

Bauphysikalische Nachweise

nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020

Genehmigungsplanung

Bauteil 2

Funktionsgebäude

Projekt: 20-1313 Sportanlage Lüttinghof

Bauvorhaben: Erweiterung u. Sanierung Sportanlage Lüttinghof
Lüttinghofstraße 3
45896 Gelsenkirchen

Bauherr: Stadt Gelsenkirchen, Hochbau und Liegenschaften
Goldbergstraße 12
45894 Gelsenkirchen

Aufsteller:

**BRÖCKLING
VULLHORST**
ingenieure

Josef-Förster-Straße 4
33161 Hövelhof

T 05257 9822-0

F 05257 9822-22

E info@bv-ingenieure.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Grundlagen der Berechnung	3
1.1. Normen, Richtlinien und Vorschriften.....	4
2. Pläne	5
2.1. Lageplan	5
2.2. Grundriss	5
3. Bauteilquerschnitte	6
3.1. Bauteilberechnung Flachdach - "BT01-FD"	6
3.2. - 3.4 Reservepositionen	7
3.5. Bauteilberechnung Außenwand- "BT05-AW"	8
3.6. Bauteilberechnung Außenwand Eingang - "BT06-AW-Eingang"	10
3.7. Bauteilberechnung Trennwand zu niedrig beheizt - "BT07-TW-niedrigbeh"	11
3.8. Bauteilberechnung Außenwand Lager, Technik - "BT08-AW-niedrigbeh"	12
3.9. Reserveposition	13
3.10. Bauteilberechnung Sohle - "BT10-SO"	14
3.11. Reserveposition	15
3.12. Bauteilberechnung kleine Fenster - "BT12-kIFE"	16
3.13. Reserveposition	16
3.14. Bauteilberechnung Außentür - "BT14-AT"	16
3.15. Bauteilberechnung Tür Technik - "BT15-AT-Technik"	17
3.16. Bauteilberechnung Tor - "BT16-Tor"	17
4. Sommerlicher Wärmeschutz.....	18
5. Energetische Bewertung von Gebäuden – "Referenzgebäude"	19
6. Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude".....	37
7. Nutzung von erneuerbaren Energien.....	57
8. Zusammenstellung GEG-Berechnung.....	58
8.1. Gebäudedichtheit.....	58
8.2. Anlagentechnik	58
8.3. Ergebnisse GEG-Nachweis	59

1. Grundlagen der Berechnung

In Gelsenkirchen wird ein Funktionsgebäude neu errichtet. Der Neubau wird für Duschräume und Umkleiden einer Sportanlage sowie zu Lagerzwecken genutzt.

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

Der GEG-Nachweis wird mit dem Nachweisverfahren "Regelverfahren für Nichtwohngebäude" nach GEG 2020, §18,19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten", geführt.

Das Gebäude wird in 2 Zonen unterteilt. Nutzungsbereiche mit geringen Flächenanteilen ($\leq 1 - 5\%$) werden normgerecht anderen Nutzungsbereichen zugeordnet.

Es ist eine Lüftungsanlage vorgesehen.

Für die Fenster wird ein Gesamt-U-Wert (Verglasungswerte Ug, Rahmenwerte Uf und der Energiedurchlassgrad g) unabhängig von der Größe der Fenster angenommen. Die genauen Nachweise sind vom Hersteller der Fenster zu erbringen.

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 Pläne vom 13.07.2022.

1.1. Normen, Richtlinien und Vorschriften

Gebäudeenergiegesetz (GEG) - 2020

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

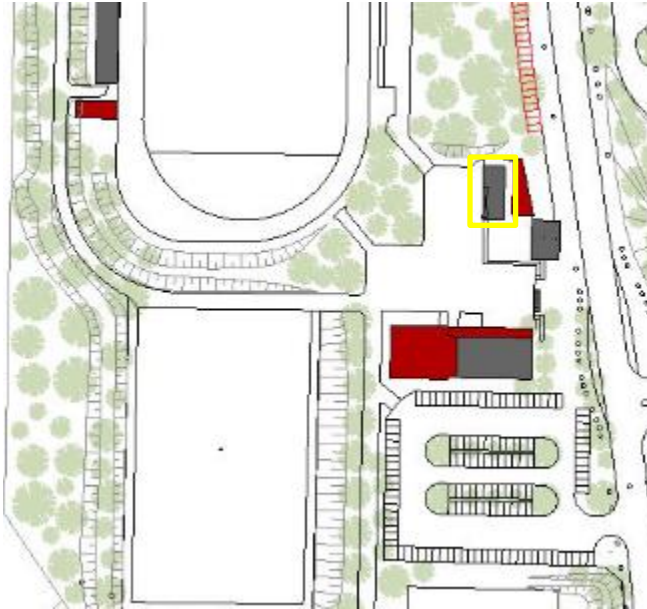
DIN EN ISO 13789:2018-04, Transmissions- und Lüftungstransferkoeffizient

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

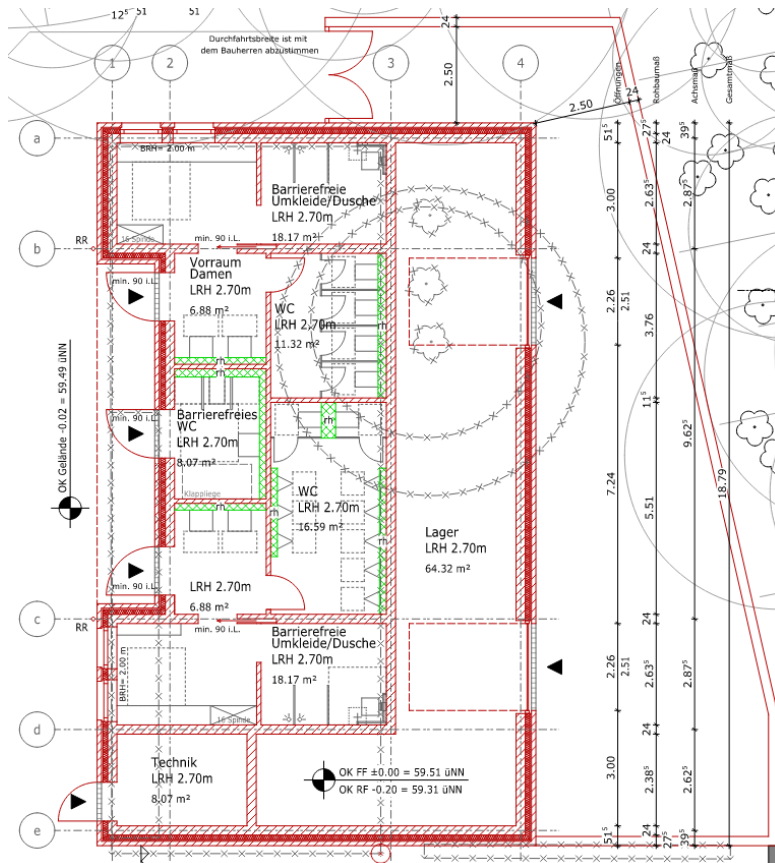
DIN EN ISO 10077-1:2018-01, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

2. Pläne

2.1. Lageplan

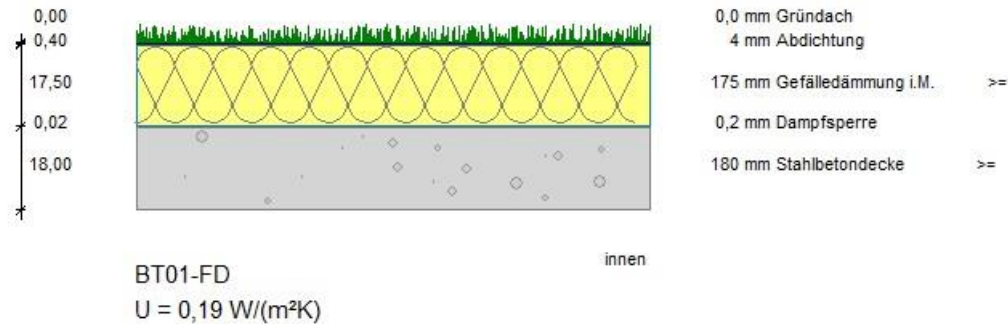


2.2. Grundriss



3. Bauteilquerschnitte

3.1. Bauteilberechnung Flachdach - "BT01-FD"



= Gründach

Bauteiltyp "Dachdecke" (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 Stahlbetondecke	>=	18,00	2400	432,0	2,100	0,086
02 Dampfsperre		0,02	1000	0,2	-	-
03 Gefälledämmung i.M.	>=	17,50	20	3,5	0,035	5,000
04 Abdichtung		0,40	1200	4,8	-	-
05 Gründach		-	1050	-	-	-
R_{se}						0,040
		d =	35,92	G =	440,5	$R_T =$ 5,23

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,191 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (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 5,09 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

U 0,19 \leq 0,20 W/(m²K) OK

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

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

U 0,19 \leq 0,35 W/(m²K) OK

Anmerkung:

(01) Stahlbetondecke gemäß statischer Berechnung

(02) Dampfdruckausgleichsschicht (z.B. Glasvlies-Lochbahn lose verlegt) ggf. zusätzlich entsprechend verwendeter Dämmung

(03) Dämmung z.B. ISOVER EPS Gefälledämmung, 2% Gefälle, $d_{min} \geq 10 \text{ cm}$ WLG035, alternativ: i.M. $\geq 20 \text{ cm}$ WLG040, Berechnungsannahme: einseitige Entwässerung

(04) Abdichtung lt. DIN

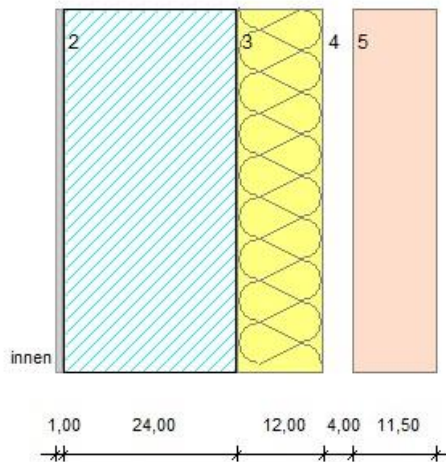
(05) Gründachaufbau bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt.

