan/Jul}}$ W/m^2	$g_{\text{eff,Jan/Jul}}$ %	$Q_{S,\text{Jan/Jul}}$ kWh/d
FF N 002 BT25-Fe	1	1,73	10/ 81	44/ 44	7104m
FF N 001 BT25-Fe	1	1,73	10/ 81	44/ 44	"
FF W 007 BT25-Fe	2	4,48	17/ 117	44/ 33	"
FF W 008 BT25-Fe	2	4,48	17/ 117	44/ 33	"
FF W 009 BT25-Fe	2	3,39	17/ 117	44/ 33	"
FF W 006 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	44/ 33	"
FF W 003 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	44/ 33	"
FF W 005 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	44/ 33	"
FF W 004 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	44/ 33	"
FF H 001 BT31-DFF	6	3,59	29/ 210	44/ 44	7100
FF N 001 BT30-Profi	3	5,10	10/ 81	44/ 44	"
FF N 002 BT29-Fe-Ha	3	3,41	10/ 81	44/ 44	"
FF N 001 BT30-Prof	5	1,12	10/ 81	44/ 44	"
FF N 002 BT29-Fe-H	5	0,68	10/ 81	44/ 44	"
		38,90			6/ 40

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

Berechnung von $g_{\text{tot},13363}$ -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 $G3 = 30$

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit $g_{\text{eff}} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{\text{tot}} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend
 a_{W_i} / a_{S_0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, \text{Jul}}$ W/m ²	$Q_{S, \text{Jul}}$ kWh/d
FD H 63 BT01-FD-St	- 1	24,6	0,20	0,50	4,50	210	0,3
FAW N 64 BT10-AW-K	N 1	15,1	0,28	0,50	4,50	81	0,1
FD H 86 BT01-FD-St	- 2	65,0	0,20	0,50	4,50	210	0,7
FAW N 87 BT10-AW-K	N 2	10,4	0,28	0,50	4,50	81	0,1
FAW N 006 Tür BT2	N 2	2,2	1,80	0,50	4,50	81	0,1
FAW W 88 BT10-AW-K	W 2	27,1	0,28	0,50	4,50	117	0,3
FAW W 005 Tür BT2	W 2	2,2	1,80	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 004 Tür BT2	W 2	2,2	1,80	0,50	4,50	117	0,1
FD H 55 BT01-FD-St	- 3	53,1	0,20	0,50	4,50	210	0,6
FAW O 56 BT10-AW-K	O 3	23,4	0,28	0,50	4,50	138	0,3
FAW N 57 BT10-AW-K	N 3	8,5	0,28	0,50	4,50	81	0,0
FD H 82 BT01-FD-St	- 4	42,0	0,20	0,50	4,50	210	0,5
FAW W 84 BT10-AW-K	W 4	21,2	0,28	0,50	4,50	117	0,2
FAW S 10 BT10-AW-K	S 5	8,7	0,28	0,50	4,50	113	0,1
FD H 17 BT01-FD-St	- 5	11,7	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FD H 26 BT01-FD-St	- 5	7,3	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 29 BT10-AW-K	W 5	6,9	0,28	0,50	4,50	117	0,1
FAW S 30 BT10-AW-K	S 5	10,9	0,28	0,50	4,50	113	0,1
FD H 32 BT01-FD-St	- 5	5,1	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FD H 71 BT01-FD-St	- 6	82,1	0,20	0,50	4,50	210	0,9
FAW N 72 BT10-AW-K	N 6	2,3	0,28	0,50	4,50	81	0,0
FAW N 007 Tür BT2	N 6	3,2	1,80	0,50	4,50	81	0,1
FAW O 73 BT10-AW-K	O 6	11,8	0,28	0,50	4,50	138	0,1
FAW N 74 BT10-AW-K	N 6	18,6	0,28	0,50	4,50	81	0,1
FAW S 80 BT10-AW-K	S 6	5,3	0,28	0,50	4,50	113	0,0
FAW S 008 Tür BT2	S 6	3,2	1,80	0,50	4,50	113	0,2
FAW O 46 BT11-AW-S	O 7	19,3	0,35	0,50	4,50	138	0,3
FAW O 001 Tür BT2	O 7	12,0	2,90	0,50	4,50	138	1,6
FAW O 002 Tür BT2	O 7	12,0	2,90	0,50	4,50	138	1,6
FAW O 003 Tür BT2	O 7	12,0	2,90	0,50	4,50	138	1,6
FAW S 49 BT12-AW-K	S 7	37,0	0,35	0,50	4,50	113	0,4
FD H 50 BT02-FD-St	- 3	21,5	0,20	0,50	4,50	210	0,2
FAW W 51 BT12-AW-K	W 3	3,4	0,28	0,50	4,50	117	0,0
FAW O 52 BT11-AW-S	O 3	3,3	0,28	0,50	4,50	138	0,0
FAW N 53 BT12-AW-K	N 3	6,5	0,28	0,50	4,50	81	0,0
FD H 2 BT02-FD-Stb	- 5	5,4	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW N 6 BT12-AW-KS	N 5	2,4	0,28	0,50	4,50	81	0,0
FAW W 7 BT12-AW-KS	W 5	3,3	0,28	0,50	4,50	117	0,0
FD H 38 BT02-FD-St	- 7	233,6	0,35	0,50	4,50	210	4,7
FAW S 39 BT12-AW-K	S 7	26,6	0,35	0,50	4,50	113	0,3
FAW W 40 BT12-AW-K	W 7	7,3	0,35	0,50	4,50	117	0,1
FAW O 42 BT11-AW-S	O 7	19,9	0,35	0,50	4,50	138	0,3
FAW O 001 Tür BT2	O 7	4,0	2,90	0,50	4,50	138	0,5
FAW O 002 Tür BT2	O 7	4,0	2,90	0,50	4,50	138	0,5
FAW O 003 Tür BT2	O 7	4,0	2,90	0,50	4,50	138	0,5
FAW W 43 BT12-AW-K	W 7	21,1	0,35	0,50	4,50	117	0,3

932,7

18,5

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

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

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

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

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

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

4.3 solare Warmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> 01 Büros	45	28	14	8	11	18	35	552
<2> 02 Sonst.	307	189	74	44	68	87	241	2.905
<3> 03 WC und	110	69	35	19	28	45	86	1.359
<4> 04 Ruheräu	233	143	56	33	52	66	183	2.201
<5> 05 Lager,	23	15	7	4	6	10	18	288
<6> 06 Nebenfl	144	90	35	20	34	46	113	1.684
<7> 07 Fahrzeu	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
<1> 01 Büros	3	-	-	-	-	-	1	54
<2> 02 Sonst.	14	0	-	-	-	-	5	230
<3> 03 WC und	12	1	-	-	-	-	4	210
<4> 04 Ruheräu	7	0	-	-	-	-	2	115
<5> 05 Lager,	11	5	-	-	1	0	6	125
<6> 06 Nebenfl	19	7	-	-	2	0	9	267
<7> 07 Fahrzeu	157	43	-	-	5	1	81	2.194
	1.085	592	221	129	206	274	783	12.184

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

Zone	A_B m²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> 01 Büros	21	0,6	0,9	0,0	1,5
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	56	5,2	0,5	0,0	5,7
<3> 03 WC und Sanitär	65	-	-	0,0	0,0
<4> 04 Ruheräume	36	3,3	0,3	0,0	3,6
<5> 05 Lager, Technik	50	-	-	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthal	82	-	-	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle	244	9,8	68,3	0,0	78,1
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> 01 Büros		-	-	0,0	0,0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt		-	-	0,0	0,0
<3> 03 WC und Sanitär		-	-	0,0	0,0
<4> 04 Ruheräume		-	-	0,0	0,0
<5> 05 Lager, Technik		-	-	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthal		-	-	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle		-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m³/hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
<1> 01 Büros	0,0	4,4	0,8	0,0	0,0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	0,0	4,8	2,0	0,0	0,0
<3> 03 WC und Sanitär	0,0	5,3	2,3	2,6	0,0

<4> 04 Ruheräume	0,0	1,3	0,8	0,0	0,0
<5> 05 Lager, Technik	0,0	0,3	1,8	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	0,0	0,7	2,9	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle	0,0	32,1	1,2	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_l = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

$Q_{l,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

$Q_{l,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

$Q_{l,rv}$ = ungeregelte 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> 01 Büros	23	17	0	19	7	0,373
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	78	72	0	70	15	0,215
<3> 03 WC und Sanitär	65	17	179	48	11	0,236
<4> 04 Ruheräume	44	9	46	28	7	0,269
<5> 05 Lager, Technik	33	11	1	22	3	0,118
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	72	24	0	47	5	0,111
<7> 07 Fahrzeughalle	360	134	0	188	112	0,594

Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a	η	η_{WE}
<1> 01 Büros	50	40	26,47	2,65	0,953	1,000
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	50	150	18,82	2,18	0,972	0,999
<3> 03 WC und Sanitär	50	261	12,40	1,77	0,940	1,000
<4> 04 Ruheräume	50	99	17,94	2,12	0,954	0,999
<5> 05 Lager, Technik	50	45	55,61	4,48	1,000	1,000
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	50	96	43,02	3,69	1,000	1,000
<7> 07 Fahrzeughalle	50	494	24,71	2,54	0,872	1,000

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

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

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

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

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

7.1 Zone <1> 01 Büros

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 $Q_I = 1,5$ 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}		0,675	0,866	0,935	0,953	0,953	0,946	0,920	0,730
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,959	0,997	1,000	1,000	1,000	0,999	0,998	0,858
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	11	19	18	19	19	17	19	195
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.619
$Q_{h,b,RE}$	kWh	31	109	199	264	262	219	185	1.401
$Q_{h,b,WE}$	kWh	10	36	68	89	88	72	59	447
Q_T	kWh	100	177	252	310	308	266	251	2.077
Q_V	kWh	61	109	155	190	189	163	154	1.277
Q_S^*	kWh	36	26	14	8	11	18	33	384
Q_I^*	kWh	85	117	132	147	143	125	128	1.189

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

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

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

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

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

7.2 Zone <2> 02 Sonst. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 5,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,726	0,905	0,963	0,974	0,972	0,968	0,934	0,777
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,795	0,976	0,998	0,999	0,999	0,998	0,979	0,788
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	31	50	48	50	50	45	50	632
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.942
$Q_{h,b,RE}$	kWh	177	545	946	1.212	1.195	1.009	834	6.677
$Q_{h,b,WE}$	kWh	7	101	227	302	291	240	168	1.368
Q_T	kWh	339	602	856	1.052	1.046	903	853	7.057
Q_V	kWh	248	439	625	768	764	659	623	5.152
Q_S^*	kWh	241	176	72	43	67	85	233	2.141
Q_I^*	kWh	162	224	256	288	279	243	242	2.330

7.3 Zone <3> 03 WC und Sanitär

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}		0,781	0,903	0,933	0,941	0,940	0,934	0,917	0,754
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,976	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,872
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	35	57	56	57	57	52	57	586
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.663
$Q_{h,b,RE}$	kWh	208	507	683	812	806	692	653	4.926
$Q_{h,b,WE}$	kWh	27	97	184	242	237	195	160	1.207
Q_T	kWh	284	505	718	882	877	757	715	5.917
Q_V	kWh	186	336	366	398	398	354	375	2.600
Q_S^*	kWh	103	66	33	19	27	43	85	1.044
Q_I^*	kWh	132	175	201	230	225	194	193	1.798

7.4 Zone <4> 04 Ruheräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,6 \text{ kWh/d}$

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}		0,674	0,859	0,943	0,958	0,954	0,945	0,879	0,700

$\eta_{\text{source, WE}}$		0,714	0,968	0,998	1,000	0,999	0,998	0,970	0,748
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	60	32	31	32	32	29	32	454
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.045
$Q_{h, b, RE}$	kWh	77	202	358	455	445	373	290	2.449
$Q_{h, b, WE}$	kWh	–	40	116	158	151	122	74	662
Q_T	kWh	193	342	486	597	594	513	484	4.008
Q_V	kWh	69	123	146	167	166	146	148	1.099
Q_S^*	kWh	165	128	54	33	50	64	168	1.376
Q_I^*	kWh	68	96	114	130	124	107	101	955

7.5 Zone <5> 05 Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h, Jan} = 17,4 \text{ °C}$ 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	0,983
$\eta_{\text{source, WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,969
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	26	44	43	44	44	40	44	421
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.619
$Q_{h, b, RE}$	kWh	124	248	348	422	416	358	335	2.686
$Q_{h, b, WE}$	kWh	16	42	85	113	111	93	77	578
Q_T	kWh	143	254	361	443	441	381	360	2.975
Q_V	kWh	48	86	121	148	147	127	121	994
Q_S^*	kWh	34	20	7	4	7	10	24	396
Q_I^*	kWh	18	30	48	63	62	52	44	385

7.6 Zone <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,979	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,899
$\eta_{\text{source, WE}}$		0,974	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,875
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	44	73	71	73	73	66	73	729
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.771
$Q_{h, b, RE}$	kWh	205	496	750	921	904	771	682	5.383
$Q_{h, b, WE}$	kWh	23	102	209	275	267	222	174	1.327
Q_T	kWh	314	557	792	973	969	835	789	6.532
Q_V	kWh	105	186	264	324	323	279	263	2.177
Q_S^*	kWh	159	97	35	20	35	47	122	1.581
Q_I^*	kWh	32	54	84	109	107	89	77	661

7.7 Zone <7> 07 Fahrzeughalle

Regelbetrieb (63,0%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 15,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 78,1 \text{ kWh/d}$
 Wochenendbetrieb (37,0%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 13,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,275	0,639	0,822	0,873	0,872	0,860	0,803	0,506
$\eta_{source,WE}$		0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,767
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	54	155	209	216	216	195	216	1.478
t_h	h	296	744	720	744	744	672	744	5.689
$Q_{h,b,RE}$	kWh	17	385	1.258	1.897	1.845	1.503	1.088	8.360
$Q_{h,b,WE}$	kWh	140	556	1.037	1.393	1.363	1.145	936	7.094
Q_T	kWh	620	1.779	2.961	3.818	3.795	3.234	2.917	21.670
Q_V	kWh	197	566	942	1.215	1.207	1.029	928	6.893
Q_S^*	kWh	85	33	-	-	4	1	71	728
Q_I^*	kWh	575	1.386	1.737	1.917	1.913	1.701	1.751	12.936

