

S&P Sahlmann GmbH Dresden, Kaitzer Straße 121, 01187 Dresden

Anlage zum Wärmeschutznachweis

Wärmetechnische Untersuchung – Rechnerische Nachweise

Vorhaben: Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Rudolf-Breitscheidstraße 23
14482 Potsdam

Bauherr: Verein Oberlinhaus
Rudolf-Breitscheidstraße 24
14482 Potsdam

Architekt: S&P Sahlmann Planungsgesellschaft
für Bauwesen mbH Dresden
Kaitzer Straße 121, 01187 Dresden

Bauphysiker: S&P Sahlmann Planungsgesellschaft
für Bauwesen mbH Dresden
Kaitzer Straße 121, 01187 Dresden

Projekt-Nr. S&P: D240203 Datum: **20.01.2025**

Dieses Projekt ist nach dem Urheberrecht ausschließlich unser Eigentum und darf ohne unsere Zustimmung weder vervielfältigt noch dritten Personen zugänglich gemacht oder in anderer Weise missbräuchlich verwendet werden.

Diese Ausfertigung umfasst 95 Seiten.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Thorwarth'.

.....
Dennis Thorwarth
Projektbearbeiter

Inhaltsverzeichnis

1	Bauteile	4
1.1	Bestand	4
1.1.1	Außenwand UG: Bestand AW gegen Erdreich + neu Perimeterdämmung.....	4
1.1.2	Außenwand UG: Bestand AW gegen Außenluft + neu Perimeterdämmung ..	5
1.1.3	Außenwand UG: Bestand AW + neu Innendämmung.....	6
1.1.4	Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu WDVS (24 cm)	7
1.1.5	Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu WDVS (18 cm)	8
1.1.6	Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu Innendämmung	9
1.1.7	Bodenplatte	10
1.1.8	Decke (nach oben) über 2.OG gegen Außenluft.....	11
1.1.9	Decke (nach oben) über 3.OG gegen Außenluft.....	12
1.1.10	Fenster	13
1.1.11	Außentür.....	13
1.2	Erweiterung/Anbau	14
1.2.1	Außenwand EG/OG: neu AW + WDVS.....	14
1.2.2	Außenwand UG: neu AW + Perimeterdämmung.....	15
1.2.3	Bodenplatte Treppenhaus.....	16
1.2.4	Bodenplatte Anbau Westseite	17
1.2.5	Dach Treppenhaus und Anbau Westseite	18
1.2.6	Fenster	19
1.2.7	Außentür.....	19
2	Sommerlicher Wärmeschutz.....	20
2.1	0.003 Arztzimmer	20
2.2	0.011 Ruheraum.....	21
2.3	0.505 Bademeister	22
2.4	0.506 Bewegungsbad	23
2.5	0.515 Backoffice	24
2.6	1.004 Logopädie.....	25
2.7	1.005 Personal	26
2.8	1.006 MTT1+MTT2.....	27
2.9	1.008 Physio	28
2.10	1.011 Ergotherapie	29
2.11	2.013 Gruppenraum	30
2.12	2.018 Einzelraum 17	31
2.13	3.011 Speiseraum.....	32
2.14	3.001 Büro 1	33
2.15	3.010 Lehrküche.....	34

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
 Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