Beachte:

Attika ist innen und oben mit $\geq 6 \text{ cm}$ WLG035 zu dämmen. Des Weiteren ist die Gefälledämmung bei der Überdachung des Einganges weiterzuführen. Unterhalb ist die Überdachung mit mindestens 10 cm WLG035 bis Oberkante Attika zu dämmen.

3.2. - 3.4 Reservepositionen

3.5. Bauteilberechnung Außenwand- "BT05-AW"



BT05-AW
 $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
10 mm Innenputz
240 mm Kalksandstein
120 mm Dämmung
40 mm Luftschicht
115 mm Verblender

= Außenwand (Standard)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1800	18,0	1,000	0,010
02 Kalksandstein	24,00	1800	432,0	0,990	0,242
03 Dämmung	12,00	20	2,4	0,035	3,429
04 Luftschicht	4,00	1	0,0	-	-
05 Verblender	11,50	1800	207,0	0,810	0,142
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 52,50	G = 659,4		$R_T = 3,99$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 3,82 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,25 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, Ti < 19°C)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

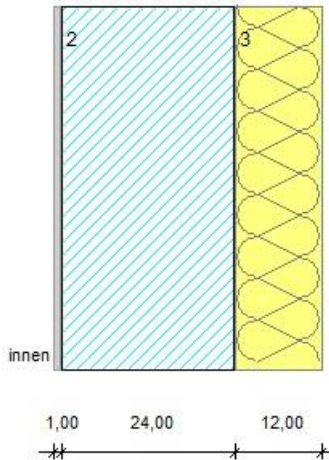
 $U \quad 0,25 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$ Anmerkungen:

(03) Nur zugelassene Kerndämmung einbauen, z.B. Kontur KP1-035 von ISOVER, alternativ: 14cm WLG040

Beachte:

Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante der Attika hoch und bis Oberkante Sohle runter zu führen. Des Weiteren sind an den Wandfußpunkten aller KS-Innen- und Außenwände im EG KS-ISO-Kimmsteine/ 033 einzubauen.

3.6. Bauteilberechnung Außenwand Eingang - "BT06-AW-Eingang"



BT06-AW-Eingang
 $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
10 mm Innenputz
240 mm Kalksandstein
120 mm Dämmung

= Außenwand Eingangsbereich (durchlöcherter Fassade)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1800	18,0	1,000	0,010
02 Kalksandstein	24,00	1800	432,0	0,990	0,242
03 Dämmung	12,00	20	2,4	0,035	3,429
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 37,00	G = 452,4		$R_T = 3,85$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,260 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R \quad 3,68 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,26 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

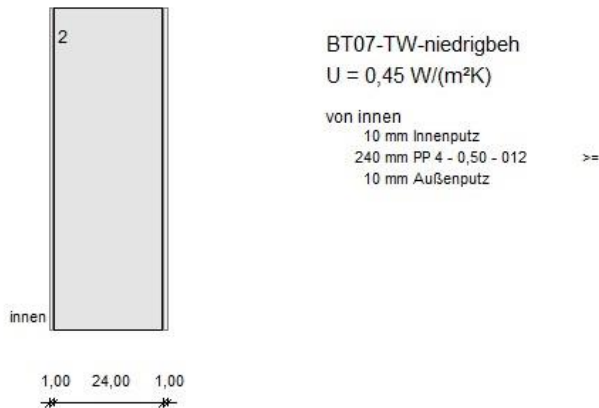
Anmerkungen:

(03) Nur zugelassene Kerndämmung einbauen, z.B. Kontur KP1-035 von ISOVER, alternativ: 14cm WLG040
Weitere Fassadengestaltung wird wärmeschutztechnisch nicht berücksichtigt.

Beachte:

Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante der Attika hoch und bis Oberkante Sohle runter zu führen. Des Weiteren sind an den Wandfußpunkten aller KS-Innen- und Außenwände im EG KS-ISO-Kimmsteine/ 033 einzubauen.
Die Überdachung des Einganges ist unterhalb mit mindestens 10 cm WLG035 bis Oberkante Attika zu dämmen.

3.7. Bauteilberechnung Trennwand zu niedrig beheizt - "BT07-TW-niedrigbeh"



= Trennwand zum niedrig beheizten Bereich (z.B. Technik, Lager)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 PP 4 - 0,50 - 012	>= 24,00	500	120,0	0,120	2,000
03 Außenputz	1,00	700	7,0	0,210	0,048
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 26,00	G = 139,0		$R_T = 2,25$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,445 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

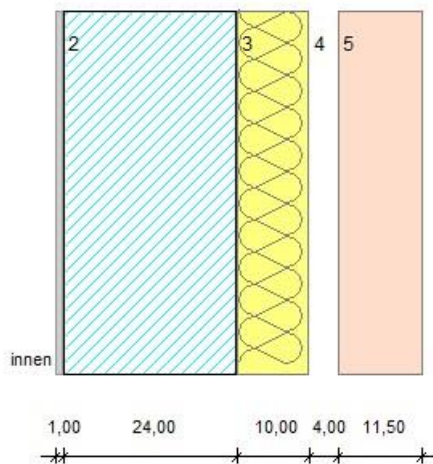
Wände beheizter Räume zu nicht beheizten Räume (auch nicht beheizten Dach- oder Kellerräumen) (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 2,08 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Anmerkungen:

(02) Dicke entsprechend statischer Berechnung

3.8. Bauteilberechnung Außenwand Lager, Technik - "BT08-AW-niedrigbeh"



BT08-AW-niedrigbeh

$U = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

10 mm Innenputz
240 mm Kalksandstein
100 mm Dämmung
40 mm Luftschicht
115 mm Verblender

= Außenwand des niedrig beheizten Bereiches (Ost, Süd) (Technik, Lager)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Innenputz	1,00	1800	18,0	1,000	0,010
02 Kalksandstein	24,00	1800	432,0	0,990	0,242
03 Dämmung	10,00	20	2,0	0,035	2,857
04 Luftschicht	4,00	1	0,0	-	-
05 Verblender	11,50	1800	207,0	0,810	0,142
R_{se}					0,040
<hr/>					
d =	50,50	G =	659,0	$R_T =$	3,42

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,292 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $3,25 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

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

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,29 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$

Anmerkungen:

(03) Nur zugelassene Kerndämmung einbauen, z.B. Kontur KP1-035 von ISOVER, alternativ: 12cm WLG040
Weitere Fassadengestaltung wird wärmeschutztechnisch nicht berücksichtigt.

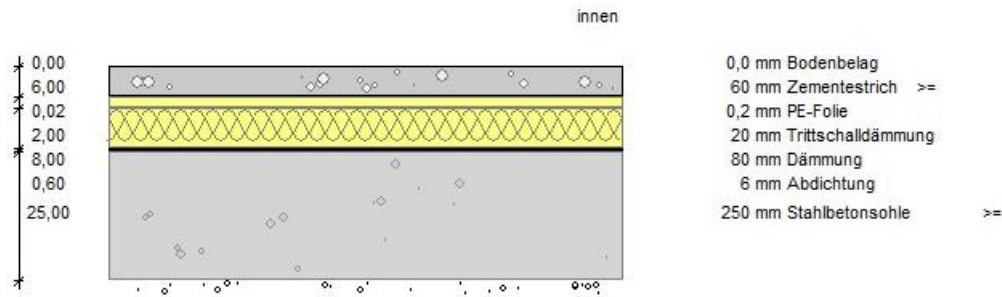
Beachte:

Die Außenwanddämmung ist bis zur Oberkante der Attika hoch und bis Oberkante Sohle runter zu führen. Des Weiteren sind an den Wandfußpunkten aller KS-Innen- und Außenwände im EG KS-ISO-Kimmsteine/ 033 einzubauen.