7.8 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/ (m² a)
<1> 01 Büros	2.077	1.277	384	1.189	1.847	87,7
<2> 02 Sonst. Außen	7.057	5.152	2.141	2.330	8.046	142,7
<3> 03 WC und Sanit	5.917	2.600	1.044	1.798	6.133	94,7
<4> 04 Ruheräume	4.008	1.099	1.377	955	3.111	87,1
<5> 05 Lager, Techn	2.975	994	396	385	3.264	65,6
<6> 06 Nebenfl. o.	6.532	2.177	1.581	661	6.710	81,5
<7> 07 Fahrzeughall	21.670	6.893	728	12.936	15.455	63,3
	50.235	20.192	7.652	20.253	44.565	80,4

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\vartheta_{SUP, Jan}$ °C
<3> 03 WC und Sanitär	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<4> 04 Ruheräume	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
<5> 05 Lager, Technik	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 972 / 972 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 250 / 250 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 7 / 7 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Feuchteanforderung $mT / oT = \text{mit} / \text{ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)}$

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech},m}$ m^3/h	$t_V \cdot d_V$ h/m	$P_{V, \text{SUP}}$ kW	$P_{V, \text{ETA}}$ kW	W_V, Jan kWh
<3> 03 WC und Sanitär	972	276	0,40	0,27	186
<4> 04 Ruheräume	250	276	0,10	0,07	48
<5> 05 Lager, Technik	7	276	0,00	0,00	1

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<3> 03 WC und S	180	186	180	186	186	168	186	2.194
<4> 04 Ruheraum	46	48	46	48	48	43	48	562
<5> 05 Lager, T	1	1	1	1	1	1	1	16
	228	235	228	235	235	213	235	2.772

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

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

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

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} $^{\circ}\text{C}$	$q_{H, 12h}$ Wh/m^3	f_H	q_H Wh/m^3	$Q_{V, H}$ kWh	$A_{K, A}$ m^2
<3> 03 WC und Sanitär	19,4	466	1,01	349	339	0,0
<4> 04 Ruheräume	19,4	466	1,01	349	87	0,0
<5> 05 Lager, Technik	19,4	466	1,01	349	2	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 <3> 03 WC und Sanitär

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V, H}$ kWh	8	98	218	345	339	275	197	1.745
$t_{h^*, op}$ h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h^*, b}$ kWh	8	107	240	379	373	302	216	1.919
	8	107	240	379	373	302	216	1.919

Zone <4> 04 Ruheräume

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V, H}$ kWh	2	25	56	89	87	71	51	449
$t_{h^*, op}$ h	27	28	27	28	28	25	28	325

$Q_{H^*,b}$	kWh	2	28	62	97	96	78	56	493
		10	135	301	476	469	380	272	2.412

Zone <5> 05 Lager, Technik

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	1	2	2	2	2	1	13
$t_{H^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{H^*,b}$	kWh	0	1	2	2	2	2	1	13
		10	136	303	479	472	382	273	2.424

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 statische Zen	8	108	241	382	376	304	218	1.932
2 statische Zen	2	28	62	98	96	78	56	493
	10	136	303	479	472	382	273	2.425

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

$t_{H^*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * dV_{mech} * b_{V,mth} / b_{V,h,a}, \max. t_{V,mech} * dV_{mech,m}$ (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 (5), mit Dachoberlichtern (1)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich		Zone	Em lx	ATL m²	ARB m²	Tageslicht	CTL %
1 <1> 01 Büros » Nord	Nord	1	500	10,4	4,9	gut	87
2 <2> 02 Sonst. Aufenthal	West	2	300	56,4	17,7	gut	90
3 <3> 03 WC und Sanitär » Nord	Nord	3	200	31,9	12,2	gut	95
4 <4> 04 Ruheräume » West	West	4	300	35,7	13,4	gut	90
5 <5> 05 Lager, Technik » Nord	Nord	5	100	7,8	2,6	gut	94

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
6 <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	6	100	82,3	5,1	keine	83

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
<1> 01 Büros	21	10	11
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	56	56	0
<3> 03 WC und Sanitär	65	32	33
<4> 04 Ruheräume	36	36	0
<5> 05 Lager, Technik	50	8	42
<6> 06 Nebenfl. o. Außen	82	82	0
<7> 07 Fahrzeughalle	244	–	244

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich		C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 <1> 01 Büros » Nor	1	87	75	44	36	31	27	24	23
2 <2> 02 Sonst. Aufe	2	90	60	54	48	43	40	38	37
3 <3> 03 WC und Sani	3	95	60	52	45	40	36	34	34
4 <4> 04 Ruheräume »	4	90	60	54	47	42	39	37	36
5 <5> 05 Lager, Tech	5	94	60	52	46	41	37	35	34
6 <6> 06 Nebenfl. o.	6	83	50	69	62	56	52	49	49

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 (7)

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> 01 Büros	1	500	1-1-2	20,6	0,85	73	2162	176	134
2 <2> 02 Sonst. Auf	2	300	1-1-2	10,9	0,53	61	1335	109	103
3 <3> 03 WC und San	3	200	1-1-2	10,6	0,55	62	1399	114	111
4 <4> 04 Ruheräume	4	300	1-1-2	10,9	0,53	61	1335	109	27

5 <5>	05 Lager, Tec	5	100	1-1-2	7,2	0,07	8	175	14	7
6 <6>	06 Nebenfl. o	6	100	1-1-2	3,6	0,14	22	369	30	16
7 <7>	07 Fahrzeugh	7	400	1-1-2	13,1	0,95	0	1917	49	696

1094

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 803 \text{ m}^2$

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

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> 01 Büros	88	92	92	97	94	83	90	1.077
<2> 02 Sonst.	93	99	101	110	103	89	95	1.144
<3> 03 WC und	104	109	109	116	111	98	107	1.270
<4> 04 Ruheräu	22	25	27	32	27	22	22	278
<5> 05 Lager,	6	7	7	7	7	6	7	78
<6> 06 Nebenfl	14	15	15	17	16	14	15	175
<7> 07 Fahrzeu	606	626	606	626	626	566	626	7.374
	933	974	956	1.005	984	877	962	11.396

 p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB} \text{ W/m}^2$ (Gl.11)mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB}$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen $t_{T,TL} / t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10 $Q_{l,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j \cdot [ATL \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2) $Q_{l,f} = \sum F_{t,n} \cdot \sum Q_{l,b} = Q_{l,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)**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> 01 Büros	3	9	3,150	50,000	26,47	0,306
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	11	23	2,115	50,000	18,82	0,419
<3> 03 WC und Sanitär	6	16	2,675	50,000	12,40	0,330
<4> 04 Ruheräume	4	14	3,615	50,000	17,94	0,263
<5> 05 Lager, Technik	3	2	0,789	50,000	55,61	0,899
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	7	10	1,469	50,000	43,02	0,618
<7> 07 Fahrzeughalle	59	123	2,072	50,000	24,71	0,440

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
$\Rightarrow Q_{c,b}$ (Raumklima)								
<1> 01 Büros	5	4	5	9	25	62	96	509
<2> 02 Sonst.	4	5	5	19	80	131	211	1.100
<3> 03 WC und	6	6	7	13	35	100	209	1.054
<4> 04 Ruheräu	4	5	6	23	92	133	205	1.061

<5> 05 Lager,	-	-	-	-	-	0	1	8
<6> 06 Nebenfl	-	-	-	-	2	14	46	193
<7> 07 Fahrzeug	131	134	130	201	385	726	1.000	6.389

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> 01 Büros	13	0,7	0,5	ja
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	13	5,3	4,0	ja
<3> 03 WC und Sanitär	13	1,5	0,3	ja
<4> 04 Ruheräume	13	3,6	2,8	ja
<5> 05 Lager, Technik	13	0,3	0,0	ja
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	13	1,9	1,0	ja
<7> 07 Fahrzeughalle	10	14,6	11,7	nein
		27,9	20,3	

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

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

11.3 <1> 01 Büros

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (274 m²)

<1> 01 Büros

<2> 02 Sonst. Aufenthalt

<3> 03 WC und Sanitär

<5> 05 Lager Technik

<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	15	15	17	41	142	307	563	2.864
$Q_{c,outg}$	kWh	18	19	21	50	174	378	692	3.522
$t_{c,op}$	h	276	276	249	276	267	276	267	3.251

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 12,7$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	1	3	7	13	67
$W_{Z,d}$	kWh	1	1	1	2	5	11	21	106
	kWh	1	1	1	2	8	19	34	173

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 12,7 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Einzelbüro"

<1> 01 Büros, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

<2> 02 Sonst. Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

<3> 03 WC und Sanitär, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

<5> 05 Lager, Technik, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt, 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	18	19	21	50	174	378	692	3.522
$Q_{C,f,el}$	kWh	5	5	6	13	46	100	183	932

11.4 <2> 02 Sonst. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.5 <3> 03 WC und Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.6 <4> 04 Ruheräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (36 m²)

<4> 04 Ruheräume

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	4	5	6	23	92	133	205	1.061
$Q_{C,outg}$	kWh	5	6	7	28	114	164	252	1.304

$t_{C,op}$	h	144	175	193	276	267	276	267	2.927
------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung $P_{el} = 30 \text{ W/kW}$, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 6,1 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	1	2	3	5	25
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	1	3	5	8	39
	kWh	0	0	0	1	6	8	12	64

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (240) 6,1 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Sonstige Aufenthaltsräume"

<4> 04 Ruheräume, 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	5	6	7	28	114	164	252	1.304
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	2	7	30	43	67	345

11.7 <5> 05 Lager, Technik

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.8 <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.10 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsendenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	6	6	7	21	76	143	250	1.277
$Q_{C,aux}$	kWh	1	1	1	4	14	27	46	237

Strom-Mix	kWh	6	6	7	21	76	143	250	1.277
-----------	-----	---	---	---	----	----	-----	-----	-------

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (201 Einzelbüro), 3 (216 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden), 5 (220 Lager, Technik, Archiv), 6 (218 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	4	4	5	14	53	93	158	811

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> 01 Büros	nicht relevant			-
<2> 02 Sonst. Aufent	nicht relevant			-
<3> 03 WC und Sanitä	Rettungswache	1,500 Person	4	127
<4> 04 Ruheräume	nicht relevant			-
<5> 05 Lager, Techni	nicht relevant			-
<6> 06 Nebenfl. o. A	nicht relevant			-
<7> 07 Fahrzeughalle	nicht relevant			-

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

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	100% 3/	1,00	1.500
2			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

Verteilungssystem: mit Zirkulation, Zirkulationsbetrieb an $z = 11,0$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabchnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb $57,5^\circ\text{C}$ (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,21$ m³/h, $\Delta p = 14,1$ kPa, $P_{hydr} = 0,814$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 19,1$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3			
Leitungslängen l_i	76 m	5 m	32 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	34,5 °C	32,9 °C	32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I, Jan}$	13,0 °C	19,9 °C	19,9 °C
Monat	Sep	Okt	Nov
	Dez	Jan	Feb
	Mär	Jahr	

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

$Q_{w,b}$	kWh	123	127	123	127	127	115	127	1.500
$Q_{w,d,V}$	kWh	392	405	392	405	405	366	405	4.767
$Q_{w,d,S}$	kWh	24	25	25	26	26	23	26	299
$Q_{w,d,St}$	kWh	49	52	51	54	54	48	53	608
$Q_{w,d}$	kWh	465	482	468	484	484	437	483	5.674
$W_{w,d}$	kWh	4	4	4	4	4	3	4	43
$Q_{I,w,d}$	kWh	73	77	76	80	79	72	78	907

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 731$, $V_{sol} = 651$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 0,9$ kWh/d

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

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

Speicherladepumpe mit $P_p = 106$ 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 3									
$Q_{w,outg}$	kWh	588	609	591	612	612	552	611	7.174
$Q_{w,s}$	kWh	22	22	22	22	22	20	22	245
$W_{w,s}$	kWh	3	3	3	3	3	3	3	36

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

Solaranlage (1), Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 15,6$ m², Orientierung = Süd -45,0 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °

Solarspeicher mit $V_{sol} = 651$ und $V_{aux} = 731$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 5.857 kWh/a (Klimaregion 4 Potsdam

(Deutschland)), davon nutzbar 4.842 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 61,4%), Korrekturen für

abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,Soll} = 16,10$ m² und $V_{Soll} = 651 + 731$ Liter,

Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025 * Q_{w,sol}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3									
$Q_{w,sol}$	kWh	582	457	98	35	130	86	364	4.842
$W_{w,gen}$	kWh	15	11	2	1	3	2	9	121

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3									
$Q_{w, outg}$	kWh	28	175	515	599	504	487	269	2.577

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3
Wärmeerzeuger 283 Brennwärtekessel, verbessert ab 1999 (283) 16,7 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k, Pn} = 95,2 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0130$ kW
elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux, Pn} = 174$ W, im Schlumberbetrieb $P_{aux, P0} = 15$ 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 3									
$Q_{w, outg}$	kWh	28	175	515	599	504	487	269	2.577
$t_{w, Pn, d}$	h/d	0,1	0,5	1,5	1,7	1,4	1,5	0,8	
$Q_{w, g}$	kWh	0	1	6	8	5	5	2	26
$Q_{w, f}$	kWh	28	175	521	607	509	492	271	2.603
$W_{w, gen}$	kWh	0	2	5	6	5	5	3	39

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	610	632	613	634	634	573	633	7.419
$Q_{w, f}$	kWh	28	175	521	607	509	492	271	2.603
$W_{w, f}$	kWh	21	20	14	14	15	13	19	239
solar	kWh	582	457	98	35	130	86	364	4.842
Erdgas	kWh	28	175	521	607	509	492	271	2.603
$Q_{I, w, <3>}$	kWh/d	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	

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

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> 01 Büros	0,7	0,3	0	0,0	1,0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	2,5	1,1	0	0,0	3,6
<3> 03 WC und Sanitär	2,1	0,3	972	4,2	6,6
<4> 04 Ruheräume	1,4	0,1	251	1,1	2,7
<5> 05 Lager, Technik	1,0	0,2	7	0,0	1,2
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	2,3	0,4	0	0,0	2,7
<7> 07 Fahrzeughalle	9,7	1,8	0	0,0	11,5

$Q_{T,max}$ = 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)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 statische Zentralheizung (REF	100%	*	27.931	15,2	16,7
2 statische Zentralheizung (REF	100%	4/	3.603	2,7	2,9
3 Warmluftheizung, Luftauslässe	100%	7/	15.454	11,5	12,7
4					

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

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

<3> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Warmluftsystem (Gradient T_{str}), $\theta_{str} = K/m$

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	829	2.284	3.699	4.652	4.576	3.870	3.327	25.999
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	8	108	241	382	376	304	218	1.932
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	77	242	474	614	596	496	364	3.110
$Q_{h^*,b}, <2>$	kWh	2	28	62	98	96	78	56	493
$Q_{h,b}, <3>$	kWh	157	941	2.296	3.290	3.209	2.648	2.024	15.454