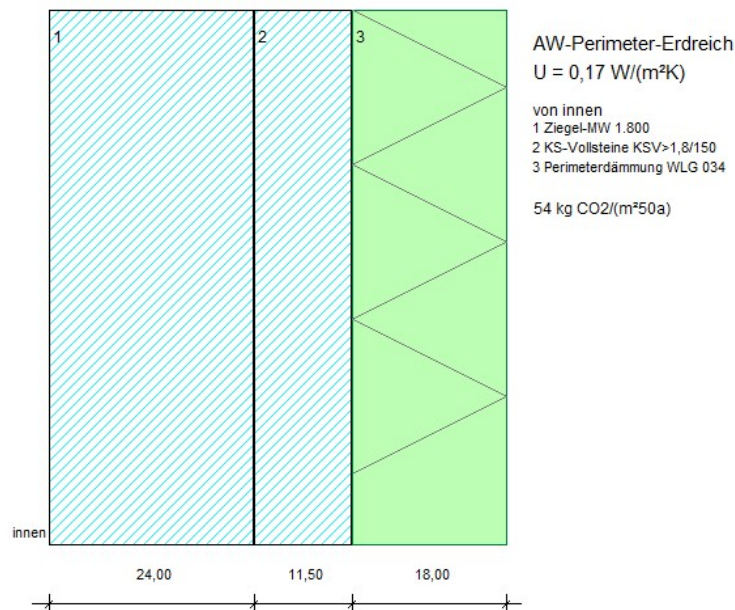


2.16	3.008 Gruppe 1	35
2.17	3.009 Gruppe 2	36
3	Berechnung detailliert	37
3.1	Referenzgebäude	37
3.2	Nachzuweisendes Gebäude	66

1 Bauteile

1.1 Bestand

1.1.1 Außenwand UG: Bestand AW gegen Erdreich + neu Perimeterdämmung



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ 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}					0,130
01 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
02 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
03 Perimeterdämmung WLG 034	18,00	25	4,5	0,034	5,294
R_{se}					0,000

$$d = 53,50 \quad G = 655,0 \quad R_T = 5,84$$

Wärmedurchgangskoeffizient

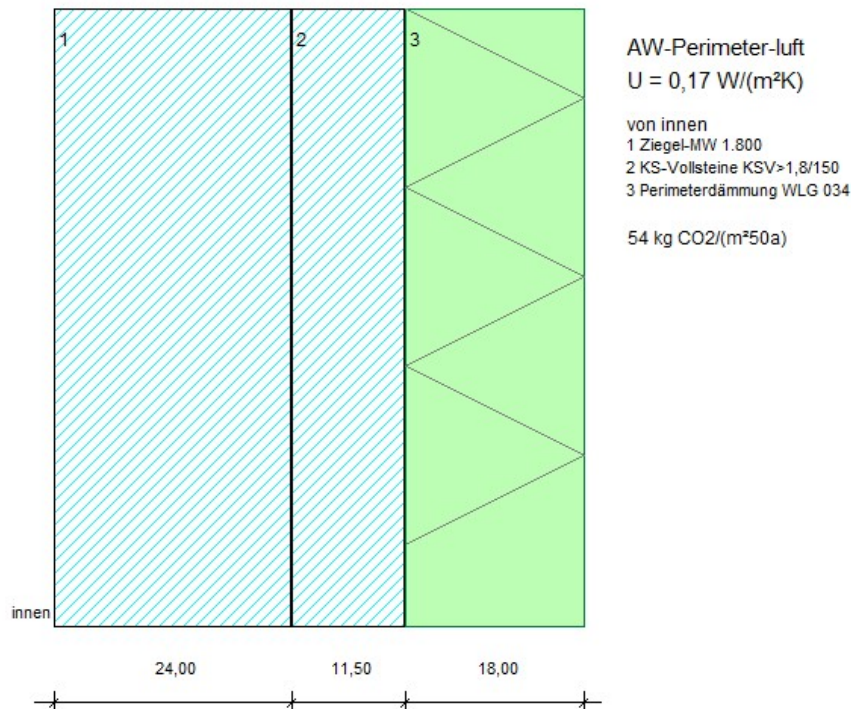
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,171 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 5,71 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.1.2 Außenwand UG: Bestand AW gegen Außenluft + neu Perimeterdämmung



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 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
02 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
03 Perimeterdämmung WLG 034	18,00	25	4,5	0,034	5,294
R_{se}					0,040