Die Überdachung des Einganges ist unterhalb mit mindestens 10 cm WLG035 bis Oberkante Attika zu dämmen.

3.9. Reserveposition

3.10. Bauteilberechnung Sohle - "BT10-SO"



BT10-SO

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

= EG-Sohle

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Bodenbelag	-	-	-	-	-
02 Zementestrich \geq	6,00	2000	120,0	1,400	0,043
03 PE-Folie	0,02	1000	0,2	-	-
04 Trittschalldämmung	2,00	20	0,4	0,035	0,571
05 Dämmung	8,00	20	1,6	0,035	2,286
06 Abdichtung	0,60	1100	6,6	0,170	0,035
07 Stahlbetonsohle \geq	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
R_{se}					0,000
<hr/>					
d =	41,62	G =	728,8	$R_T =$	3,22

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,310 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (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.

$R \quad 3,05 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U \quad 0,31 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK

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

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$$U \quad 0,31 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkungen:

(06) Abdichtung lt. DIN

(07) Stahlbetonsohle gemäß statischer Berechnung

Weiterer Bodenbelag bleibt wärmeschutztechnisch unberücksichtigt.

3.11. Reserveposition

3.12. Bauteilberechnung kleine Fenster - "BT12-kIFE"

= kleine Fenster

Bauteiltyp "Fenster"

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

Wärmedurchgangskoeffizient

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

(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 50\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,70$)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

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

Anmerkungen:

U-Wert lt. Herstellernachweis.

3.13. Reserveposition

3.14. Bauteilberechnung Außentür - "BT14-AT"

= Außentüren

Bauteiltyp "Außentür"

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

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U \geq 1,700 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

$$U \quad 1,70 \leq 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkungen:

U-Wert lt. Herstellernachweis.

3.15. Bauteilberechnung Tür Technik - "BT15-AT-Technik"

= Tür zum Technikraum

Bauteiltyp "Außentür"

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

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U \geq 2,500 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

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

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

$$U \quad 2,50 \leq 2,90 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Anmerkungen:

U-Wert lt. Herstellernachweis.

3.16. Bauteilberechnung Tor - "BT16-Tor"

= Tor

Bauteiltyp "Außentür"

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

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U \geq 2,900 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

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

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

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

Anmerkungen:

U-Wert lt. Herstellernachweis.

4. Sommerlicher Wärmeschutz

Es ist kein Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zu führen, da sich in dem neu zu errichtenden Gebäude keine Aufenthaltsräume befinden.

5. Energetische Bewertung von Gebäuden – "Referenzgebäude"

Projekt: 20-1313 Sportanlage Lüttinghof - Neubau Funktionsgebäude

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"

Nachweisverfahren

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

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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> Z1 Umkleide, Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,2	86	233
<2> Z2 Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	14,2	12,3	72	195
					159	428

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 158,7 \text{ m}^2$

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, T2

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

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W / (m ² K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Erdgeschoss EG						
EG Z1 Umkleide, Sanitär						
FG H 1 1 Boden nach au	1:0	18,1	0,350	0,60 F_{fb}	51 19 25 14	3,8
FD H 2 1 Decke nach au	1:0	18,1	0,200	1,00 F_D	51 02	3,6

Fw	O	3	1	IW-3	1:2	17,7	0,445	0,35	Fb	44	53	2,8
FG	H	4	3	Boden nach au	1:0	22,6	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	4,7
FD	H	5	3	Decke nach au	1:0	22,6	0,200	1,00	FD	51	02	4,5
FAW	W	6	3	AW-1	1:0	9,1	0,280	1,00	FAW	51	02	2,5
FF	W	3	FE-1		1:0	1,1	1,300	1,00	FF	51	02	1,4
Fw	S	7	3	IW-3	1:2	12,5	0,200	0,35	Fb	44	53	0,9
Fw	S	8	3	IW-3	1:2	11,3	0,200	0,35	Fb	44	53	0,8
Fw	O	9	3	IW-3	1:2	9,0	0,200	0,35	Fb	44	53	0,6
FAW	N	10	3	AW-2	1:0	4,7	0,280	1,00	FAW	51	02	1,3
FG	H	11	9	Boden nach a	1:0	9,1	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	1,9
FD	H	12	9	Decke nach a	1:0	9,1	0,200	1,00	FD	51	02	1,8
FAW	W	13	9	AW-2	1:0	5,0	0,280	1,00	FAW	51	02	1,4
FAW	W	9		Tür AT-1	1:0	3,4	1,800	1,00	FAW	51	09 02	6,1
FG	H	14	5	Boden nach a	1:0	25,6	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	5,4
FD	H	15	5	Decke nach a	1:0	25,6	0,200	1,00	FD	51	02	5,1
FAW	S	16	5	AW-2	1:0	4,7	0,280	1,00	FAW	51	02	1,3
Fw	O	17	5	IW-3	1:2	10,2	0,200	0,35	Fb	44	53	0,7
FAW	N	18	5	AW-1	1:0	22,8	0,280	1,00	FAW	51	02	6,4
FF	N	5	FE-1		1:0	1,2	1,300	1,00	FF	51	02	1,6
FAW	W	19	5	AW-1	1:0	11,4	0,280	1,00	FAW	51	02	3,2
FG	H	20	6	Boden nach a	1:0	10,4	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	2,2
FD	H	21	6	Decke nach a	1:0	10,4	0,200	1,00	FD	51	02	2,1
FAW	W	22	6	AW-2	1:0	7,6	0,280	1,00	FAW	51	02	2,1
FAW	W	6		Tür AT-1	1:0	3,4	1,800	1,00	FAW	51	09 02	6,1
FG	H	23	7	Boden nach a	1:0	9,1	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	1,9
FD	H	24	7	Decke nach a	1:0	9,1	0,200	1,00	FD	51	02	1,8
FAW	W	25	7	AW-2	1:0	5,0	0,280	1,00	FAW	51	02	1,4
FAW	W	7		Tür AT-1	1:0	3,4	1,800	1,00	FAW	51	09 02	6,1
FG	H	26	8	Boden nach a	1:0	12,6	0,350	0,60	Ffb	51	19 25 14	2,6
FD	H	27	8	Decke nach a	1:0	12,6	0,200	1,00	FD	51	02	2,5
Fw	O	28	8	IW-3	1:2	12,3	0,200	0,35	Fb	44	53	0,9
EG Z2 Lager, Technik												
FG	H	29	2	Boden nach a	2:0	81,8	0,350	0,60	Ffb	50	19 25 14	17,2
FD	H	30	2	Decke nach a	2:0	81,8	0,350	1,00	FD	50	02	28,6
FAW	S	31	2	AW-1	2:0	23,1	0,350	1,00	FAW	50	02	8,1
FAW	O	32	2	AW-1	2:0	46,5	0,350	1,00	FAW	50	02	16,3
FAW	O	2		Tür Tor	2:0	11,8	2,900	1,00	FAW	50	09 02	34,2
FAW	N	33	2	AW-1	2:0	11,8	0,350	1,00	FAW	50	02	4,1
FG	H	34	4	Boden nach a	2:0	12,1	0,350	0,60	Ffb	50	19 25 14	2,5
FD	H	35	4	Decke nach a	2:0	12,1	0,350	1,00	FD	50	02	4,2
FAW	W	36	4	AW-1	2:0	6,9	0,350	1,00	FAW	50	02	2,4
FAW	W	4		Tür AT-2	2:0	2,5	2,900	1,00	FAW	50	09 02	7,4
FAW	S	37	4	AW-1	2:0	12,5	0,350	1,00	FAW	50	02	4,4

$\Sigma A [m^2] = 673,4$

$\Sigma H_T [W/K] = 221,1$

Bodenplattenmaß $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 201,24 / 31,70 = 6,35 \text{ m}$
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 09 Außentür
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.

- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
 44 Transmission zu angrenzenden Gebäudezonen, Wärmeverlust mit realem Temperaturgefälle

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 45,2 \text{ W/K}$ (21,1 %, 0,067 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten	$H_{T,D}$	$H_{T,s}$	$H_{T,iu}$	ΣH_T	$H_{T,iz}$	$H_{T,zi}$
Transmission	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	77	23	0	100	7	0
<2> Z2 Lager, Technik	140	20	0	160	0	7
	217	42		260	7	7

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

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 259,6 / 600,3 = \mathbf{0,43 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile	Fenster	Vorhangf.	Oberl.
	[W/ (m²K)]	[W/ (m²K)]	[W/ (m²K)]	[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 $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,27	1,30		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,42			

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} -5,3\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$e_{wind} = 0,07$ $f_{wind} = 15$ (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 m ³ / (m ² h)	Luftwechsel		Fenster n _{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage	
				n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹		n _{m, ZUL} h ⁻¹	t _{v, m} h/d
<1> Z1 Umkleide, S	-	1,00	15,00	5,56	0,07	0,10	5,56	13
<2> Z2 Lager, Tech	-	1,00	0,15	0,06	0,07	0,10	0,06	13
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> Z1 Umkleide, Sanitär			0,00	0,00	0,07	0,10		
<2> Z2 Lager, Technik			0,00	0,00	0,07	0,10		

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit V_{SUP}/ETA = 1295 / 1295 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit V_{SUP}/ETA = 11 / 11 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

n₅₀ = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * ANGF / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n₅₀ * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

n_{inf} = n₅₀ * 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} = Fenster- / Türluftwechsel = n_{win, min} + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = n_{win, min} + Δn_{win, mech} * t_{v, mech} / 24
mit n_{win, min} = 0.1, in Wohngebäuden n_{win, min} = saisonal nach Gl.77

Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 ⇒ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1

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

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

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

Transferkoeffizienten 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> Z1 Umkleide, San	233	0	6	8	13	238	15,2
<2> Z2 Lager, Techni	195	0	5	7	11	2	15,2
		0	10	15	25	240	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> Z1 Umkleide, Sanitär		0	6	8	13		
<2> Z2 Lager, Technik		0	5	7	11		
		0	10	15	25		

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

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n * V * c_{p, a} * ρ_a = n * V * 0.34 [W/K]

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

Σ H_V = H_{V, z, Jan} + H_{V, inf} + H_{V, win}, Transferkoeffizienten ohne RLT

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Abminderungsfaktoren F_S = 0.90 nach GEG §25, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	A _g m ²	I _{S, Jan/Jul} W/m ²	g _{eff, Jan/Jul} %	Q _{S, Jan/Jul} kWh/d
FF W 3 FE-1	1	0,77	17/ 117	44/ 44 7100	0,1/ 0,9
FF N 5 FE-1	1	0,84	10/ 81	44/ 44 "	0,1/ 0,7

1,60

0/ 2

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

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 2 1 Decke na - 1		18,1	0,20	0,50	4,50	210	0,2
FD H 5 3 Decke na - 1		22,6	0,20	0,50	4,50	210	0,3
FAW W 6 3 AW-1 W 1		9,1	0,28	0,50	4,50	117	0,1
FAW N 10 3 AW-2 N 1		4,7	0,28	0,50	4,50	81	0,0
FD H 12 9 Decke n - 1		9,1	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 13 9 AW-2 W 1		5,0	0,28	0,50	4,50	117	0,0
FAW W 9 Tür AT-1 W 1		3,4	1,80	0,50	4,50	117	0,2
FD H 15 5 Decke n - 1		25,6	0,20	0,50	4,50	210	0,3
FAW S 16 5 AW-2 S 1		4,7	0,28	0,50	4,50	113	0,0
FAW N 18 5 AW-1 N 1		22,8	0,28	0,50	4,50	81	0,1
FAW W 19 5 AW-1 W 1		11,4	0,28	0,50	4,50	117	0,1
FD H 21 6 Decke n - 1		10,4	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 22 6 AW-2 W 1		7,6	0,28	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 6 Tür AT-1 W 1		3,4	1,80	0,50	4,50	117	0,2
FD H 24 7 Decke n - 1		9,1	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 25 7 AW-2 W 1		5,0	0,28	0,50	4,50	117	0,0
FAW W 7 Tür AT-1 W 1		3,4	1,80	0,50	4,50	117	0,2
FD H 27 8 Decke n - 1		12,6	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FD H 30 2 Decke n - 2		81,8	0,35	0,50	4,50	210	1,6
FAW S 31 2 AW-1 S 2		23,1	0,35	0,50	4,50	113	0,3
FAW O 32 2 AW-1 O 2		46,5	0,35	0,50	4,50	138	0,7
FAW O 2 Tür Tor O 2		11,8	2,90	0,50	4,50	138	1,5
FAW N 33 2 AW-1 N 2		11,8	0,35	0,50	4,50	81	0,1
FD H 35 4 Decke n - 2		12,1	0,35	0,50	4,50	210	0,2
FAW W 36 4 AW-1 W 2		6,9	0,35	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 4 Tür AT-2 W 2		2,5	2,90	0,50	4,50	117	0,3
FAW S 37 4 AW-1 S 2		12,5	0,35	0,50	4,50	113	0,1
397,0							7,4

$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\vartheta_{er}) \cdot t$ (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 = $5 \cdot \text{Emissionsgrad} = 5 \cdot 0.8 = 4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Z1 Umkleid	30	19	8	5	7	10	23	345
<2> Z2 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
<1> Z1 Umkleid	27	2	-	-	0	0	10	407
<2> Z2 Lager,	64	19	-	-	3	0	33	874
	121	40	8	5	10	10	66	1.627

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

Zone	A _B m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	86	-	-	0,0	0,0
<2> Z2 Lager, Technik	72	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Z1 Umkleide, Sanitär		-	-	0,0	0,0
<2> Z2 Lager, Technik		-	-	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> Z1 Umkleide, Sanitär	0,0	5,4	1,7	2,3	0,0
<2> Z2 Lager, Technik	0,0	0,4	1,5	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	Σ H _T W/K	Σ H _V W/K	Σ H _{V,mech} W/K	Q _{sink} kWh/d	Q _{source} kWh/d	γ
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	100	13	238	84	10	0,119
<2> Z2 Lager, Technik	160	11	2	58	3	0,051
Zone	C _{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	50	358	12,04	1,75	0,979	1,000
<2> Z2 Lager, Technik	50	173	20,92	2,31	0,999	0,999

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}
 ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung
 $\Sigma H_{V,mech}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion
 Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone
 Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone
 $\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken
 C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche
 τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung
 $a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter
 η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei $\gamma=1$ gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
 η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

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

7.1 Zone <1> Z1 Umkleide, Sanitär

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 $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,884	0,947	0,973	0,980	0,979	0,977	0,967	0,904
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,977
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	47	76	74	76	76	69	76	681
t_h	h	652	744	720	744	744	672	744	6.777
$Q_{h,b,RE}$	kWh	192	724	1.235	1.604	1.572	1.334	1.156	8.582
$Q_{h,b,WE}$	kWh	80	171	287	367	362	306	266	2.079
Q_T	kWh	460	797	1.122	1.374	1.367	1.180	1.119	9.353
Q_V	kWh	10	285	566	772	750	632	526	2.982
Q_S^*	kWh	53	20	8	5	7	10	33	665

Q_{I}^* kWh 146 174 192 213 211 186 192 1.994

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

$\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb (tnutz < 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> Z2 Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 12,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,770	0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,695
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,650	0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,671
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	20	34	62	64	64	58	64	427
t_h	h	43	744	720	744	744	672	744	5.143
$Q_{h,b,RE}$	kWh	11	439	915	1.210	1.188	1.002	840	5.977
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	130	281	395	385	320	245	1.852
Q_T	kWh	47	563	1.104	1.484	1.473	1.244	1.077	7.558
Q_V	kWh	-1	37	78	106	105	88	75	503
Q_S^*	kWh	47	19	-	-	3	0	33	326
Q_I^*	kWh	6	19	39	56	54	45	36	275

7.3 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> Z1 Umkleide, Sa	9.353	2.982	665	1.994	10.661	123,5
<2> Z2 Lager, Techn	7.558	503	326	275	7.829	108,1
	16.912	3.485	991	2.269	18.490	116,5

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
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<2> Z2 Lager, Technik	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1295 / 1295 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 11 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

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

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

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

rec..% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte
 θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech,m}$ m ³ /h	$t_V \cdot d_V$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_V, Jan kWh
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	1295	276	0,54	0,36	248
<2> Z2 Lager, Technik	11	276	0,00	0,00	2

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Z1 Umkleide	240	248	240	248	248	224	248	2.925
<2> Z2 Lager, T	2	2	2	2	2	2	2	26
	243	251	243	251	251	226	251	2.951

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

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

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

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

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 (1), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> Z1 Umkleide, Sanitä West	1	200	4,2	2,1	gut	90

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	86	4	82
<2> Z2 Lager, Technik	72	-	72

$ATL = \text{tageslichtversorgte Fläche} = \alpha_{TL} * b_{TL}$, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz
 mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 * (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs
 ARB = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)
 Tageslichtquotient $DR_b = \max[(4.13 + 20 * I_{Tr} - 1.36 * I_{Rt}) * I_v; 0]$ (Gl.30),
 bei Dachoberlichtern $D_j = D_a * \tau_{D65} * k * ARB / ATL * \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19
 c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA} * (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} * t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)
 c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich	CTL	CTL, kon	F _{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 <1> Z1 Umkleide, S 1	90	60	54	48	43	40	37	37

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 (2)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m²	$f_{Prä}$ m²	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{1,b}$ kWh/m
1 <1> Z1 Umkleide,	1	200	1-1-2	10,6	0,55	65	1399	114	115
2 <2> Z2 Lager, Tec	2	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	8
									123

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 159 \text{ m}^2$
 Präsenzmelder: Zonen 1/, Konstantlichtregelung: nein