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <1> 01 Büros

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h, <1>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.619
$t_{h, rL, d, <1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h, rB, <1>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	244
$t_{h, rL, <1>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.658

(2) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <4> 04 Ruheräume

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h, <4>}$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	6.045
$t_{h, rL, d, <4>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h, rB, <4>}$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	198
$t_{h, rL, <4>}$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	3.061

(3) Bereich "Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Leitzone <7> 07 Fahrzeughalle

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h, <7>}$	h/m	296	744	720	744	744	672	744	5.689
$t_{h, rL, d, <7>}$	h/d	10	10	14	16	16	15	13	
$d_{h, rB, <7>}$	d/m	8	22	23	26	25	23	24	180
$t_{h, rL, <7>}$	h/m	79	226	321	403	401	343	320	2.398

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

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

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

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

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,8%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Warmluftsystem (Gradient T'_{str}), $\theta_{str} = K/m$

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+0 = 0,20^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (1,7\%)}$$

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

$$W_{h,ce} = f_{h,ce,aux} \cdot Q_{h,b} \text{ (Gl.49 / 51), ungeregelte Wärmeeinträge } Q_{I,h,ce} = W_{h,ce}$$

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	829	2.284	3.699	4.652	4.576	3.870	3.327	25.999
$Q_{h,ce}$	kWh	235	378	416	440	435	385	388	3.316
(2) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	77	242	474	614	596	496	364	3.110
$Q_{h,ce}$	kWh	22	40	53	58	57	49	43	370
(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	157	941	2.296	3.290	3.209	2.648	2.024	15.454
$Q_{h,ce}$	kWh	13	27	38	44	43	38	35	267
$W_{h,ce}$	kWh	2	11	28	39	39	32	24	185
$Q_{I,h,ce}$	kWh	2	11	28	39	39	32	24	185
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	1.333	3.912	6.976	9.099	8.916	7.486	6.180	48.517

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

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

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

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

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

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

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

13.5 Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 274,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,01 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 25 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) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Einrohrnetz, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 36,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,01 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 21 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

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	91,7 m	4,3 m	152,4 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	37,3 m	0,4 m	16,0 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$\beta_{h,d}$		0,10	0,24	0,38	0,45	0,44	0,42	0,33	
$\theta_{VL,av}$	°C	26,7	32,2	37,0	39,4	39,2	38,4	35,5	
$\theta_{RL,av}$	°C	25,0	28,9	32,3	34,0	33,9	33,3	31,2	
$Q_{h,d}$	kWh	127	229	383	510	503	420	354	2.846
$W_{h,d}$	kWh	10	14	17	20	19	17	17	150
$Q_{I,h,d}$	kWh	63	130	228	309	304	253	208	1.706

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 5,9 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 3,5 \%$

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

(2) statische Zentralheizung (REF '20)									
$\beta_{h,d}$		0,08	0,14	0,28	0,34	0,33	0,31	0,21	
$\theta_{VL,av}$	°C	25,7	28,6	33,6	35,9	35,5	34,7	31,1	
$\theta_{RL,av}$	°C	24,3	26,4	29,9	31,5	31,2	30,6	28,1	
$Q_{h,d}$	kWh	20	43	74	98	96	80	64	512
$W_{h,d}$	kWh	3	5	6	6	6	5	5	42
$Q_{I,h,d}$	kWh	4	10	19	27	26	21	16	133

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,3 \%$

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

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

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

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum I_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i}/1000$ [kWh] (Gl.52)
 $Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen
 $W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)
 mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	1.199	2.998	4.739	5.984	5.890	4.980	4.286	34.094

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	121	353	663	867	845	703	526	4.485

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	170	968	2.334	3.334	3.252	2.686	2.059	15.721

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2/3/5/6 ($A_{NGF} = 274 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 16,7 \text{ kW}$ (Erdgas)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle
 Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 1,42 \text{ h/d}$
 Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,952$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,042$ (Teillast)
 Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0130 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
 Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 1,51 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,37 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,12 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)
 elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,174 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,058 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 4 ($A_{NGF} = 36 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 2,9 \text{ kW}$ (Erdgas)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle
 Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00 \text{ h/d}$
 Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,945$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,035$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0261$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
 Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 0,27$ kW, $P_{gen,Pint} = 0,07$ kW, $P_{gen,P0} = 0,04$ kW (Gl.183 ff)
 elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,075$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,025$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

(3) "Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Zonen 7 ($A_{NGF} = 244$ m²)
 Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 12,7$ kW (Erdgas)

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

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

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,951$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,041$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0145$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 0,43$ kW, $P_{gen,Pint} = 0,08$ kW, $P_{gen,P0} = 0,08$ kW (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,152$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,051$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

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

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

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

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

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

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	1.199	2.998	4.739	5.984	5.890	4.980	4.286	34.094
$\beta_{h,1}$		0,27	0,61	0,81	0,86	0,83	0,82	0,69	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	18	100	259	384	378	305	229	1.764
$Q_{h,f}$	kWh	1.265	3.212	5.134	6.521	6.414	5.413	4.625	36.843
$W_{h,gen}$	kWh	21	39	56	68	67	57	51	451

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	121	353	663	867	845	703	526	4.485
$\beta_{h,1}$		0,22	0,39	0,58	0,64	0,63	0,60	0,46	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	4	19	51	76	73	60	42	343
$Q_{h,f}$	kWh	129	377	717	944	919	763	566	4.850
$W_{h,gen}$	kWh	12	16	23	27	27	23	20	208

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	170	968	2.334	3.334	3.252	2.686	2.059	15.721
$\beta_{h,1}$		0,17	0,34	0,57	0,65	0,64	0,62	0,51	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	2	9	57	105	100	77	43	399
$Q_{h,f}$	kWh	172	977	2.391	3.439	3.352	2.763	2.102	16.120
$W_{h,gen}$	kWh	12	20	35	46	45	38	32	293

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	1.566	4.566	8.242	10.905	10.685	8.938	7.293	57.813
W_h	kWh	61	106	164	207	204	173	149	1.330
Erdgas	kWh	1.566	4.566	8.242	10.905	10.685	8.938	7.293	57.805
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,2	0,3	0,6	0,8	0,8	0,7	0,5	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,4	0,9	1,6	2,1	2,0	1,9	1,4	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,5	1,0	1,8	2,4	2,3	2,1	1,6	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,1	0,3	0,6	0,9	0,8	0,8	0,5	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,4	0,8	1,4	1,8	1,8	1,6	1,2	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,6	1,3	2,3	3,0	2,9	2,7	2,0	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,1	0,4	0,9	1,3	1,2	1,1	0,8	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
solar	Warmwasser		4.842	0,00	1,00	-
Erdgas	Warmwasser	3/	2.603	1,10	1,11	2.580
Erdgas	Heizwärme	*	57.805	1,10	1,11	57.284
Strom-Mix	Klimakälte	**	811	1,80	1,00	1.460
Strom-Mix	Beleuchtung	***	11.396	1,80	1,00	20.512
Strom-Mix	Hilfsenergie		4.577	1,80	1,00	8.239
Σ [kWh/Jahr]			82.033			90.075

* = 1/2/3/4/5/6/7/

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

*** = 1/2/3/4/5/6/7/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 90.075 / 554 = 162,6$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 554$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 82.033 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = $4841,9 + 2345,2 + 52076,2 + 811,0 + 11395,8 + 4577,0 = 76047$ kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 8,3 kWh/(m²a), solar 8,7 kWh/(m²a), Erdgas 109,0 kWh/(m²a), Strom-Mix 22,0 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
solar	4.842		–	
Erdgas	2.345	240	563	
Erdgas	52.076	240	12.498	
Strom-Mix	811	560	454	
Strom-Mix	11.396	560	6.382	
Strom-Mix	4.577	560	2.563	
	76.047		22.460	40,5

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 Zone	m ²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> 01 Büros	21	–	1.075	165	–	2.611	3.851
<2> 02 Sonst. Auf	56	–	1.144	358	–	11.398	12.899
<3> 03 WC und San	65	–	1.270	343	7.443	8.689	17.745
<4> 04 Ruheräume	36	–	278	345	–	4.850	5.474
<5> 05 Lager, Tec	50	–	78	3	–	4.620	4.700
<6> 06 Nebenfl. o	82	–	175	63	–	9.512	9.750
<7> 07 Fahrzeughä	244	–	7.374	–	–	16.120	23.494
Gebäude	554	–	11.396	1.277	7.445	57.814	77.932

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie
Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	5,0	20,6	7,1	2,7	84,8	120,2
Endenergiebedarf	5,0	20,6	1,9	13,9	106,7	148,0
Primärenergiebedarf	9,0	37,0	3,4	5,4	107,7	162,6

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh q_P = 162,6 kWh/(m²a)

6. Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude-Steinhagen"

Projekt: 24-1157 Errichtung von Rettungswachen - Steinhagen

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

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

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

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

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich

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

Gebäudeberechnung "Gebäude-Steinhagen"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (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

Referenzberechnung: Referenzgebäude-Steinhagen.dwe

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	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> 01 Büros	201 Einzelbüro	250	19,9	19,2	21	59
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	217 Sonstige Auf	250	19,9	19,2	56	158
<3> 03 WC und Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	19,2	65	210
<4> 04 Ruheräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	19,2	36	100
<5> 05 Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	20,0	19,2	50	147
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	218 Nebenflächen	250	20,0	19,2	82	231
<7> 07 Fahrzeughalle	522 Gewerbliche	230	17,0	14,7	244	940
					554	1.847

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 554,1 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

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 m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Erdgeschoss EG						
EG 01 Büros						
FG H 62 BT20-SO	1:0	24,6	0,251	0,60 F _{fb}	50 19 25 14	3,7
FD H 63 BT01-FD-Stb	1:0	24,6	0,144	1,00 F _D	02 50	3,5
FAW N 64 BT10-AW-KS-VB	1:0	15,1	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	2,3
FF N 002 BT25-Fe	1:0	2,5	0,950	1,00 F _F	02 50	2,3
FF N 001 BT25-Fe	1:0	2,5	0,950	1,00 F _F	02 50	2,3
EG 02 Sonst. Aufenthalt						
FG H 85 BT20-SO	2:0	65,0	0,251	0,60 F _{fb}	50 19 25 14	9,8
FD H 86 BT01-FD-Stb	2:0	65,0	0,144	1,00 F _D	02 50	9,4
FAW N 87 BT10-AW-KS-VB	2:0	10,4	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	1,6
FAW N 006 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	0,950	1,00 F _{AW}	09 02 50	2,1
FAW W 88 BT10-AW-KS-VB	2:0	27,1	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	4,1
FAW W 005 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	0,950	1,00 F _{AW}	09 02 50	2,1
FAW W 004 Tür BT26-Fe-	2:0	2,2	0,950	1,00 F _{AW}	09 02 50	2,1
FF W 007 BT25-Fe	2:0	6,4	0,950	1,00 F _F	02 50	6,1
FF W 008 BT25-Fe	2:0	6,4	0,950	1,00 F _F	02 50	6,1
FF W 009 BT25-Fe	2:0	4,8	0,950	1,00 F _F	02 50	4,6
EG 03 WC und Sanitär						
FG H 54 BT20-SO	3:0	74,3	0,251	0,60 F _{fb}	18 50 19 25	11,2
FD H 55 BT01-FD-Stb	3:0	53,1	0,144	1,00 F _D	02 50	7,6
FAW O 56 BT10-AW-KS-VB	3:0	23,4	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	3,5
FAW N 57 BT10-AW-KS-VB	3:0	8,5	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	1,3
EG 04 Ruheräume						
FG H 81 BT20-SO	4:0	42,0	0,251	0,60 F _{fb}	50 19 25 14	6,3
FD H 82 BT01-FD-Stb	4:0	42,0	0,144	1,00 F _D	02 50	6,1
FAW W 84 BT10-AW-KS-VB	4:0	21,2	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	3,2
FF W 006 BT25-Fe	4:0	3,3	0,950	1,00 F _F	02 50	3,2
FF W 003 BT25-Fe	4:0	3,3	0,950	1,00 F _F	02 50	3,2
FF W 005 BT25-Fe	4:0	3,3	0,950	1,00 F _F	02 50	3,2
FF W 004 BT25-Fe	4:0	3,3	0,950	1,00 F _F	02 50	3,2
EG 05 Lager, Technik						
FG H 8 BT20-SO	5:0	21,8	0,251	0,35 F _G	18 50 25 14	1,9
FAW S 10 BT10-AW-KS-VB	5:0	8,7	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	1,3
FG H 15 BT20-SO	5:0	22,7	0,251	0,60 F _{fb}	18 50 19 25	3,4
FD H 17 BT01-FD-Stb	5:0	11,7	0,144	1,00 F _D	02 50	1,7
FG H 25 BT20-SO	5:0	7,3	0,251	0,60 F _{fb}	50 19 25 14	1,1
FD H 26 BT01-FD-Stb	5:0	7,3	0,144	1,00 F _D	02 50	1,1
FAW W 29 BT10-AW-KS-VB	5:0	6,9	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	1,0
FAW S 30 BT10-AW-KS-VB	5:0	10,9	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	1,6
FG H 31 BT20-SO	5:0	5,1	0,251	0,60 F _{fb}	18 50 19 25	0,8
FD H 32 BT01-FD-Stb	5:0	5,1	0,144	1,00 F _D	02 50	0,7
EG 06 Nebenfl. o. Aufent						
FG H 70 BT20-SO	6:0	93,3	0,251	0,60 F _{fb}	18 50 19 25	14,1
FD H 71 BT01-FD-Stb	6:0	82,1	0,144	1,00 F _D	02 50	11,8
FF H 001 BT31-DFF	6:0	5,1	1,400	1,00 F _F	70 02 50	7,2
FAW N 72 BT10-AW-KS-VB	6:0	2,3	0,150	1,00 F _{AW}	02 50	0,3

Errichtung von Rettungswachen

Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude-Steinhagen"

Projekt	
Seite:	61

FAW N 007 Tür BT28-Ein	6:0	3,2	1,300	1,00	FAW	09 02 50	4,2
FAW O 73 BT10-AW-KS-VB	6:0	11,8	0,150	1,00	FAW	02 50	1,8
FAW N 74 BT10-AW-KS-VB	6:0	18,6	0,150	1,00	FAW	02 50	2,8
FAW S 80 BT10-AW-KS-VB	6:0	5,3	0,150	1,00	FAW	02 50	0,8
FAW S 008 Tür BT28-Ein	6:0	3,2	1,300	1,00	FAW	09 02 50	4,2
EG 07 Fahrzeughalle							
FG H 44 BT21-SO-Halle	7:0	200,3	0,398	0,45	Ffb	18 26 50 19	35,9
FAW O 46 BT11-AW-STB-VF	7:0	19,3	0,188	1,00	FAW	02 50	3,6
FAW O 001 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	25,3
FAW O 002 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	25,3
FAW O 003 Tür BT27-Tor	7:0	12,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	25,3
FAW S 49 BT12-AW-KS-VF	7:0	37,0	0,188	1,00	FAW	02 50	7,0
Luftraum GE 2							
GE 2 03 WC und Sanitär							
FD H 50 BT02-FD-Stb-Hal	3:0	21,5	0,189	1,00	FD	02 50	4,1
FAW W 51 BT12-AW-KS-VF	3:0	3,4	0,188	1,00	FAW	02 50	0,6
FAW O 52 BT11-AW-KS-VF	3:0	3,3	0,188	1,00	FAW	02 50	0,6
FAW N 53 BT12-AW-KS-VF	3:0	6,5	0,188	1,00	FAW	02 50	1,2
FF N 001 BT30-Profilgla	3:0	7,3	1,300	1,00	FF	50 02	9,5
FF N 002 BT29-Fe-Halle	3:0	4,9	1,350	1,00	FF	50 02	6,6
GE 2 05 Lager, Technik							
FD H 2 BT02-FD-Stb-Hall	5:0	5,4	0,189	1,00	FD	02 50	1,0
FAW N 6 BT12-AW-KS-VF	5:0	2,4	0,188	1,00	FAW	02 50	0,5
FF N 001 BT30-Profilgl	5:0	1,6	1,300	1,00	FF	02 50	2,1
FF N 002 BT29-Fe-Halle	5:0	1,0	1,350	1,00	FF	02 50	1,3
FAW W 7 BT12-AW-KS-VF	5:0	3,3	0,188	1,00	FAW	02 50	0,6
GE 2 07 Fahrzeughalle							
FD H 38 BT02-FD-Stb-Hal	7:0	233,6	0,189	1,00	FD	02 50	44,2
FAW S 39 BT12-AW-KS-VF	7:0	26,6	0,188	1,00	FAW	02 50	5,0
FAW W 40 BT12-AW-KS-VF	7:0	7,3	0,188	1,00	FAW	02 50	1,4
FAW O 42 BT11-AW-STB-VF	7:0	19,9	0,188	1,00	FAW	02 50	3,7
FAW O 001 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	8,3
FAW O 002 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	8,3
FAW O 003 Tür BT27-Tor	7:0	4,0	2,100	1,00	FAW	85 02 50	8,3
FAW W 43 BT12-AW-KS-VF	7:0	21,1	0,188	1,00	FAW	02 50	4,0

 $\Sigma A [m^2] = 1.545,3$
 $\Sigma H_T [W/K] = 409,2$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 354,49 / 34,00 = 10,43 \text{ m}$

2. Bodenplattenmaß B' (26) = $202,21 / (0.5 * 29,00) = 13,95 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5

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

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.

26 F_x-Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.

50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.

70 Dachflächenfenster

85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

keine Wärmebrückenzuschläge für Gebäudegrundflächen, Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 154,5 \text{ W/K}$ (37,8 %, 0,100 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> 01 Büros	17	4	0	21	0	0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	57	10	0	67	0	0
<3> 03 WC und Sanitär	56	11	0	67	0	0
<4> 04 Ruheräume	34	6	0	40	0	0
<5> 05 Lager, Technik	25	5	2	32	0	0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufent	56	14	0	70	0	0
<7> 07 Fahrzeughalle	231	36	0	267	0	0
	476	86	2	564		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 563,7 / 1.545,2 = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile [W/ (m²K)]	Fenster [W/ (m²K)]	Vorhangf. [W/ (m²K)]	Oberl. [W/ (m²K)]
U_{max} $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,16	1,06		1,40
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,20			2,10

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

"FG H 54 BT20-SO", $A_{Rand} = 74,3 - 149,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,480 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 8 BT20-SO", $A_{Rand} = 21,8 - 54,1 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 15 BT20-SO", $A_{Rand} = 22,7 - 0,8 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 31 BT20-SO", $A_{Rand} = 5,1 - 67,9 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 70 BT20-SO", $A_{Rand} = 93,3 - 29,7 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

"FG H 44 BT21-SO-Halle", $A_{Rand} = 200,3 - 24,7 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,290 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,06 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -29,5\%$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/ (m²K)	U/ U_{EnEV}	Fläche A m²	H_T W/K
BT01-FD-Stb	0,144	72 %	291	42
BT02-FD-Stb-Halle	0,189	54 %	261	49

BT10-AW-KS-VB	0,150	54 %	170	11 %	26	6 %
BT11-AW-STB-VF	0,188	54 %	42	3 %	8	2 %
BT12-AW-KS-VF	0,188	67 %	108	7 %	20	5 %
BT20-SO	0,251	72 %	356	23 %	52	13 %
BT21-SO-Halle	0,398	114 %	200	13 %	36	9 %
BT25-Fe	0,950	73 %	36	2 %	34	8 %
BT26-Fe-Tür	0,950	73 %	6	0 %	6	2 %
BT27-Tor	2,100	72 %	48	3 %	101	25 %
BT28-Eingangstür	1,300	72 %	6	0 %	8	2 %
BT29-Fe-Halle	1,350	71 %	6	0 %	8	2 %
BT30-Profilglas	1,300	68 %	9	1 %	12	3 %
BT31-DFF	1,400	100 %	5	0 %	7	2 %

1545 100 % 409 100 %

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

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 $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2 * 1545 / 1847 = 1,67 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	Luftwechsel		Fenster n_{win} h^{-1}	Lüftungsanlage	
				n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}		$n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{\text{V,m}}$ h/d
<1> 01 Büros	-	2,34	4,00	1,42	0,16	0,63	-	-
<2> 02 Sonst. Aufe	-	2,42	7,00	2,49	0,17	1,12	-	-
<3> 03 WC und Sani	-	1,96	15,00	4,63	0,14	0,10	4,63	13
<4> 04 Ruheräume	-	2,37	7,00	2,49	0,17	0,10	2,50	13
<5> 05 Lager, Tech	-	1,65	0,15	0,05	0,12	0,10	0,05	13
<6> 06 Nebenfl. o.	-	1,94	0,15	0,05	0,14	0,10	-	-
<7> 07 Fahrzeughal	-	1,30	2,50	0,65	0,09	0,29	-	-

$\Rightarrow$ WE-Betrieb ...

<1> 01 Büros	0,00	0,00	0,16	0,10
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	0,00	0,00	0,17	0,10
<3> 03 WC und Sanitär	0,00	0,00	0,14	0,10
<4> 04 Ruheräume	0,00	0,00	0,17	0,10
<5> 05 Lager, Technik	0,00	0,00	0,12	0,10
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	0,00	0,00	0,14	0,10
<7> 07 Fahrzeughalle	0,00	0,00	0,09	0,10

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 972 / 972 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 250 / 250 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 7 / 7 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

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

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

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

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

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

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

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 2 /

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

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

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

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
<1> 01 Büros	59	0	3	13	16	0	
<2> 02 Sonst. Aufent	158	0	9	60	69	0	
<3> 03 WC und Sanitä	210	0	10	7	17	179	20,0
<4> 04 Ruheräume	100	0	6	3	9	46	20,0
<5> 05 Lager, Techni	147	0	6	5	11	1	20,0
<6> 06 Nebenfl. o. A	231	0	11	8	19	0	
<7> 07 Fahrzeughalle	940	0	29	93	122	0	
		0	74	189	263	227	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> 01 Büros		0	3	2	5		
<2> 02 Sonst. Aufenthalt		0	9	5	15		
<3> 03 WC und Sanitär		0	10	7	17		
<4> 04 Ruheräume		0	6	3	9		
<5> 05 Lager, Technik		0	6	5	11		
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha		0	11	8	19		
<7> 07 Fahrzeughalle		0	29	32	61		
		0	74	63	136		

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

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

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

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

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

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

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 m²	I _{S, Jan/Jul} W/m²	g _{eff, Jan/Jul} %	Q _{S, Jan/Jul} kWh/d
FF N 002 BT25-Fe	1	1,73	10/ 81	36/ 36	0,2/ 1,2
FF N 001 BT25-Fe	1	1,73	10/ 81	36/ 36	0,2/ 1,2
FF W 007 BT25-Fe	2	4,48	17/ 117	36/ 27	0,7/ 3,3
FF W 008 BT25-Fe	2	4,48	17/ 117	36/ 27	0,7/ 3,3
FF W 009 BT25-Fe	2	3,39	17/ 117	36/ 27	0,5/ 2,5
FF W 006 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	36/ 27	0,3/ 1,7
FF W 003 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	36/ 27	0,3/ 1,7
FF W 005 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	36/ 27	0,3/ 1,7

Errichtung von Rettungswachen

Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude-Steinhagen"

Projekt	
Seite:	65

FF W 004 BT25-Fe	4	2,34	17/ 117	36/ 27	"	0,3/ 1,7
FF H 001 BT31-DFE	6	3,59	29/ 210	29/ 29	7100	0,7/ 5,3
FF N 001 BT30-Profi	3	5,10	10/ 81	36/ 36	"	0,4/ 3,6
FF N 002 BT29-Fe-Ha	3	3,41	10/ 81	36/ 36	"	0,3/ 2,4
FF N 001 BT30-Prof	5	1,12	10/ 81	36/ 36	"	0,1/ 0,8
FF N 002 BT29-Fe-H	5	0,68	10/ 81	36/ 36	"	0,1/ 0,5
		38,90			5/ 31	

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

a_{W1} / a_{S0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, Jul}$ W/m ²	$Q_{S, Jul}$ kWh/d
FD H 63 BT01-FD-St	- 1	24,6	0,14	0,50	4,50	210	0,2
FAW N 64 BT10-AW-K	N 1	15,1	0,15	0,50	4,50	81	0,0
FD H 86 BT01-FD-St	- 2	65,0	0,14	0,50	4,50	210	0,5
FAW N 87 BT10-AW-K	N 2	10,4	0,15	0,50	4,50	81	0,0
FAW N 006 Tür BT2	N 2	2,2	0,95	0,50	4,50	81	0,0
FAW W 88 BT10-AW-K	W 2	27,1	0,15	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 005 Tür BT2	W 2	2,2	0,95	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 004 Tür BT2	W 2	2,2	0,95	0,50	4,50	117	0,1
FD H 55 BT01-FD-St	- 3	53,1	0,14	0,50	4,50	210	0,4
FAW O 56 BT10-AW-K	O 3	23,4	0,15	0,50	4,50	138	0,2
FAW N 57 BT10-AW-K	N 3	8,5	0,15	0,50	4,50	81	0,0
FD H 82 BT01-FD-St	- 4	42,0	0,14	0,50	4,50	210	0,3
FAW W 84 BT10-AW-K	W 4	21,2	0,15	0,50	4,50	117	0,1
FAW S 10 BT10-AW-K	S 5	8,7	0,15	0,50	4,50	113	0,0
FD H 17 BT01-FD-St	- 5	11,7	0,14	0,50	4,50	210	0,1
FD H 26 BT01-FD-St	- 5	7,3	0,14	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 29 BT10-AW-K	W 5	6,9	0,15	0,50	4,50	117	0,0
FAW S 30 BT10-AW-K	S 5	10,9	0,15	0,50	4,50	113	0,1
FD H 32 BT01-FD-St	- 5	5,1	0,14	0,50	4,50	210	0,0
FD H 71 BT01-FD-St	- 6	82,1	0,14	0,50	4,50	210	0,7
FAW N 72 BT10-AW-K	N 6	2,3	0,15	0,50	4,50	81	0,0
FAW N 007 Tür BT2	N 6	3,2	1,30	0,50	4,50	81	0,1
FAW O 73 BT10-AW-K	O 6	11,8	0,15	0,50	4,50	138	0,1
FAW N 74 BT10-AW-K	N 6	18,6	0,15	0,50	4,50	81	0,0
FAW S 80 BT10-AW-K	S 6	5,3	0,15	0,50	4,50	113	0,0
FAW S 008 Tür BT2	S 6	3,2	1,30	0,50	4,50	113	0,1
FAW O 46 BT11-AW-S	O 7	19,3	0,19	0,50	4,50	138	0,2
FAW O 001 Tür BT2	O 7	12,0	2,10	0,50	4,50	138	1,1
FAW O 002 Tür BT2	O 7	12,0	2,10	0,50	4,50	138	1,1

FAW O	003	Tür BT2	O	7	12,0	2,10	0,50	4,50	138	1,1
FAW S	49	BT12-AW-K	S	7	37,0	0,19	0,50	4,50	113	0,2
FD H	50	BT02-FD-St	-	3	21,5	0,19	0,50	4,50	210	0,2
FAW W	51	BT12-AW-K	W	3	3,4	0,19	0,50	4,50	117	0,0
FAW O	52	BT11-AW-S	O	3	3,3	0,19	0,50	4,50	138	0,0
FAW N	53	BT12-AW-K	N	3	6,5	0,19	0,50	4,50	81	0,0
FD H	2	BT02-FD-Stb	-	5	5,4	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FAW N	6	BT12-AW-KS	N	5	2,4	0,19	0,50	4,50	81	0,0
FAW W	7	BT12-AW-KS	W	5	3,3	0,19	0,50	4,50	117	0,0
FD H	38	BT02-FD-St	-	7	233,6	0,19	0,50	4,50	210	2,5
FAW S	39	BT12-AW-K	S	7	26,6	0,19	0,50	4,50	113	0,2
FAW W	40	BT12-AW-K	W	7	7,3	0,19	0,50	4,50	117	0,0
FAW O	42	BT11-AW-S	O	7	19,9	0,19	0,50	4,50	138	0,2
FAW O	001	Tür BT2	O	7	4,0	2,10	0,50	4,50	138	0,4
FAW O	002	Tür BT2	O	7	4,0	2,10	0,50	4,50	138	0,4
FAW O	003	Tür BT2	O	7	4,0	2,10	0,50	4,50	138	0,4
FAW W	43	BT12-AW-K	W	7	21,1	0,19	0,50	4,50	117	0,1
932,7										
11,9										

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

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

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

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

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

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

4.3 solare Warmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> 01 Büros	37	23	12	7	9	15	29	460
<2> 02 Sonst.	256	158	62	37	57	73	201	2.388
<3> 03 WC und	92	58	29	16	23	37	72	1.133
<4> 04 Ruheräu	194	119	47	28	43	55	152	1.809
<5> 05 Lager,	19	12	6	3	5	8	15	240
<6> 06 Nebenfl	96	60	23	13	23	31	76	1.123
<7> 07 Fahrzeu	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
<1> 01 Büros	2	-	-	-	-	-	0	37
<2> 02 Sonst.	9	0	-	-	-	-	3	145
<3> 03 WC und	9	1	-	-	-	-	3	149
<4> 04 Ruheräu	5	0	-	-	-	-	1	76
<5> 05 Lager,	7	3	-	-	1	0	3	80
<6> 06 Nebenfl	13	5	-	-	1	0	6	183
<7> 07 Fahrzeu	99	27	-	-	2	0	52	1.380
837								
466								
179								
104								
164								
220								
613								
9.204								

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

Zone	A _B m²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> 01 Büros	21	0,6	0,9	0,0	1,5
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	56	5,2	0,5	0,0	5,7
<3> 03 WC und Sanitär	65	-	-	0,0	0,0

Errichtung von Rettungswachen

Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude-Steinhagen"

Projekt	
Seite:	67

<4> 04 Ruheräume	36	3,3	0,3	0,0	3,6
<5> 05 Lager, Technik	50	-	-	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	82	-	-	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle	244	9,8	68,3	0,0	78,1

⇒ WE-Betrieb ...