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung $Q_{1,f}$

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Z1 Umkleid	111	115	112	116	115	104	115	1.351
<2> Z2 Lager,	8	8	8	8	8	8	8	99
	119	123	120	124	124	111	123	1.450

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$ W/m² (Gl.11)
 mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB}$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen
 $t_{T,TL} / t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit
 t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10

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

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

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> Z1 Umkleide, San	Sportanlage mit	1,800 Person	18	688 b
<2> Z2 Lager, Techni	nicht relevant			-

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

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

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	100% 1/	1,00	8.100
2			

12.3 Verteilungsnetze

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

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

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,15$ m³/h, $\Delta p = 17,9$ kPa, $P_{\text{hydr}} = 0,751$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 19,9$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)				Stränge (S)		Stichttg. (St)	
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1								
Leitungslängen l_i	54 m				4 m		29 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 1

$Q_{w,b}$	kWh	666	688	666	688	688	621	688	8.100
$Q_{w,d,V}$	kWh	281	290	281	290	290	262	290	3.413
$Q_{w,d,S}$	kWh	20	21	21	21	21	19	21	248
$Q_{w,d,St}$	kWh	45	48	47	50	50	45	49	563

$Q_{w,d}$	kWh	346	359	349	361	361	326	360	4.224
$W_{w,d}$	kWh	3	3	3	3	3	3	3	41
$Q_{I,w,d}$	kWh	65	69	68	71	71	64	70	811

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

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

indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 870$, $V_{sol} = 874$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 2,2$ kWh/d

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

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

Speicherladepumpe mit $P_p = 124$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.012	1.047	1.014	1.049	1.049	947	1.048	12.325
$Q_{w,s}$	kWh	50	52	50	52	52	47	52	565
$W_{w,s}$	kWh	6	6	6	6	6	6	6	73

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

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

Solaranlage (1) zur Warmwasserbereitung, Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 20,9$ m², Orientierung = Süd -45,0 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °

Solarspeicher mit $V_{sol} = 874$ und $V_{aux} = 870$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 8.507 kWh/a (Klimaregion 4 Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 7.999 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 59,0%), Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,Soll} = 25,94$ m² und $V_{Soll} = 1119 + 1114$ Liter, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025 \cdot Q_{w,sol}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,sol}$	kWh	837	662	164	70	207	149	540	7.999
$W_{w,gen}$	kWh	21	17	4	2	5	4	14	200

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	225	437	900	1.031	894	845	559	4.891

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmezeugung

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

Wärmeerzeuger 283 Brennwärtekessel, verbessert ab 1999 (283) 41,5 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 95,6\%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0090$ kW
elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 269$ 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 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	225	437	900	1.031	894	845	559	4.891
$t_{w,Pn,d}$	h/d	0,3	0,5	1,1	1,2	1,0	1,1	0,6	
$Q_{w,g}$	kWh	6	2	7	9	7	6	3	38
$Q_{w,f}$	kWh	230	438	907	1.040	900	852	562	4.929
$W_{w,gen}$	kWh	2	3	6	7	6	5	4	52

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	1.062	1.099	1.065	1.101	1.101	994	1.100	12.890
$Q_{w,f}$	kWh	230	438	907	1.040	900	852	562	4.929
$W_{w,f}$	kWh	32	29	19	18	21	18	27	366
solar	kWh	837	662	164	70	207	149	540	7.999
Erdgas	kWh	230	438	907	1.040	900	852	562	4.929
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = 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> Z1 Umkleide, Sanitär	3,2	0,2	1296	5,6	9,1
<2> Z2 Lager, Technik	5,1	0,2	12	0,1	5,3

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.
 $Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung
 $V_{mech} = \eta_{mech,ZUL} \cdot V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage
 $Q_{V,mech} = 0,34 \cdot V_{mech} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_v)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)
 $\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 statische Zentralheizung (REF	100%	1/	10.661	9,1	41,5
2 statische Zentralheizung (REF	100%	2/	7.829	5,3	5,8
3					

<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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	273	895	1.522	1.971	1.934	1.640	1.422	10.661
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	12	570	1.196	1.605	1.573	1.322	1.085	7.829

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> Z1 Umkleide, Sanitär

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	652	744	720	744	744	672	744	6.777
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	19	23	24	26	26	23	25	220
$t_{h,rL} <1>$	h/m	245	308	389	462	460	400	391	3.344

(2) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <2> Z2 Lager, Technik

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <2>$	h/m	43	744	720	744	744	672	744	5.143
$t_{h,rL,d} <2>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <2>$	d/m	1	23	24	26	26	23	25	173
$t_{h,rL} <2>$	h/m	16	308	389	462	460	400	391	2.733

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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) 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) (12,2%)

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) (17,8%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	273	895	1.522	1.971	1.934	1.640	1.422	10.661
$Q_{h,ce}$	kWh	78	148	172	187	185	164	166	1.300
(2) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	12	570	1.196	1.605	1.573	1.322	1.085	7.829
$Q_{h,ce}$	kWh	12	197	209	217	214	192	201	1.396
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	373	1.810	3.098	3.980	3.905	3.319	2.874	21.186

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

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

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 "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 86,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,08 m, 1 Geschosse. manuell

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

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 11 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 "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 72,4 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,08 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<2>}} = 15,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 10 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	60,2 m	6,8 m	27,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	54,8 m	6,0 m	22,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,06	0,15	0,26	0,32	0,31	0,30	0,24	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	24,9	29,1	33,1	35,2	35,0	34,4	32,2	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	23,7	26,7	29,5	31,0	30,9	30,4	28,9	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	42	76	124	164	162	136	118	910
$W_{\text{h,d}}$ kWh	5	7	9	10	10	9	9	73
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	9	21	38	53	52	43	36	281

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 4,3 \text{ %}$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 1,3 \text{ %}$

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

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

$\beta_{\text{h,d}}$	0,10	0,19	0,37	0,46	0,45	0,42	0,32	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	21,8	26,3	33,4	37,0	36,6	35,6	31,8	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	20,1	23,5	28,8	31,5	31,2	30,4	27,6	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	2	51	108	155	151	125	99	733
$W_{\text{h,d}}$ kWh	0	6	8	9	9	8	7	52
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	0	11	31	47	46	37	27	207

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 3,5 \text{ %}$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 1,0 \text{ %}$

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

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{\text{VL,av}}$, $\theta_{\text{RL,av}}$, $\theta_{\text{HK,av}}$) 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)

$Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = ungeregelte 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	393	1.119	1.817	2.322	2.281	1.941	1.706	12.871

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	25	817	1.513	1.977	1.938	1.640	1.385	9.958

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

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1 ($A_{NGF} = 86 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 41,5 \text{ kW}$ (Erdgas)

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

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 1,01 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,956$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,046$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0090 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 2,98 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,71 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,15 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,269 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,090 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 2 ($A_{NGF} = 72 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 5,8 \text{ kW}$ (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 $\eta_{k,Pn} = 0,948$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,038$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0198 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 0,53 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,13 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,06 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,105 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,035 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

$P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW], Gl.181 } (d_{h,rB} > 1)$
 $\beta_{h,1} = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154}$
 $Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} * d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m], Gl.178}$
 $Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$
 $W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$
 $Q_{l,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	393	1.119	1.817	2.322	2.281	1.941	1.706	12.871
$\beta_{h,1}$		0,04	0,09	0,12	0,13	0,13	0,12	0,11	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	7	295	653	925	908	747	587	4.351
$Q_{h,f}$	kWh	419	1.191	1.943	2.493	2.448	2.080	1.824	13.751
$W_{h,gen}$	kWh	13	18	22	25	25	22	21	208

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	25	817	1.513	1.977	1.938	1.640	1.385	9.958
$\beta_{h,1}$		0,26	0,46	0,67	0,74	0,73	0,71	0,61	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	1	52	123	176	171	141	106	809
$Q_{h,f}$	kWh	26	869	1.636	2.153	2.109	1.781	1.491	10.767
$W_{h,gen}$	kWh	11	22	33	41	40	34	31	275

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	445	2.060	3.579	4.646	4.557	3.861	3.315	24.517
W_h	kWh	30	53	71	84	83	72	68	608
Erdgas	kWh	450	2.040	3.588	4.637	4.551	3.860	3.321	24.500
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,3	0,7	1,3	1,7	1,7	1,5	1,2	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,0	0,3	1,0	1,5	1,5	1,3	0,9	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_P = 244,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

6. Energetische Bewertung von Gebäuden - "Gebäude"

Projekt: 20-1313 Sportanlage Lüttinghof - Neubau Funktionsgebäude

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"

Nachweisverfahren

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

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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> Z1 Umkleide, Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,2	86	233
<2> Z2 Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	14,2	12,3	72	195
					159	428

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 158,7 \text{ m}^2$

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

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

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W / (m ² K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Erdgeschoss EG						
EG Z1 Umkleide, Sanitär						
FG H 1 1 Boden nach au	1:0	18,1	0,310	0,75 F_{fb}	50 19 25 14	4,2
FD H 2 1 Decke nach au	1:0	18,1	0,191	1,00 F_D	50 02	3,5