<1> 01 Büros	-	-	0,0	0,0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	-	-	0,0	0,0
<3> 03 WC und Sanitär	-	-	0,0	0,0
<4> 04 Ruheräume	-	-	0,0	0,0
<5> 05 Lager, Technik	-	-	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	-	-	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle	-	-	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> 01 Büros	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0
<3> 03 WC und Sanitär	0,0	1,8	0,0	2,6	0,0
<4> 04 Ruheräume	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<5> 05 Lager, Technik	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<7> 07 Fahrzeughalle	0,0	9,3	1,8	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senkenq_{I,p} = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)q_{I,fac} = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und MaschinenQ_{I,g} = Q_{I,goods} = täglicher Wärmeeintrag durch StofftransporteQ_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

Q_{I,L} = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene AbluftsystemeQ_{I,h} = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe HeizsystemeQ_{I,w} = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe WarmwassersystemeQ_{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> 01 Büros	21	16	0	18	4	0,232
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	67	69	0	64	10	0,158
<3> 03 WC und Sanitär	67	17	179	40	5	0,127
<4> 04 Ruheräume	40	9	46	24	6	0,240
<5> 05 Lager, Technik	32	11	1	22	0	0,015
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	70	19	0	43	1	0,025
<7> 07 Fahrzeughalle	267	122	0	160	89	0,556
Zone	C _{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
<1> 01 Büros	50	37	28,38	2,77	0,987	1,000
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	50	136	20,69	2,29	0,988	1,000
<3> 03 WC und Sanitär	50	263	12,33	1,77	0,977	1,000

<4> 04 Ruheräume	50	95	18,72	2,17	0,965	1,000
<5> 05 Lager, Technik	50	44	55,95	4,50	1,000	1,000
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	50	88	46,68	3,92	1,000	1,000
<7> 07 Fahrzeughalle	50	389	31,38	2,96	0,913	1,000

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

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

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

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

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

7.1 Zone <1> 01 Büros

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 $Q_I = 1,5$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,817	0,942	0,979	0,987	0,987	0,983	0,970	0,802
$\eta_{source,WE}$		0,971	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,844
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	17	17	17	17	17	15	17	192
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.580
$Q_{h,b,RE}$	kWh	48	133	227	294	292	245	212	1.630
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	36	71	95	94	77	63	462
Q_T	kWh	89	165	239	295	294	253	238	1.945
Q_V	kWh	56	101	144	178	177	152	144	1.184
Q_S^*	kWh	34	23	12	7	9	15	29	343
Q_I^*	kWh	63	76	77	82	80	71	77	759

 $\eta_{source} / \eta_{source,WE}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb ($t_{nutz} < 365$)monatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$ Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \cdot \eta - Q_I^* \cdot \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

7.2 Zone <2> 02 Sonst. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 5,7 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,815	0,940	0,982	0,989	0,988	0,985	0,961	0,813
$\eta_{source,WE}$		0,788	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992	0,777
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	83	46	44	46	46	41	46	572
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.722
$Q_{h,b,RE}$	kWh	225	538	917	1.174	1.156	977	817	6.549
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	90	218	296	287	236	167	1.326
Q_T	kWh	283	522	756	934	929	800	752	6.154
Q_V	kWh	233	417	596	733	730	629	594	4.897
Q_S^*	kWh	214	151	61	37	57	72	198	1.799
Q_I^*	kWh	135	163	167	177	173	154	164	1.646

7.3 Zone <3> 03 WC und Sanitär

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,832	0,938	0,970	0,979	0,977	0,971	0,954	0,814
$\eta_{source,WE}$		0,984	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,868
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	51	53	51	53	53	47	53	596
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.349

$Q_{h,b,RE}$	kWh	178	419	616	757	749	636	581	4.442
$Q_{h,b,WE}$	kWh	11	120	230	306	301	250	208	1.516
Q_T	kWh	282	521	754	932	927	799	750	6.141
Q_V	kWh	66	156	195	224	223	196	197	1.000
Q_S^*	kWh	88	56	28	16	23	37	72	920
Q_I^*	kWh	71	85	87	93	91	81	87	867

7.4 Zone <4> 04 Ruheräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,6 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,660	0,859	0,952	0,970	0,965	0,956	0,889	0,704
$\eta_{source,WE}$		0,720	0,983	1,000	1,000	1,000	1,000	0,987	0,748
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	50	29	28	29	29	26	29	327
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.064
$Q_{h,b,RE}$	kWh	56	161	306	399	388	323	245	2.023
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	46	127	175	169	138	90	751
Q_T	kWh	170	313	453	560	557	480	451	3.689
Q_V	kWh	37	77	104	124	123	107	104	694
Q_S^*	kWh	135	107	45	27	42	53	141	1.128
Q_I^*	kWh	56	77	85	91	88	77	79	741

7.5 Zone <5> 05 Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,969
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	39	40	39	40	40	36	40	415
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.353
$Q_{h,b,RE}$	kWh	154	269	377	460	455	391	366	2.999
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	53	108	145	143	119	100	713
Q_T	kWh	137	254	367	453	451	389	365	2.990
Q_V	kWh	46	85	123	151	151	130	122	994
Q_S^*	kWh	26	15	6	3	6	8	18	311
Q_I^*	kWh	2	3	3	3	3	3	3	33

7.6 Zone <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,939
$\eta_{\text{source, WE}}$		0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,889
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	94	67	65	67	67	60	67	697
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.691
$Q_{h,b,RE}$	kWh	291	511	751	922	908	777	702	5.638
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	114	234	312	306	255	207	1.509
Q_T	kWh	296	546	790	976	971	836	786	6.433
Q_V	kWh	79	145	211	260	259	223	210	1.715
Q_S^*	kWh	108	65	23	13	24	31	81	1.129
Q_I^*	kWh	5	6	7	7	7	6	6	68

7.7 Zone <7> 07 Fahrzeughalle

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,0^\circ\text{C}$ und $Q_I = 78,1 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,7^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,335	0,714	0,872	0,915	0,913	0,904	0,856	0,547
$\eta_{\text{source, WE}}$		0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,762
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	114	216	209	216	216	195	216	1.716
t_h	h	37	744	720	744	744	672	744	5.162
$Q_{h,b,RE}$	kWh	16	355	1.076	1.625	1.588	1.296	952	7.254
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	241	729	1.044	1.023	848	652	4.722
Q_T	kWh	422	1.317	2.312	3.025	3.005	2.553	2.270	16.752
Q_V	kWh	171	516	886	1.153	1.146	974	872	6.448
Q_S^*	kWh	57	22	-	-	2	0	48	480
Q_I^*	kWh	553	1.224	1.473	1.615	1.611	1.435	1.490	11.191

7.8 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/(m ² a)
<1> 01 Büros	1.945	1.184	343	759	2.092	99,4
<2> 02 Sonst. Außen	6.154	4.897	1.799	1.646	7.875	139,7
<3> 03 WC und Sanit	6.141	1.000	920	867	5.958	92,0
<4> 04 Ruheräume	3.689	694	1.128	741	2.775	77,7
<5> 05 Lager, Techn	2.990	994	311	33	3.712	74,6
<6> 06 Nebenfl. o.	6.433	1.715	1.129	68	7.147	86,8
<7> 07 Fahrzeughall	16.752	6.448	480	11.191	11.976	49,1
	44.104	16.933	6.110	15.305	41.535	75,0

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	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
<3> 03 WC und Sanitär	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec75	20,0
<4> 04 Ruheräume	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec75	20,0
<5> 05 Lager, Technik	-	204 RLT-Anlage	VE LH rec75	20,0

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 972 / 972 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 250 / 250 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 7 / 7 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Feuchteanforderung $mT / oT = \text{mit} / \text{ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)}$

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech, m}$ m^3/h	$tv \cdot dy$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_V, Jan kWh
<3> 03 WC und Sanitär	972	276	0,41	0,27	186
<4> 04 Ruheräume	250	276	0,10	0,07	48
<5> 05 Lager, Technik	7	276	0,00	0,00	1

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<3> 03 WC und S	180	186	180	186	186	168	186	2.194
<4> 04 Ruheraum	46	48	46	48	48	43	48	562
<5> 05 Lager, T	1	1	1	1	1	1	1	16
	228	235	228	235	235	213	235	2.772

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

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

$PV, SUP / PV, ETA$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	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
<3> 03 WC und Sanitär	21,4	319	1,01	239	232	0,0
<4> 04 Ruheräume	21,4	319	1,01	239	60	0,0
<5> 05 Lager, Technik	21,4	319	1,01	239	2	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(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 <3> 03 WC und Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	18	64	162	239	232	192	147	1.147
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	20	71	178	263	256	212	162	1.261
		20	71	178	263	256	212	162	1.261

Zone <4> 04 Ruheräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	5	16	42	61	60	49	38	295
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	5	18	46	68	66	54	42	323
		25	89	224	330	321	266	203	1.585

Zone <5> 05 Lager, Technik

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
$t_{h^*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h^*,b}$	kWh	0	0	1	2	2	1	1	8
		25	89	225	332	323	267	205	1.593

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

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Fußbodenheizung		20	71	179	265	257	213	163	1.269
2 Deckenheizung		5	18	46	68	66	54	42	323
		25	89	225	332	323	267	205	1.593

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 (5), mit Dachoberlichtern (1)
Bezüge siehe DIN V 18599-4
Der Verbaubausindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
1 <1> 01 Büros » Nord	Nord 1	500	10,4	4,9	gut	89
2 <2> 02 Sonst. Aufenthalt	West 2	300	56,4	17,7	gut	90
3 <3> 03 WC und Sanitär » Nord	Nord 3	200	31,9	12,2	gut	96
4 <4> 04 Ruheräume » West	West 4	300	35,7	13,4	gut	91
5 <5> 05 Lager, Technik » Nord	Nord 5	100	7,8	2,6	gut	95

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
6 <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt	6	100	82,3	5,1	keine	83

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
<1> 01 Büros	21	10	11
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	56	56	0
<3> 03 WC und Sanitär	65	32	33
<4> 04 Ruheräume	36	36	0
<5> 05 Lager, Technik	50	8	42
<6> 06 Nebenfl. o. Außen	82	82	0
<7> 07 Fahrzeughalle	244	-	244

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich	C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 <1> 01 Büros » Nor	1	89	57	51	46	43	41	40
2 <2> 02 Sonst. Aufe	2	90	54	47	42	39	37	36
3 <3> 03 WC und Sani	3	96	51	44	39	36	33	33
4 <4> 04 Ruheräume »	4	91	54	47	42	39	37	36
5 <5> 05 Lager, Tech	5	95	52	45	40	36	34	34
6 <6> 06 Nebenfl. o.	6	83	69	62	56	52	49	49

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (7)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen lx	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> 01 Büros	1	500	9-1-2	10,1	0,85	105	2162	176	69
2 <2> 02 Sonst. Auf	2	300	9-1-1	4,0	0,75	87	1907	155	54
3 <3> 03 WC und San	3	200	9-1-1	3,6	0,55	61	1399	114	38
4 <4> 04 Ruheräume	4	300	9-1-1	4,0	0,75	87	1907	155	14
5 <5> 05 Lager, Tec	5	100	9-1-1	2,6	0,07	8	175	14	2
6 <6> 06 Nebenfl. o	6	100	9-1-1	1,3	0,14	22	369	30	6
7 <7> 07 Fahrzeughä	7	400	9-1-1	4,0	0,91	0	1826	47	202
									385

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 39 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 3/5/6/7/, Konstantlichtregelung: nein

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 765 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 3/5/6/7/, 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> 01 Büros	45	48	47	50	48	43	47	556
<2> 02 Sonst.	48	52	53	57	54	46	49	594
<3> 03 WC und	35	37	37	40	38	33	36	433
<4> 04 Ruheräu	11	13	14	17	14	11	12	144
<5> 05 Lager,	2	2	2	3	2	2	2	28
<6> 06 Nebenfl	5	6	6	6	6	5	5	64
<7> 07 Fahrzeu	176	182	176	182	182	164	182	2.142
	324	340	335	353	344	305	334	3.962

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB} \text{ W/m}^2$ (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 = $p_j * [ATL * (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL * (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)

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

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> 01 Büros	3	6	2,401	50,000	28,38	0,394
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	10	18	1,842	50,000	20,69	0,472
<3> 03 WC und Sanitär	6	11	1,829	50,000	12,33	0,442
<4> 04 Ruheräume	4	12	3,263	50,000	18,72	0,290
<5> 05 Lager, Technik	3	2	0,582	50,000	55,95	0,961
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	6	7	1,035	50,000	46,68	0,783
<7> 07 Fahrzeughalle	47	95	2,044	50,000	31,38	0,457

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
<1> 01 Büros	1	1	1	3	9	30	53	264
<2> 02 Sonst.	2	2	3	11	50	82	143	739
<3> 03 WC und	2	2	3	6	19	68	148	722
<4> 04 Ruheräu	3	4	5	19	78	112	172	906
<5> 05 Lager,	-	-	-	-	-	-	0	2
<6> 06 Nebenfl	-	-	-	-	0	3	13	60
<7> 07 Fahrzeu	72	74	73	117	239	497	721	4.465

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{C,b}Q_{C,b} = (1 - η) * Q_{source} mit Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source} (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)berechnet mit θ_{i,c} = θ_{i,c,soll} - 2K (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0**11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{C,max}**Q_{C,max} nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	t _{C,op,d} h/d	Q _{C,max} , Juli kW	Q _{C,max} , Sept kW	techn. gekühlt
<1> 01 Büros	13	0,5	0,3	ja
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	13	4,3	3,2	ja
<3> 03 WC und Sanitär	13	1,0	0,0	ja
<4> 04 Ruheräume	13	3,0	2,3	ja
<5> 05 Lager, Technik	13	0,2	0,0	ja
<6> 06 Nebenfl. o. Aufentha	13	1,2	0,6	ja
<7> 07 Fahrzeughalle	10	10,9	8,7	nein
		21,1	15,1	

Q_{C,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * EXP(-τ/120)) - c_{wirk}/60 * (Δθ - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_C - 1) (T2, C.1)mit t_{C,op,d} = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und Δθ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K**11.3 <1> 01 Büros****Erzeuger-Nutzkältebedarf**

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 18/20 (Bauteilaktivierung) (274 m²)

<1> 01 Büros

<2> 02 Sonst. Aufenthalt

<3> 03 WC und Sanitär

<5> 05 Lager Technik

<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 1,0 = 1,100$ (T7, Tab.14)

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	5	5	7	19	78	182	356	1.786
$Q_{C,outg}$	kWh	5	6	7	20	86	200	391	1.965
$t_{C,op}$	h	275	276	249	276	267	276	267	3.250

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 12,7$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	1	2	2	5	20	44	89	453
	kWh	1	2	2	5	20	44	89	453

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (213) 12,7 kW wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Kältemittel R134a, Trockenkühler, Kaltwasseraustrittstemperatur 14 °C (KKM), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (2/REF), EER = 3,70 mit $f_{C,B} = 1$ (Baujahr 2010), konstante Kühlwassermenge, spezifischer Energiebedarf des Rückkühlers $q_{R,el} = 0,030$ kW/kW (Gl.52)

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Einzelbüro"

<1> 01 Büros, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)

<2> 02 Sonst. Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)

<3> 03 WC und Sanitär, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)

<5> 05 Lager, Technik, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)

<6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)

Mittelwerte $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$

Betriebszeit der Rückkühlung $t_{R,op}$ nach Gl.58 (Maximum aus RLT- und Raumkühlung)

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

Endenergie Rückkühlung $W_{C,f,R,el} = Q_{C,outg} \cdot (1 + 1 / EER) \cdot q_{R,el} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op}$ (Gl.52), $f_{R,av,i.M.} = 0,09$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	5	6	7	20	86	200	391	1.965
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	2	4	18	43	84	421
$t_{R,op}$	h/m	275	276	249	276	267	276	267	3.250

$W_{C,f,R,el}$ kWh 12 12 11 12 12 12 12 142

Regenerativer Anteil $Q_{C,reg} = + 1.965 - 422 = 1.544$ kWh/a (78,5 %)

11.4 <2> 02 Sonst. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.5 <3> 03 WC und Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.6 <4> 04 Ruheräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 16/18 (Kühldecke) (36 m²)

<4> 04 Ruheräume

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	3	4	5	19	78	112	172	906
$Q_{C,outg}$	kWh	3	4	5	19	78	112	172	906
$t_{C,op}$	h	139	172	193	276	267	276	267	2.925

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 6,1$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	1	1	1	5	19	27	41	218
	kWh	1	1	1	5	19	27	41	218

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (213) 6,1 kW wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Kältemittel R134a, Trockenkühler, Kaltwasseraustrittstemperatur 14 °C (KKM), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (2/REF), EER = 3,70 mit $f_{C,B} = 1$ (Baujahr 2010), konstante Kühlwassermenge, spezifischer Energiebedarf des Rückkühlers $q_{R,el} = 0,030$ kW/kW (Gl.52)

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

A:
Kennwerttabellen für Nutzungsart "Sonstige Aufenthaltsräume"
<4> 04 Ruheräume, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$ (A3)
Mittelwerte $PLV_{AV} = 1,26$, $f_R = 0,09$
Betriebszeit der Rückkühlung $t_{R,op}$ nach Gl.58 (Maximum aus RLT- und Raumkühlung)

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$
Endenergie Rückkühlung $W_{C,f,R,el} = Q_{C,outg} * (1 + 1 / EER) * q_{R,el} * f_{R,av} * t_{R,op}$ (Gl.52), $f_{R,av,i.M.} = 0,09$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	3	4	5	19	78	112	172	906
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	1	4	17	24	37	194
$t_{R,op}$	h/m	139	172	193	276	267	276	267	2.925
$W_{C,f,R,el}$	kWh	3	4	4	6	6	6	6	61

Regenerativer Anteil $Q_{C,reg} = + 906 - 194 = 711$ kWh/a (78,5 %)

11.7 <5> 05 Lager, Technik

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.8 <6> 06 Nebenfl. o. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> 01 Büros"

11.10 Endenergie Klimasysteme

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	2	2	2	9	35	67	121	616
$Q_{C,aux}$	kWh	17	18	18	27	56	89	147	873
Strom-Mix	kWh	2	2	3	9	35	67	121	616

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (201 Einzelbüro), 2 (217 Sonstige Aufenthaltsräume), 3 (216 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	1	1	2	6	26	45	79	405

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> 01 Büros	nicht relevant				-
<2> 02 Sonst. Aufent	nicht relevant				-
<3> 03 WC und Sanitä	Rettungswache	1,500	Person	4	127

<4> 04 Ruheräume nicht relevant
 <5> 05 Lager, Techni nicht relevant
 <6> 06 Nebenfl. o. A nicht relevant
 <7> 07 Fahrzeughalle nicht relevant

-
-
-
-

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

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	3/	1,00	1.500
2			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

Verteilssystem: 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 Rohrabchnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb $57,5^\circ\text{C}$ (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,21$ m³/h, $\Delta p = 14,1$ kPa, $P_{hydr} = 0,814$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 19,1$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)				Stränge (S)		Stichltg. (St)	
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3								
Leitungslängen l_i	76 m				5 m		32 m	
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,200 W/(mK)				0,255 W/(mK)		0,255 W/(mK)	
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	34,5 °C				32,9 °C		32,9 °C	
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	13,0 °C				19,9 °C		19,9 °C	
Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3

$Q_{w,b}$	kWh	123	127	123	127	127	115	127	1.500
$Q_{w,d,V}$	kWh	392	405	392	405	405	366	405	4.767
$Q_{w,d,S}$	kWh	24	25	25	26	26	23	26	299
$Q_{w,d,St}$	kWh	49	52	51	54	54	48	53	608
$Q_{w,d}$	kWh	465	482	468	484	484	437	483	5.674
$W_{w,d}$	kWh	4	4	4	4	4	3	4	43
$Q_{I,w,d}$	kWh	73	77	76	80	79	72	78	907

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3
indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 13$ Liter
Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 0,9$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)
Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_l 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C
Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} \cdot (55-T_u)/45 \cdot d_{op,mth} \cdot Q_{s,P0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)
Speicherladepumpe mit $P_p = 44$ 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 3									
$Q_{w,outg}$	kWh	588	609	591	612	612	552	611	7.174
$Q_{w,s}$	kWh	22	22	22	22	22	20	22	245
$W_{w,s}$	kWh	1	1	1	1	1	1	1	15

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 3									
$Q_{w,outg}$	kWh	610	632	613	634	634	573	633	7.419

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3
Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010 für Heizung und WW, 14,3 kW
Energieträger Strom-Mix, 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 $SPF_{w,gen,a} = 7419/(2694+0+0) = 2,75$ (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 $W_{w,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf der Wärmepumpe
COP = Leistungszahl der WP, $t_{w,gen}$ = Laufzeit, $Q_{w,in}$ = verwendete Umweltwärme (Gl.80)
 $Q_{w,f,hu}$ = Nutzwärmebedarf der Nachheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 3, Jahresarbeitszahl _{WW} = 2,75									
$Q_{w,outg}$	kWh	610	632	613	634	634	573	633	7.419
COP		3,41	2,87	2,31	2,08	2,08	2,10	2,36	
$t_{w,gen}$	h/d	1,8	2,0	2,4	2,7	2,7	2,6	2,4	
$Q_{w,f}$	kWh	179	220	266	305	305	273	268	2.694
$Q_{w,in}$	kWh	431	411	347	329	329	300	365	4.725

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

12.8 Wärmeerzeugung

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht vorgesehen

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	610	632	613	634	634	573	633	7.419
$Q_{w,f}$	kWh	179	220	266	305	305	273	268	2.694
$W_{w,f}$	kWh	5	5	5	5	5	4	5	58
Strom-Mix	kWh	179	220	266	305	305	273	268	2.694
$Q_{I,w,<3>}$	kWh/d	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = 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} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> 01 Büros	0,7	0,3	0	0,0	0,9
<2> 02 Sonst. Aufenthalt	2,1	1,1	0	0,0	3,2
<3> 03 WC und Sanitär	2,1	0,3	972	2,6	5,1
<4> 04 Ruheräume	1,3	0,1	251	0,7	2,1
<5> 05 Lager, Technik	1,0	0,2	7	0,0	1,2
<6> 06 Nebenfl. o. Aufenhta	2,2	0,3	0	0,0	2,5
<7> 07 Fahrzeughalle	7,2	1,6	0	0,0	8,9

$Q_{T,max}$ = 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)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem		*	28.054	13,0	14,3
2 Deckenheizung		4/	3.098	2,1	2,3
3 Hallenheizung Deckenstrahlplatten		7/	11.976	8,9	9,7
4					
* = 1/2/3/5/6/					

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

<2> hydraulischer Abgleich dynamisch je Kreis + belastungsabhängig, System Deckenheizung, Raumtemperaturregelung P-Regler zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

<3> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Normausführung, $\theta_{str} = 0,4 \text{ K/m}$, $\Delta\theta_{str} = 0,21 \text{ °K}$, P-Regler zertifiziert

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	908	2.283	3.750	4.763	4.690	3.965	3.425	26.785
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	20	71	179	265	257	213	163	1.269
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	56	207	433	574	557	461	335	2.775
$Q_{h^*,b}, <2>$	kWh	5	18	46	68	66	54	42	323
$Q_{h,b}, <3>$	kWh	16	596	1.805	2.670	2.611	2.144	1.605	11.976

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <1> 01 Büros

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.580
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	243
$t_{h,rL} <1>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.642

(2) Bereich "Deckenheizung", Leitzone <4> 04 Ruheräume

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <4>$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	6.064
$t_{h,rL,d} <4>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <4>$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	199
$t_{h,rL} <4>$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	3.079

(3) Bereich "Hallenheizung Deckenstrahlplatten", Leitzone <7> 07 Fahrzeughalle

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <7>$	h/m	37	744	720	744	744	672	744	5.162
$t_{h,rL,d} <7>$	h/d	24	24	24	24	24	24	24	
$d_{h,rB} <7>$	d/m	1	22	23	26	25	23	24	166
$t_{h,rL} <7>$	h/m	24	525	561	612	612	544	574	3.987

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

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

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

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

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (7,9\%)}$$

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

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

(2) Deckenheizung

hydraulischer Abgleich dynamisch je Kreis + belastungsabhängig, System Deckenheizung, Raumtemperaturregelung P-Regler zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem eigenständig

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7+0,7+(0,7+0,5)/2+0+0,2-0,5 = 1,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (10,9\%)}$$

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

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

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Normausführung, $\theta_{str} = 0,4 \text{ K/m}$, $\Delta\vartheta_{str} = 0,21^\circ\text{K}$, P-Regler zertifiziert

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+0,5+0,2062+0+0,7 = 1,61^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e) \text{ (Gl.34) (12,1\%)}$$

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: indirekter Luftheizer, $hR \leq 8\text{m}$, geregelter EC-Motor,

$$f_{h,ce,aux} = 0,004$$

$$W_{h,ce} = f_{h,ce,aux} * Q_{h,b} \text{ (Gl.49 / 51), ungeregelte Wärmeeinträge } Q_{l,h,ce} = W_{h,ce}$$

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	908	2.283	3.750	4.763	4.690	3.965	3.425	26.785
$Q_{h,ce}$	kWh	157	231	258	275	272	241	244	2.114
$W_{h,ce}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
(2) Deckenheizung									
$Q_{h,b}$	kWh	56	207	433	574	557	461	335	2.775
$Q_{h,ce}$	kWh	15	32	46	51	50	43	37	303
$W_{h,ce}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten									
$Q_{h,b}$	kWh	16	596	1.805	2.670	2.611	2.144	1.605	11.976
$Q_{h,ce}$	kWh	10	128	225	267	263	229	210	1.446
$W_{h,ce}$	kWh	0	2	7	11	10	9	6	48
$Q_{I,h,ce}$	kWh	0	2	7	11	10	9	6	48
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	1.161	3.476	6.518	8.600	8.443	7.083	5.855	45.399

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

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

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

Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe $W_{h,ce}$ mit den Parametern
 P_C = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.20 oder Herstellerangabe)
 P_V / P_P = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.21)
 $P_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung ($h_R > 4m$, Gl.49)

13.5 Heizwärmeverteilung

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteilttyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 274,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,01 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 40 \text{ °C} / \theta_{RA} = 30 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 49 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Deckenheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2 Etagenverteilttyp, Einrohrnetz, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 36,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,01 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 50 \text{ °C} / \theta_{RA} = 35 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 45 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. \text{ Abgleich}} = 1,00$, $f_{Netzform} = 3,71$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "5 Werkhallen, Werkstätten", Netztyp 4 Strahlungs- / Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 244,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 5,05 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 40 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<7>} = 17,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	91,7 m	4,3 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) Deckenheizung			
Leitungslängen l_i	37,3 m	0,4 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)

Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$ 13,0 °C 20,0 °C 20,0 °C

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

Leitungslängen l_i 44,5 m 0,5 m 24,3 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) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,11	0,26	0,43	0,52	0,51	0,48	0,38	
$\theta_{VL,av}$	°C	23,6	26,6	29,8	31,5	31,4	30,8	28,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	22,3	23,6	25,2	26,0	25,9	25,6	24,7	
$Q_{h,d}$	kWh	50	70	106	138	136	115	102	789
$W_{h,d}$	kWh	14	19	23	27	27	23	23	202
$Q_{I,h,d}$	kWh	1	2	3	4	4	4	3	24

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,7 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,1 \%$
 Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) Deckenheizung

$\beta_{h,d}$		0,07	0,15	0,32	0,40	0,39	0,36	0,24	
$\theta_{VL,av}$	°C	23,5	26,2	31,1	33,6	33,2	32,3	28,8	
$\theta_{RL,av}$	°C	22,2	23,5	25,9	27,1	26,9	26,5	24,8	
$Q_{h,d}$	kWh	14	27	45	60	59	49	41	320
$W_{h,d}$	kWh	8	15	19	22	22	19	17	140
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	0	0	1	1	0	0	3

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

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

$\beta_{h,d}$		0,08	0,11	0,32	0,45	0,44	0,40	0,28	
$\theta_{VL,av}$	°C	20,8	22,1	30,5	35,2	34,9	33,5	28,8	
$\theta_{RL,av}$	°C	19,3	20,1	25,1	28,0	27,8	27,0	24,1	
$Q_{h,d}$	kWh	1	41	102	147	144	119	92	683
$W_{h,d}$	kWh	0	6	8	10	10	9	8	57
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	4	28	45	44	35	23	181