Fw	O	3	1	IW-3	1:2	17,7	0,445	0,35	Fb	53	44	2,8
FG	H	4	3	Boden nach au	1:0	22,6	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	5,2
FD	H	5	3	Decke nach au	1:0	22,6	0,191	1,00	FD	50	02	4,3
FAW	W	6	3	AW-1	1:0	9,1	0,250	1,00	FAW	50	02	2,3
FF	W	3	FE-1		1:0	1,1	1,300	1,00	FF	50	02	1,4
Fw	S	7	3	IW-3	1:2	12,5	0,445	0,35	Fb	53	44	2,0
Fw	S	8	3	IW-3	1:2	11,3	0,445	0,35	Fb	53	44	1,8
Fw	O	9	3	IW-3	1:2	9,0	0,445	0,35	Fb	53	44	1,4
FAW	N	10	3	AW-2	1:0	4,7	0,260	1,00	FAW	50	02	1,2
FG	H	11	9	Boden nach a	1:0	9,1	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	2,1
FD	H	12	9	Decke nach a	1:0	9,1	0,191	1,00	FD	50	02	1,7
FAW	W	13	9	AW-2	1:0	5,0	0,260	1,00	FAW	50	02	1,3
FAW	W	9		Tür AT-1	1:0	3,4	1,700	1,00	FAW	50	09 02	5,7
FG	H	14	5	Boden nach a	1:0	25,6	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	5,9
FD	H	15	5	Decke nach a	1:0	25,6	0,191	1,00	FD	50	02	4,9
FAW	S	16	5	AW-2	1:0	4,7	0,260	1,00	FAW	50	02	1,2
Fw	O	17	5	IW-3	1:2	10,2	0,445	0,35	Fb	53	44	1,6
FAW	N	18	5	AW-1	1:0	22,7	0,250	1,00	FAW	50	02	5,7
FF	N	5	FE-1		1:0	1,1	1,300	1,00	FF	50	02	1,4
FAW	W	19	5	AW-1	1:0	11,4	0,250	1,00	FAW	50	02	2,9
FG	H	20	6	Boden nach a	1:0	10,4	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	2,4
FD	H	21	6	Decke nach a	1:0	10,4	0,191	1,00	FD	50	02	2,0
FAW	W	22	6	AW-2	1:0	7,6	0,260	1,00	FAW	50	02	2,0
FAW	W	6		Tür AT-1	1:0	3,4	1,700	1,00	FAW	50	09 02	5,7
FG	H	23	7	Boden nach a	1:0	9,1	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	2,1
FD	H	24	7	Decke nach a	1:0	9,1	0,191	1,00	FD	50	02	1,7
FAW	W	25	7	AW-2	1:0	5,0	0,260	1,00	FAW	50	02	1,3
FAW	W	7		Tür AT-1	1:0	3,4	1,700	1,00	FAW	50	09 02	5,7
FG	H	26	8	Boden nach a	1:0	12,6	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	2,9
FD	H	27	8	Decke nach a	1:0	12,6	0,191	1,00	FD	50	02	2,4
Fw	O	28	8	IW-3	1:2	12,3	0,445	0,35	Fb	53	44	1,9
EG Z2 Lager, Technik												
FG	H	29	2	Boden nach a	2:0	81,8	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	19,0
FD	H	30	2	Decke nach a	2:0	81,8	0,191	1,00	FD	50	02	15,6
FAW	S	31	2	AW-1	2:0	23,1	0,292	1,00	FAW	50		6,7
FAW	O	32	2	AW-1	2:0	46,5	0,292	1,00	FAW	50		13,6
FAW	O	2		Tür Tor	2:0	12,1	2,900	1,00	FAW	50	09 02	35,2
FAW	N	33	2	AW-1	2:0	11,8	0,250	1,00	FAW	50	02	2,9
FG	H	34	4	Boden nach a	2:0	12,1	0,310	0,75	Ffb	50	19 25 14	2,8
FD	H	35	4	Decke nach a	2:0	12,1	0,191	1,00	FD	50	02	2,3
FAW	W	36	4	AW-1	2:0	6,9	0,250	1,00	FAW	50	02	1,7
FAW	W	4		Tür AT-2	2:0	2,5	2,500	1,00	FAW	50	09 02	6,3
FAW	S	37	4	AW-1	2:0	12,5	0,292	1,00	FAW	50		3,7

$\Sigma A [m^2] = 673,4$

$\Sigma H_T [W/K] = 204,6$

Bodenplattenmaß $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 201,24 / 31,70 = 6,35 \text{ m}$
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 09 Außentür
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.

- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
 44 Transmission zu angrenzenden Gebäudezonen, Wärmeverlust mit realem Temperaturgefälle

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 60,0 \text{ W/K}$ (31,1 %, 0,089 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> Z1 Umkleide, Sanitär	88	25	0	113	11	0
<2> Z2 Lager, Technik	118	22	0	140	0	11
	207	47		253	11	11

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

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 253,3 / 600,3 = \mathbf{0,42 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

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 $T_i \geq 19^\circ\text{C}$		0,24	1,30		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$		0,34			

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} -12,7\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie II, ohne Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), $n_{50} = 4,00 \text{ h}^{-1}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$e_{wind} = 0.07$ $f_{wind} = 15$ (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 m ³ / (m ² h)	Luftwechsel		Fenster n _{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage	
				n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹		n _{m, ZUL} h ⁻¹	t _{v, m} h/d
<1> Z1 Umkleide, S	-	4,00	15,00	5,56	0,28	0,10	5,56	13
<2> Z2 Lager, Tech	-	4,00	0,15	0,06	0,28	0,10	0,06	13
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> Z1 Umkleide, Sanitär			0,00	0,00	0,28	0,10		
<2> Z2 Lager, Technik			0,00	0,00	0,28	0,10		

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit V_{SUP}/ETA = 1295 / 1295 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit V_{SUP}/ETA = 11 / 11 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

n₅₀ = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * ANGF / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n₅₀ * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

n_{inf} = n₅₀ * 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} = Fenster- / Türluftwechsel = n_{win, min} + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = n_{win, min} + Δn_{win, mech} * t_{v, mech} / 24

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

Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 ⇒ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1

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

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

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

Transferkoeffizienten 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> Z1 Umkleide, San	233	0	22	8	30	238	18,3
<2> Z2 Lager, Techni	195	0	19	7	25	2	18,3
		0	41	15	55	240	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> Z1 Umkleide, Sanitär		0	22	8	30		
<2> Z2 Lager, Technik		0	19	7	25		
		0	41	15	55		

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

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n * V * c_{p, a} * ρ_a = n * V * 0.34 [W/K]

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

Σ H_V = H_{V, z, Jan} + H_{V, inf} + H_{V, win}, Transferkoeffizienten ohne RLT

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

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

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	Ag m²	IS, Jan/Jul W/m²	Geff, Jan/Jul %	QS, Jan/Jul kWh/d
FF W 3 FE-1	1	0,78	17/ 117	36/ 36 7100	0,1/ 0,8
FF N 5 FE-1	1	0,78	10/ 81	36/ 36 "	0,1/ 0,6
1,60					0/ 1

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

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 $G_1 = 5$, $G_2 = 10$ und $G_3 = 30$

$g_{\text{eff}} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{\text{tot}}$ = 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_{Wj} / a_{S0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m²	U W/ (m² K)	α	h_r W/ (m² K)	IS, Jul W/m²	QS, Jul kWh/d
FD H 2 1 Decke na - 1		18,1	0,19	0,50	4,50	210	0,2
FD H 5 3 Decke na - 1		22,6	0,19	0,50	4,50	210	0,2
FAW W 6 3 AW-1 W 1		9,1	0,25	0,50	4,50	117	0,1
FAW N 10 3 AW-2 N 1		4,7	0,26	0,50	4,50	81	0,0
FD H 12 9 Decke n - 1		9,1	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 13 9 AW-2 W 1		5,0	0,26	0,50	4,50	117	0,0
FAW W 9 Tür AT-1 W 1		3,4	1,70	0,50	4,50	117	0,2
FD H 15 5 Decke n - 1		25,6	0,19	0,50	4,50	210	0,3
FAW S 16 5 AW-2 S 1		4,7	0,26	0,50	4,50	113	0,0
FAW N 18 5 AW-1 N 1		22,7	0,25	0,50	4,50	81	0,1
FAW W 19 5 AW-1 W 1		11,4	0,25	0,50	4,50	117	0,1
FD H 21 6 Decke n - 1		10,4	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 22 6 AW-2 W 1		7,6	0,26	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 6 Tür AT-1 W 1		3,4	1,70	0,50	4,50	117	0,2
FD H 24 7 Decke n - 1		9,1	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 25 7 AW-2 W 1		5,0	0,26	0,50	4,50	117	0,0
FAW W 7 Tür AT-1 W 1		3,4	1,70	0,50	4,50	117	0,2
FD H 27 8 Decke n - 1		12,6	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FD H 30 2 Decke n - 2		81,8	0,19	0,50	4,50	210	0,9
FAW O 2 Tür Tor O 2		12,1	2,90	0,50	4,50	138	1,6
FAW N 33 2 AW-1 N 2		11,8	0,25	0,50	4,50	81	0,1
FD H 35 4 Decke n - 2		12,1	0,19	0,50	4,50	210	0,1
FAW W 36 4 AW-1 W 2		6,9	0,25	0,50	4,50	117	0,1
FAW W 4 Tür AT-2 W 2		2,5	2,50	0,50	4,50	117	0,2
315,1							5,2