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,5 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,4 \%$
 Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3
 Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9

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

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

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

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	1.135	2.654	4.293	5.440	5.356	4.534	3.934	30.957

(2) Deckenheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	89	285	571	753	732	608	454	3.721

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	27	765	2.132	3.083	3.018	2.491	1.907	14.105

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 136 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 2,0 \text{ kWh/d}$, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 48 \text{ W}$

(2) Deckenheizung

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 22 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$

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

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 41 \text{ W}$

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 94 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0 \text{ °C}$

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 2,1 \text{ kWh/d}$, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

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

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

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

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	23	25	28	29	29	29	27	
$Q_{h,s}$	kWh	16	21	24	27	27	24	24	185
$W_{h,s}$	kWh	4	10	16	20	20	17	15	118

(2) Deckenheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	23	26	30	32	32	31	28	
$Q_{h,s}$	kWh	11	14	18	21	21	18	16	131

$W_{h,s}$	kWh	3	6	11	15	14	12	9	76
-----------	-----	---	---	----	----	----	----	---	----

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	20	21	28	32	32	31	27	
$Q_{h,s}$	kWh	12	14	26	33	33	28	24	183
$W_{h,s}$	kWh	3	4	11	16	16	13	10	80

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010
für Heizung und WW, 14,3 kW
Energieträger Strom-Mix, 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 stundenanteilig 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)

Nachheizung mit elektrischem Heizstab

(2) Deckenheizung

Wärmepumpe 2, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010
für Heizung und WW, 2,3 kW
Energieträger Strom-Mix, 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 stundenanteilig 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)

Nachheizung mit elektrischem Heizstab

(3) Hallenheizung Deckenstrahlplatten

Wärmepumpe 3, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010
für Heizung und WW, 9,7 kW
Energieträger Strom-Mix, 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 stundenanteilig 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)

Nachheizung mit elektrischem Heizstab

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

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

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

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

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

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,45

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	1.152	2.675	4.317	5.468	5.383	4.558	3.957	31.142
COP		4,67	4,01	3,64	3,29	3,33	3,37	3,68	
t _{ON,g,d}	h/d	2,7	6,4	11,2	14,2	13,7	13,2	10,1	
Q _{h,f}	kWh	289	706	1.204	1.595	1.532	1.336	1.110	8.731
Q _{h,f, bu}	kWh	-	-	62	312	422	168	38	1.003
Q _{h,f, sum}	kWh	289	706	1.267	1.908	1.954	1.503	1.147	9.733
Q _{h, in}	kWh	863	1.969	3.051	3.560	3.430	3.055	2.810	21.409

Wärmepumpe 2, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,44

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	100	299	589	774	752	626	470	3.852
COP		5,00	4,29	3,69	3,26	3,32	3,38	3,88	
t _{ON,g,d}	h/d	1,3	4,1	9,0	12,6	12,2	11,0	7,0	
Q _{h,f}	kWh	23	74	165	244	235	191	127	1.119
Q _{h,f, bu}	kWh	-	-	-	-	2	-	-	2
Q _{h,f, sum}	kWh	23	74	165	244	237	191	127	1.122
Q _{h, in}	kWh	76	225	423	530	515	435	344	2.731

Wärmepumpe 3, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,16

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	39	779	2.158	3.117	3.051	2.519	1.931	14.288
COP		4,41	3,78	3,43	3,06	3,11	3,12	3,49	
t _{ON,g,d}	h/d	0,1	2,6	7,9	12,1	11,8	10,6	6,9	
Q _{h,f}	kWh	10	220	649	1.036	992	824	579	4.511
Q _{h,f, bu}	kWh	-	-	-	-	33	-	-	33
Q _{h,f, sum}	kWh	11	220	649	1.036	1.025	824	579	4.543
Q _{h, in}	kWh	29	559	1.508	2.081	2.026	1.695	1.352	9.745

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

nicht vorgesehen

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,f}	kWh	323	1.000	2.081	3.187	3.216	2.519	1.853	15.399
W _h	kWh	32	61	96	121	119	102	88	723
Strom-Mix	kWh	323	1.000	2.081	3.187	3.216	2.519	1.853	15.399
Q _{I,h,<1>}	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Q _{I,h,<2>}	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Q _{I,h,<3>}	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,0	0,2	1,2	1,8	1,8	1,6	1,0

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 8,37 kWp, quadratmeterbezogen $8,37 / (554,1) = 0,015 \text{ kWp/m}^2$

46m² PV-Module S-O 10° Standort Deutschland (Potsdam)

weitere PV-Module, 10,19 kWp, N-W 10°, $f_{\text{perf}} 0,75$

$Q_{f,\text{prod},\text{PV}} = E_{\text{sol}} \cdot P_{\text{pk}} \cdot f_{\text{perf}} / I_{\text{ref}}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64

$Q_{f,\text{nutz},\text{PV}}$ durch monatliche Aufrechnung $\text{MIN}(Q_{f,\text{prod},\text{PV}} / Q_{\text{Bedarf}})$ (anrechenbar)

Strombedarf für Warmwasser Heizwärme Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	1.197	1.903	3.034	4.226	4.244	3.436	2.818	27.096
Stromangebot	kWh	1.146	718	280	158	270	370	904	13.420
anrechenbar	kWh	1.146	718	280	158	270	370	904	10.048

Jahres-Stromproduktion = 13.420 kWh/a, Strombedarf = 27.096 kWh/a, anrechenbar = 10.048 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Warmwasser	3/	2.694	1,80	1,00	4.850
Strom-Mix	Heizwärme	*	15.399	1,80	1,00	27.717
Strom-Mix	Klimakälte	**	405	1,80	1,00	729
Strom-Mix	Beleuchtung	***	3.962	1,80	1,00	7.131
Strom-Mix	Hilfsenergie		4.426	1,80	1,00	7.968
Strom-Mix	Stromgutschrift		-10.048	1,80	1,00	-18.087
$\Sigma \text{ [kWh/Jahr]}$			16.838			30.308

* = 1/2/3/4/5/6/7/

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

*** = 1/2/3/4/5/6/7/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 30.308 / 554 = 54,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{\text{NGF}} = 554 \text{ m}^2$)

Endenergie brennwertbezogen = 16.838 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 8,0 kWh/(m²a), Strom-Mix 40,5 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -18,1 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m² a)
Strom-Mix	2.694	560	1.509	
Strom-Mix	15.399	560	8.623	
Strom-Mix	405	560	227	
Strom-Mix	3.962	560	2.219	
Strom-Mix	4.426	560	2.479	
Strom-Mix	-10.048	560	-5.627	
	16.838		9.429	17,0

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> 01 Büros	21	-	555	62	-	759	1.376
<2> 02 Sonst. Auf	56	-	594	174	-	2.860	3.628
<3> 03 WC und San	65	-	433	170	2.693	2.164	5.461
<4> 04 Ruheräume	36	-	144	194	-	1.122	1.460
<5> 05 Lager, Tec	50	-	28	0	-	1.348	1.377
<6> 06 Nebenfl. o	82	-	64	14	-	2.598	2.676
<7> 07 Fahrzeughä	244	-	2.142	-	-	4.544	6.686
Gebäude	554	-	3.962	616	2.694	15.398	22.670

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	5,0	7,1	4,9	2,7	77,8	97,6
Endenergiebedarf	5,0	7,1	2,3	5,0	29,1	48,5
Primärenergiebedarf	9,0	12,9	4,2	8,9	52,4	87,3

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "Referenzgebäude-Steinhagen"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
zul $q_{P,REF} = 162,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung
zul $q_P = 162,6 - 45\% = 89,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh $q_P = 30.308 / 554,1 = 54,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 54,7 \leq 89,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% Erneuerbare
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**

7. Zusammenstellung GEG-Berechnung

7.1. Wärmebrückenberechnung

Die Wärmebrückeneinflüsse werden mit einem pauschalen Wärmebrückenzuschlag von $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für Hüllflächen berücksichtigt.

7.2. Gebäudedichtheit

Eine Dichtheitsprüfung (Blower-Door-Test) gem. GEG § 26 ist durchzuführen.

7.3. Anlagentechnik

Heizungssysteme / Heizwärmeerzeuger:

Eingesetzte **Heizsysteme** in **Zonen 1,2,3,5,6**:

- Fußbodenheizung, P-Regler zertifiziert, Vor-/Rücklauftemperatur $40/30 \text{ }^\circ\text{C}$
- Kein intermittierender Heizbetrieb, mit Einzelraumregelung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher, Nachheizung elektrisch
- Nutzungstyp 1 Wohnen, Büro, Hotels, Netztyp 2 Etagenverteiltertyp
- Heizpumpe: Δp konstant, bedarfsgerecht, außentemperaturgeführt

Eingesetzte **Heizsysteme** in **Zone 4**:

- Deckenheizung, P-Regler zertifiziert, Vor-/Rücklauftemperatur $50/35 \text{ }^\circ\text{C}$
- Kein intermittierender Heizbetrieb, mit Einzelraumregelung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher, Nachheizung elektrisch
- Nutzungstyp 5 Werkhallen, Werkstätten, Netztyp 2 Etagenverteiltertyp
- Heizpumpe: Δp konstant, bedarfsgerecht, außentemperaturgeführt

Eingesetzte **Heizsysteme** in **Zone 7**:

- Hallenheizung Deckenstrahlplatten, P-Regler zertifiziert, Vor-/Rücklauftemperatur $55/40 \text{ }^\circ\text{C}$
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher, Nachheizung elektrisch
- Nutzungstyp 5 Werkhallen, Werkstätten, Netztyp 4 Strahlungs-/ Luftheizung
- Heizpumpe: Δp konstant, bedarfsgerecht, außentemperaturgeführt

Warmwasserbereitung:

In **Zone 3** (WC, Sanitär):

- Zentrale WW- Versorgung mit geregelter, bedarfsgerechter Pumpe zur Verteilung
- Wärmeerzeuger: Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Warmwasserspeicher

RLT-Systeme:

- In den **Zonen 1,2,6,7**: natürliche Belüftung
- In den **Zone 3,4,5**: mechanische Belüftung mit WRG ($\geq 75\%$), Konstantvolumenstrom, balanciert
- Zuluftkonditionierung (Lufterhitzer), ohne Feuchteanforderungen

Klima-Kältesystem:

- In den **Zonen 1,2,3,5,6**: Rumkühlung über die FBH-Heizung (Bauteilaktivierung), wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Trockenkühler ($14 \text{ }^\circ\text{C}$), bedarfsgerechte Kälteverteilung
- In der **Zone 4**: Raumkühlung Kaltwasser über Kühldecke, wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Trockenkühler ($14 \text{ }^\circ\text{C}$), bedarfsgerechte Kälteverteilung

Photovoltaik:

- Anzahl der Anlagen: 1
- Fläche: 102,0 m²
- Monokristallines Silizium
- Orientierung: Nordwesten, Südosten
- Neigung: 10°
- Modulfläche pro Anlage (Apparaturfläche): 102,0 m² Monokristallin (dies entspricht 18,56 kWp Stromangebot bei einer spezifischen Leistung von 0,182 kW/m² PV-Modul). Nach Vorgabe GEG ist der Peakleistungskoeffizient nach DIN V 18599 ohne Berücksichtigung von Produktwerten maßgeblich. Das bedeutet, dass die Nettomodulfläche und die Modulart nachzuweisen sind.

7.4. Ergebnisse GEG-Nachweis

	Nachweis: Einhaltung Primärenergiebedarf q_p (kWh/m ² a)	Nachweis: Einhaltung mittlere U-Werte		
		opak W/(m ² K)	Fenster W/(m ² K)	Lichtkuppeln W/(m ² K)
Referenzgebäude	162,6	-	-	-
GEG Anforderungen	89,4	0,28 (Ti ≥19°C) 0,50 (Ti <19°C)	1,50 (Ti ≥19°C) 2,80 (Ti <19°C)	2,50 (Ti ≥19°C) 3,10 (Ti <19°C)
vorhandene Werte	54,7 erfüllt	0,16 (Ti ≥19°C) 0,20 (Ti <19°C) erfüllt	1,06 (Ti ≥19°C) - erfüllt	1,40 (Ti ≥19°C) 2,10 (Ti <19°C) erfüllt



Projekt	
Seite:	95

Aufgestellt:



Wärmeschutzplan

Grundriss

Bearbeiter/in	Datum	Maßstab
		1:100
Leistungsphase	Genehmigungsplanung	
Projekt-Nr.	Plan-ID	Index
		WS-01

Zonierung Wärmeschutz

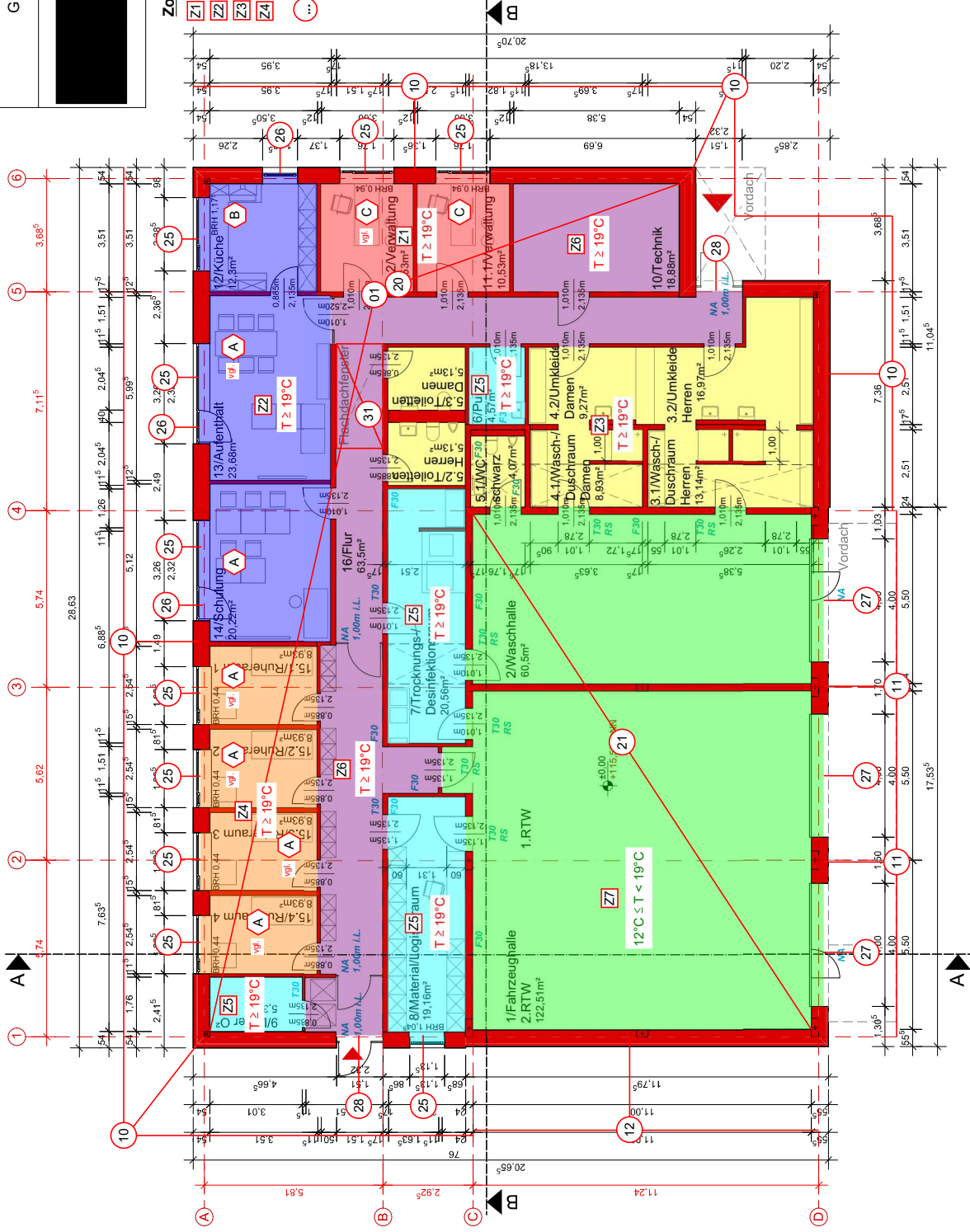
- Z1** Büros **T ≥ 19°C**
Z2 Sonst. Aufenthalt **T ≥ 19°C**
Z3 WC und Sanitär **T ≥ 19°C**
Z4 Ruheräume **T ≥ 19°C**
... Bauteil Wärmeschutz
- Z5** Lager, Technik **T ≥ 19°C**
Z6 Nebenfl. o. Aufenthalt **T ≥ 19°C**
Z7 Fahrzeughalle **12°C ≤ T < 19°C**
Z8 Ruheräume **T ≥ 19°C**
- ...** Nachweis sommerlicher Wärmeschutz



Vorbau
Retungswache Steinhamen
Bahnhofstrasse, 33903 Steinhamen
Bahnhofschaft
Kreis Gütersloh
Herzebrocker Strasse 140
33334 Gütersloh

Plan
Erdgeschoss
OKFFB = ±0,00 = +114,65 ü.NN
Bahnhofschaft

01.09.2025
01.09.2025



Wärmeschutzplan

Grundriss Luftraum

Bearbeiter/in	Datum	Maßstab
		1:100
Leistungsphase	Genehmigungsplanung	
Projekt-Nr.	Plan-ID	Index
		WS-02

Zonierung Wärmeschutz

- Z1

Büros
- Z2

Sonst. Aufenthalt
- Z3

WC und Sanitär
- Z4

Ruheräume
- ...

Bauteil Wärmeschutz

T ≥ 19°C

Lager, Technik

T ≥ 19°C

Nebenfl. o. Aufenthalt

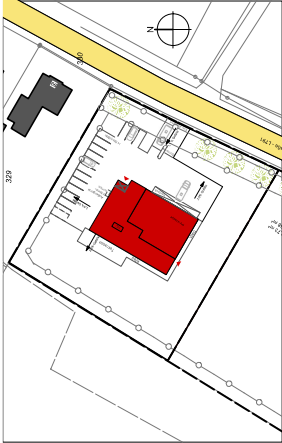
T ≥ 19°C

Fahrzeughalle

T ≥ 19°C

12°C ≤ T < 19°C

Nachweis sommerlicher Wärmeschutz



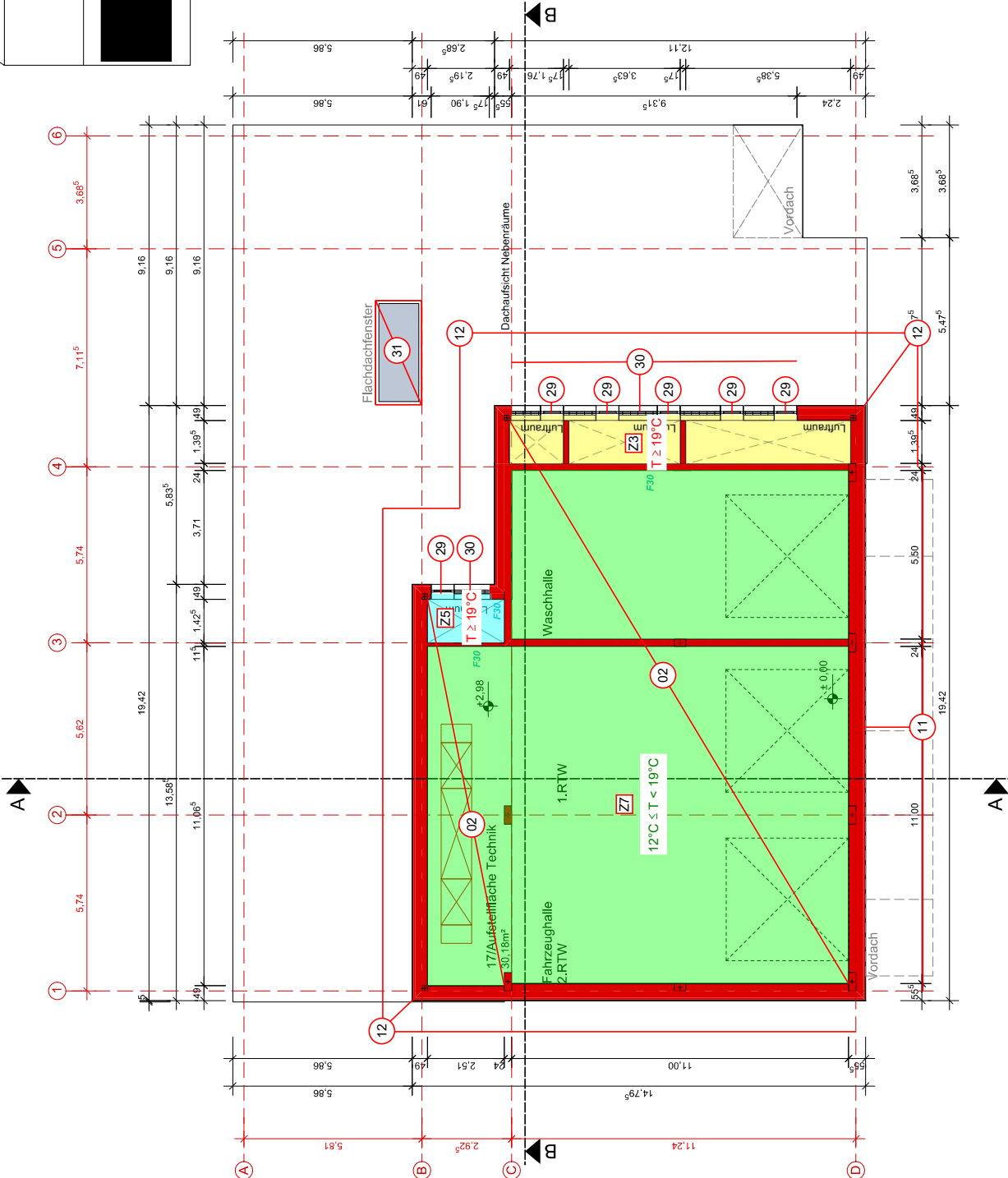
Vollnamen
Retungswache Steinhausen
Bahnhofstrasse, 33803 Steinhausen

Bauherrschaft
Kreis Gütersloh
Herzebrocker Strasse 140
33334 Gütersloh

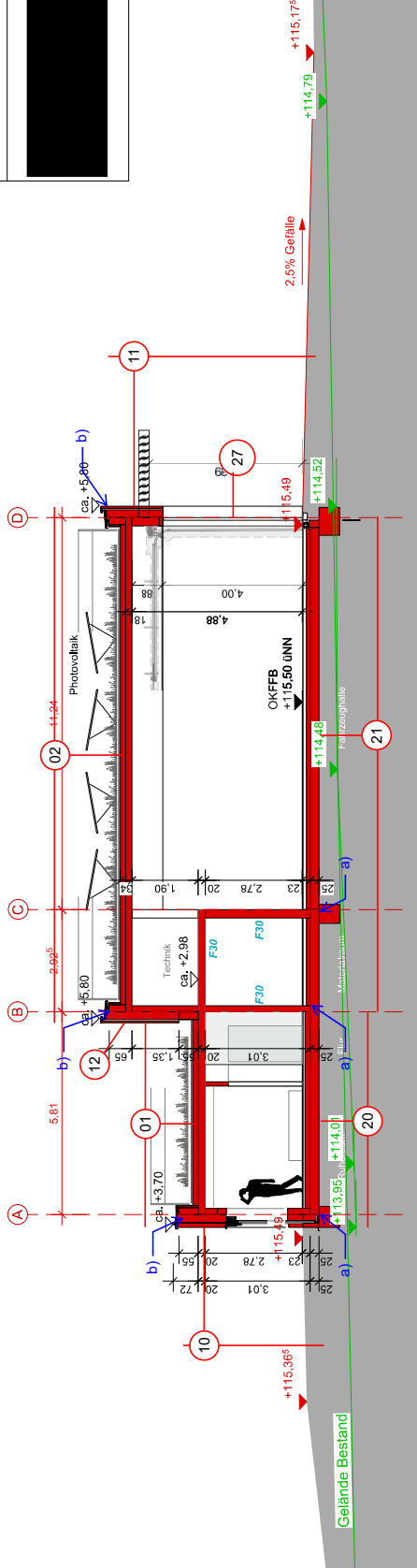
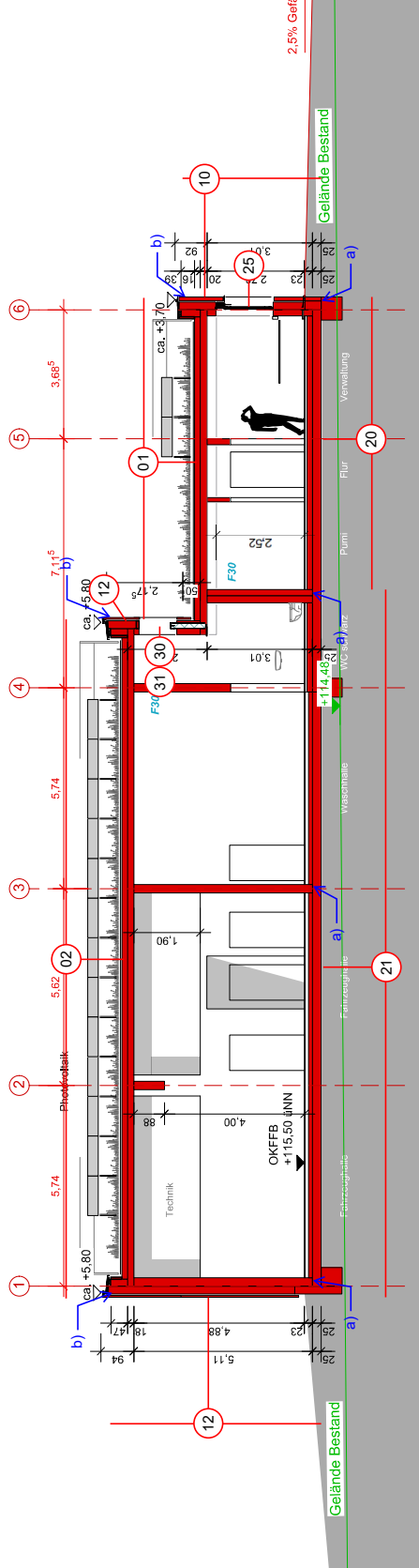
Plan
Obergeschoss
Bauherrschaft

01.09.2025

01.09.2025



- ... Bauteil Wärmeschutz
- (a) Die Mauerwerkswände sind mit einem ISO-Kimmstein auszuführen.
- (b) Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante Attika hochzuführen. Des Weiteren ist die Attika innen und oben mit $\geq 5\text{ cm}$ Dämmung (WLG 035) zu umdämmen.

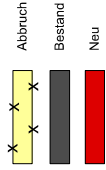
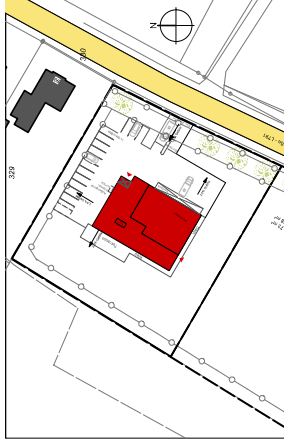


Wärmeschutzplan

Schnitte

Bearbeiter/in	Datum	Maßstab
		1:100
Leistungsphase	Genehmigungsplanung	
Projekt-Nr.	Plan-ID	Index
	WS-03	

LEGENDE 1:100



Vorbau
Rettungswache Steinhagen
Bahnhofstrasse, 33903 Steinhagen

Bauherrschaft
Kreis Gütersloh
Herzebrocker Strasse 140
33334 Gütersloh

Plan
Schnitte
Bauherrschaft

01.09.2025

01.09.2025

Anhang Wärmeschutzpläne

Zonenbeschreibung – [REDACTED] Rettungswachen Halle u. Steinhagen

Zone	Bezeichnung	Temperatur	Heizung	Lüftung	Weiteres	Zone lt. DIN 18599-10
1	Büros	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, FBH		Kühlung über FBH	1 Einzelbüro
2	Sonst. Aufenthalt	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, FBH		Kühlung über FBH	17 Sonst. Aufenthalt
3	WC und Sanitär	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, FBH	RLT mit WRG, Zuluftkonditionierung	Kühlung über FBH	16 WC und Sanität in NWG
4	Ruheräume	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, WW-Deckensegel	RLT mit WRG, Zuluftkonditionierung	Kühlung über Deckensegel	17 Sonst. Aufenthalt
5	Lager, Technik	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, FBH	RLT mit WRG, Zuluftkonditionierung	Kühlung über FBH	20 Lager, Technik, Archiv
6	Nebenfl. o. Aufenthalt	T ≥ 19°C	Luft-Wasser-WP, FBH		Kühlung über FBH	18 Nebenfl. o. Aufenthalt
7	Fahrzeughalle	12°C ≤ T ≤ 19°C	Luft-Wasser-WP, WW-Deckenpl.			22.2 Mittelschwere Arbeit
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

FBH = Fußbodenheizung
WRG = Wärmerückgewinnung