$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta \theta_{er}) \cdot t$ (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 * 0.8 = 4 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> Z1 Umkleid	25	15	7	4	6	8	19	281
<2> Z2 Lager,	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
<1> Z1 Umkleid	25	2	-	-	0	0	9	383
<2> Z2 Lager,	33	5	-	-	-	-	16	492
	83	23	7	4	6	8	44	1.156

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> Z1 Umkleide, Sanitär	86	-	-	0,0	0,0
<2> Z2 Lager, Technik	72	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Z1 Umkleide, Sanitär		-	-	0,0	0,0
<2> Z2 Lager, Technik		-	-	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> Z1 Umkleide, Sanitär	0,0	1,9	1,9	2,3	0,0
<2> Z2 Lager, Technik	0,0	0,1	1,5	0,0	0,0

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	113	30	238	80	7	0,082
<2> Z2 Lager, Technik	140	25	2	56	3	0,055

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	50	393	10,98	1,69	0,987	1,000
<2> Z2 Lager, Technik	50	168	21,60	2,35	0,999	0,999

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

$\gamma = Q_{\text{Source}} / Q_{\text{Sink}}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

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

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

$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = 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)

Temperaturrendbedingungen

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

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

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

7.1 Zone <1> Z1 Umkleide, Sanitär

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{Source}		0,997	0,981	0,984	0,987	0,987	0,986	0,979	0,833
$\eta_{\text{Source,WE}}$		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	47	76	74	76	76	69	76	683
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.203
$Q_{h,b,RE}$	kWh	240	758	1.241	1.584	1.561	1.334	1.178	8.751

$Q_{h,b,WE}$	kWh	121	239	379	479	474	404	360	2.882
Q_T	kWh	535	916	1.282	1.567	1.560	1.347	1.280	10.748
Q_V	kWh	-27	203	442	608	594	504	413	2.045
Q_S^*	kWh	50	17	6	4	6	8	28	521
Q_I^*	kWh	98	112	128	148	147	128	128	1.228

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

$\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb (tnutz < 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> Z2 Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 12,3^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,774	0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,706
$\eta_{source,WE}$		0,707	0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,687
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	4	34	62	64	64	58	64	411
t_h	h	-	744	720	744	744	672	744	5.123
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	422	863	1.143	1.128	952	813	5.711
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	123	259	366	360	299	235	1.744
Q_T	kWh	20	472	949	1.282	1.272	1.073	924	6.379
Q_V	kWh	5	87	174	235	233	197	169	1.171
Q_S^*	kWh	25	5	-	-	-	-	16	186
Q_I^*	kWh	2	14	34	50	49	40	31	234

7.3 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> Z1 Umkleide, Sa	10.748	2.045	522	1.228	11.633	134,8
<2> Z2 Lager, Techn	6.379	1.171	186	234	7.454	103,0
	17.127	3.216	708	1.462	19.088	120,3

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP,Jan}$ $^\circ\text{C}$
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	-	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
<2> Z2 Lager, Technik	-	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 1295 / 1295 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 11 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, 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	$t_V \cdot d_V$ h/m	$P_{V,SUP}$ kW	$P_{V,ETA}$ kW	W_V, Jan kWh
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	1295	276	0,31	0,31	172
<2> Z2 Lager, Technik	11	276	0,00	0,00	2

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Z1 Umkleide	166	172	166	172	172	155	172	2.021
<2> Z2 Lager, T	2	2	2	2	2	1	2	20
	168	173	168	173	173	157	173	2.041

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

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 (1), mit Dachoberlichtern (0)
Bezüge siehe DIN V 18599-4
Der Verbauungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
1 <1> Z1 Umkleide, Sanitä West	1	200	4,2	2,1	gut	89

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	86	4	82
<2> Z2 Lager, Technik	72	-	72

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

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot A_{RB} / A_{TL} \cdot \eta_R$ (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					CTL	CTL, kon	FTL	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
							Jan %	%	%	%	%	%
1	<1>	Z1	Umkleide, S	1	89	60	55	48	44	41	38	38

Kontrollsystem(e): 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 (2)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	P_j W/m ²	$f_{Prä}$ m ²	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 <1> Z1 Umkleide,	1	200	9-1-1	3,6	0,55	65	1399	114	39
2 <2> Z2 Lager, Tec	2	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	3

42

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 159 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: nein, 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> Z1 Umkleid	38	39	38	40	39	36	39	462
<2> Z2 Lager,	3	3	3	3	3	3	3	37

41 42 41 43 43 38 42 499

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB}$ W/m² (Gl.11)
mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB}$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen
 $t_{T,TL} / t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit
 t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10
 $Q_{l,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j \cdot [A_{TL} \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL} \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)
 $Q_{l,f} = \sum F_{t,n} \cdot \sum Q_{l,b} = Q_{i,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

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> Z1 Umkleide, San	Sportanlage mit	1,800 Person	18	688 b
<2> Z2 Lager, Techni	nicht relevant			-

$Q_{w,b} = q_{w,b} \cdot d_{mth} \cdot d_{nutz} / 365 \cdot \text{Menge}$ [kWh/Monat] (DIN V 18599-10)
b) Beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag bzw. weniger als 0,2 kWh je Beschäftigte und Tag (entspricht etwa 5 l je Person und Tag bzw. 5 l je Beschäftigte und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C) darf der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden. Dies ist z.B. der Fall bei Bürogebäuden oder Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	1/	1,00	8.100
2			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1
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 Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb 57,5°C (Tab.6)
Umgebungstemperaturen $\theta_{l,Sommer}$, 13 °C im unbeheizten, 15 °C im beheizten Bereich
Zirkulationspumpe
Volumenstrom $V = 0,15$ m³/h, $\Delta p = 16,2$ kPa, $P_{hydr} = 0,680$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 20,8$
Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1			
Leitungslängen l_i	54 m	4 m	29 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 θ_I	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,b}$	kWh	666	688	666	688	688	621	688	8.100
$Q_{w,d,V}$	kWh	281	290	281	290	290	262	290	3.420
$Q_{w,d,S}$	kWh	22	23	22	23	23	20	23	282
$Q_{w,d,St}$	kWh	48	49	48	49	49	44	49	656
$Q_{w,d}$	kWh	351	362	351	362	362	327	362	4.358
$W_{w,d}$	kWh	3	3	3	3	3	3	3	39
$Q_{I,w,d}$	kWh	70	72	70	72	72	65	72	938

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

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

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 482$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 0,8$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)

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

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} * (55 - T_u) / 45 * d_{op,mth} * Q_{s,P0,day}$ 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 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.016	1.050	1.016	1.050	1.050	949	1.050	12.458
$Q_{w,s}$	kWh	18	19	18	19	19	17	19	208
$W_{w,s}$	kWh	2	2	2	2	2	2	2	26

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1
Wärmeerzeuger 40 Fernwärme 41,5 kW (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,28$, siehe Heizbereich 1
Warmwasser, niedrige Temperatur 105°C, Temperatur der Sekundärseite (Hausstation) = 50 °C
Dämmklasse nach EN 12828 = 4, Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_l = 13,0$ °C

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666
$Q_{w,g}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{w,f}$	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666

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

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666
$Q_{w,f}$	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666
$W_{w,f}$	kWh	5	5	5	5	5	5	5	64
Nah-/Fernw	kWh	1.035	1.069	1.035	1.069	1.069	966	1.069	12.666
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung
 $W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = ungerichtete 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 $\theta_{e,min} = -12$ °C

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Z1 Umkleide, Sanitär	3,6	0,5	1296	3,5	7,6
<2> Z2 Lager, Technik	4,5	0,4	12	0,0	4,9

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

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

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

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

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr	1/		11.633	7,6	41,5
2 freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr	2/		7.454	4,9	5,4
3					

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

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$ kWh	361	997	1.621	2.063	2.035	1.738	1.538	11.633
$Q_{h,b}, <2>$ kWh	-	545	1.122	1.509	1.488	1.251	1.048	7.454

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 "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Leitzone <1> Z1 Umkleide, Sanitär

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$ h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.203
$t_{h,rL,d} <1>$ h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$ d/m	21	23	24	26	26	23	25	232
$t_{h,rL} <1>$ h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.504

(2) Bereich "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Leitzone <2> Z2 Lager, Technik

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <2>$ h/m	-	744	720	744	744	672	744	5.123
$t_{h,rL,d} <2>$ h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <2>$ d/m	-	23	24	26	26	23	25	172
$t_{h,rL} <2>$ h/m	-	308	389	462	460	400	391	2.725

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (10,6%)

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

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,9%)

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	361	997	1.621	2.063	2.035	1.738	1.538	11.633
$Q_{h,ce}$	kWh	86	138	153	163	162	145	150	1.238
(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	-	545	1.122	1.509	1.488	1.251	1.048	7.454
$Q_{h,ce}$	kWh	-	157	163	170	169	152	161	1.113
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	447	1.837	3.058	3.906	3.853	3.285	2.897	21.438

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

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

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

13.5 Heizwärmeverteilung

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

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 86,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,25 m, 1 Geschosse.

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

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 10 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe ungeregelt, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 72,4 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,25 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 55^\circ\text{C} / \vartheta_{RA} = 45^\circ\text{C}$, $T_{i,\text{Soll},<2>} = 15,0^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 9 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe ungeregelt, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	60,2 m	6,8 m	27,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	54,8 m	6,0 m	22,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr									
$\beta_{h,d}$		0,08	0,20	0,32	0,39	0,39	0,37	0,30	
$\theta_{VL,av}$	°C	25,9	30,9	35,2	37,6	37,4	36,7	34,4	
$\theta_{RL,av}$	°C	24,5	28,0	31,1	32,7	32,6	32,1	30,5	
$Q_{h,d}$	kWh	52	86	139	184	182	153	133	1.038
$W_{h,d}$	kWh	7	7	8	9	9	8	8	76
$Q_{I,h,d}$	kWh	12	25	44	61	60	50	42	335

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 4,8 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 1,6 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr									
$\beta_{h,d}$		-	0,19	0,36	0,46	0,45	0,42	0,33	
$\theta_{VL,av}$	°C	15,0	26,2	33,3	36,9	36,7	35,7	32,0	
$\theta_{RL,av}$	°C	15,0	23,4	28,7	31,4	31,3	30,5	27,8	
$Q_{h,d}$	kWh	-	50	108	154	152	126	100	736
$W_{h,d}$	kWh	-	6	6	7	7	6	6	45
$Q_{I,h,d}$	kWh	-	11	31	47	46	38	28	209

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 3,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 1,0 \%$
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 = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [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)

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1.03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})) / t_h)$ (Gl.66, intermittierend)

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

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,out}	kWh	499	1.221	1.912	2.410	2.378	2.036	1.821	13.909

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,out}	kWh	-	752	1.392	1.833	1.809	1.528	1.309	9.303

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2)

(1) "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Zonen 1 ($A_{NGF} = 86 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 31,2 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,28$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Zonen 2 ($A_{NGF} = 72 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 5,1 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,28$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

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

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

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

(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	499	1.221	1.912	2.410	2.378	2.036	1.821	13.909
Q _{h,gen}	kWh	54	58	57	60	60	54	59	645
Q _{h,f}	kWh	553	1.279	1.969	2.470	2.438	2.090	1.880	14.554
W _{h,gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h, outg}	kWh	-	752	1.392	1.833	1.809	1.528	1.309	9.303
Q _{h, gen}	kWh	28	31	31	33	33	29	32	341
Q _{h, f}	kWh	28	783	1.423	1.866	1.841	1.558	1.341	9.644
W _{h, gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h, f}	kWh	581	2.061	3.392	4.336	4.279	3.647	3.221	24.198
W _h	kWh	7	13	14	16	16	14	15	121
Nah-/Fernw	kWh	581	2.061	3.392	4.336	4.279	3.647	3.221	24.198
Q _{I, h, <1>}	kWh/d	0,4	0,8	1,5	2,0	1,9	1,8	1,4	
Q _{I, h, <2>}	kWh/d	-	0,3	1,0	1,5	1,5	1,3	0,9	

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
Nah-/Fernwär	Heizwärme	1/2/	24.198	0,28	1,00	6.775
Nah-/Fernwär	Warmwasser	1/	12.666	0,28	1,00	3.546
Strom-Mix	Beleuchtung	1/2/	499	1,80	1,00	898
Strom-Mix	Hilfsenergie		2.226	1,80	1,00	4.007
Σ [kWh/Jahr]			39.589			15.226

Q_P = Σ Q_{f, i} * f_{P, i} / f_{HS/Hi, i} (DIN V 18599-1, Gl.22)

Jahres-Primärenergiebedarf q_P = 15.226 / 159 = **95,9 kWh/(m²a)** (ΣA_{NGF} = 159 m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 14,0 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme KWK, fossil 232,3 kWh/(m²a), Strom-Mix 3,1 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Nah-/Fernwärme KWK,	24.198	180	4.356	
Nah-/Fernwärme KWK,	12.666	180	2.280	
Strom-Mix	499	560	279	
Strom-Mix	2.226	560	1.247	
	39.589		8.162	51,4

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		RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> Z1 Umkleide,	86	-	462	-	12.667	14.555	27.684
<2> Z2 Lager, Tec	72	-	36	-	-	9.644	9.681
Gebäude	159	-	499	-	12.666	24.199	37.364

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	12,9	3,1	0,0	51,0	120,3	187,3
Endenergiebedarf	12,9	3,1	0,0	80,2	153,2	249,5
Primärenergiebedarf	23,1	5,7	0,0	23,1	44,1	95,9

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "Referenzgebäude"

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 $q_{P,REF} = 244,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 244,7 - 25\% = 183,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18

vorh $q_P = 15.226 / 158,7 = 95,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 95,9 \leq 183,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien
(detaillierter Nachweis siehe Abs. 7)

Die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz 2020, §§ 34 ff **werden erfüllt**

7. Nutzung von erneuerbaren Energien

7.1 Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = $36864 + 0 + 0 + 0 = 36.864 \text{ kWh/Jahr}$ (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
genutzte Fernwärme zu 20% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Fernwärme [Heizwärme] [War	36.864	20,0 %	50,0 %	40,0 %
				40,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis über die kleinste U-Wert-Unterschreitung nach Abs. 2.3

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	
U-Werte	W/ (m ² K)	0,28	0,24	12,7 %	15,0 %	84,7 %
QP	kWh/ (m ² a)	183,5	95,9	47,7 %	15,0 %	

erreichter Nutzungsanteil, Summe = $124,7 \% \geq$ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

8. Zusammenstellung GEG-Berechnung

8.1. Gebäudedichtheit

Eine Dichtheitsprüfung (Blower-Door-Test) wurde nicht berücksichtigt.

8.2. Anlagentechnik

Heizungssysteme / Heizwärmeerzeuger:

- freie Heizflächen an Außenwänden
- Fernwärme mit $f_p = 0,28$
- Systemtemperatur 55/ 45 °C
- Verteilung horizontal außen, Steiger innenliegend
- Raumtemperaturregelung P-Regler, intermittierend
- mit Nachtabsenkung

Warmwasserbereitung:

- Zone 1:
 - o Berechnungsannahme: 1,8 kWh/d je Person (angesetzte Menge: 18)
 - o gebäudezentrale WW-Versorgung mit Zirkulation
 - o Wärmeerzeugung wie Heizwärmeerzeuger
 - o indirekt beheizter Speicher außen
- Zone 2: nicht relevant

RLT-Systeme:

- Zone 1: Zu- und Abluftanlage mit $\geq 75\%$ WRG, zeit- und nutzungsabhängig, balanciert
- Zone 2: Zu- und Abluftanlage mit $\geq 75\%$ WRG, Konstantvolumenstrom, balanciert

Beleuchtung:

- LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch
- mit direkter Beleuchtungsart
- ohne Präsenzmelder, ohne Konstantlichtregelung

8.3. Ergebnisse GEG-Nachweis

Deckungsanteile aus Maßnahmen zur Einsparung von Energie	GEG 2020		Unterschreitung		Nutzungsanteil
	vorh.	Grenzwert	vorh.	Grenzwert	
Nachweis U-Werte über die kleinste Grenzwertunterschreitung (W/m²K)	0,24	0,28	12,7 %	15,0 %	84,7 %
q_p (kWh/m²a)	95,9	183,5	47,7 %	15,0 %	
Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen	Energieertrag kWh/a		Deckungsanteil		
			vorh.	gefordert	
Fernwärme	36.864		20 %	50 %	40 %
Erreichter Nutzungsanteil (Nutzungspflichtanteil = 100%), Summe					124,7 %

Aufgestellt:**BRÖCKLING
VULLHORST**
ingenieureJosef-Förster-Straße 4
33161 Hövelhof

T 05257 9822-0

F 05257 9822-22

E info@bv-ingenieure.de

Hövelhof, den 27.09.2022

Dipl.-Ing. Dörte Ohst
(saSV für Schall- und Wärmeschutz)Ina Wintermantel, B.Eng.
(Projektingenieurin)Dipl.-Ing. Reinhold Kuhle
(Projektleiter)