$$d = 53,50 \quad G = 655,0 \quad R_T = 5,88$$

Wärmedurchgangskoeffizient

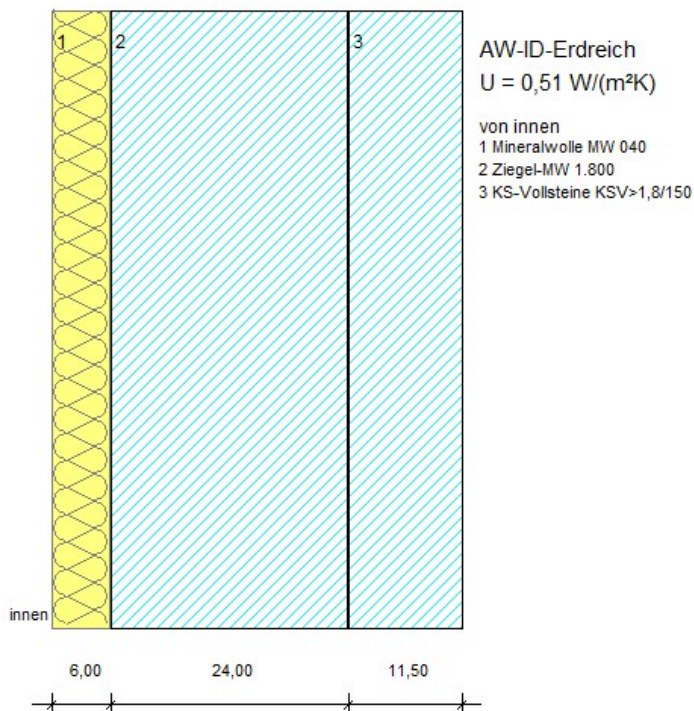
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,170 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,71 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

1.1.3 Außenwand UG: Bestand AW + neu Innendämmung



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ 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}					0,130
01 Mineralwolle MW 040	6,00	20	1,2	0,042	1,429
02 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
03 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
R_{se}					0,000
	d = 41,50	G = 651,7	$R_T = 1,97$		

Wärmedurchgangskoeffizient

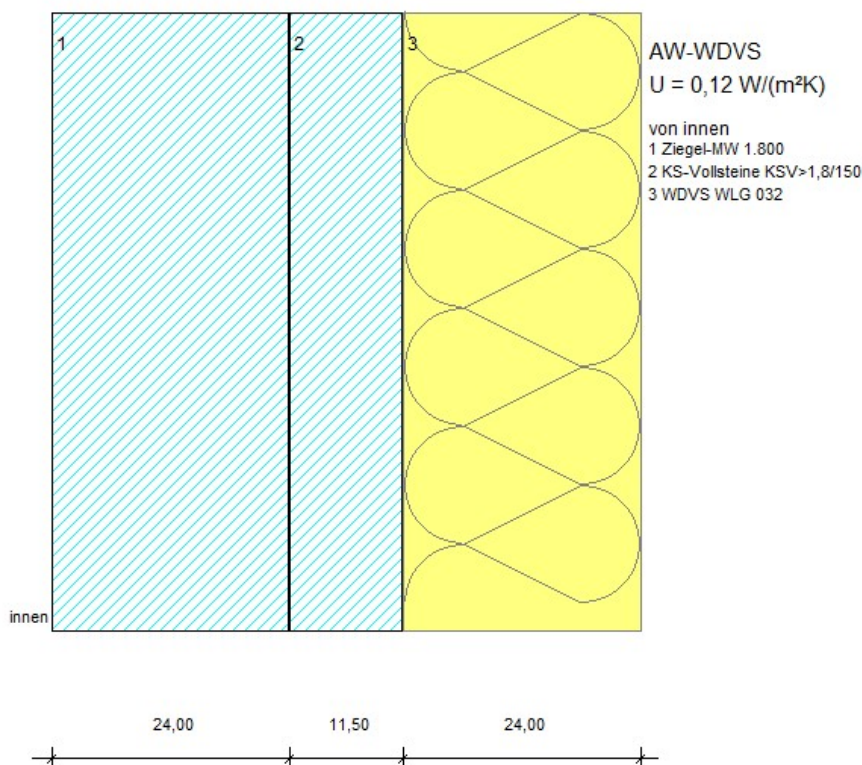
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,507 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 1,84 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

1.1.4 Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu WDVS (24 cm)



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 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
02 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
03 WDVS WLG 032	24,00	20	4,8	0,032	7,500
R_{se}					0,040

$$d = 59,50 \quad G = 655,3 \quad R_T = 8,08$$

Wärmedurchgangskoeffizient

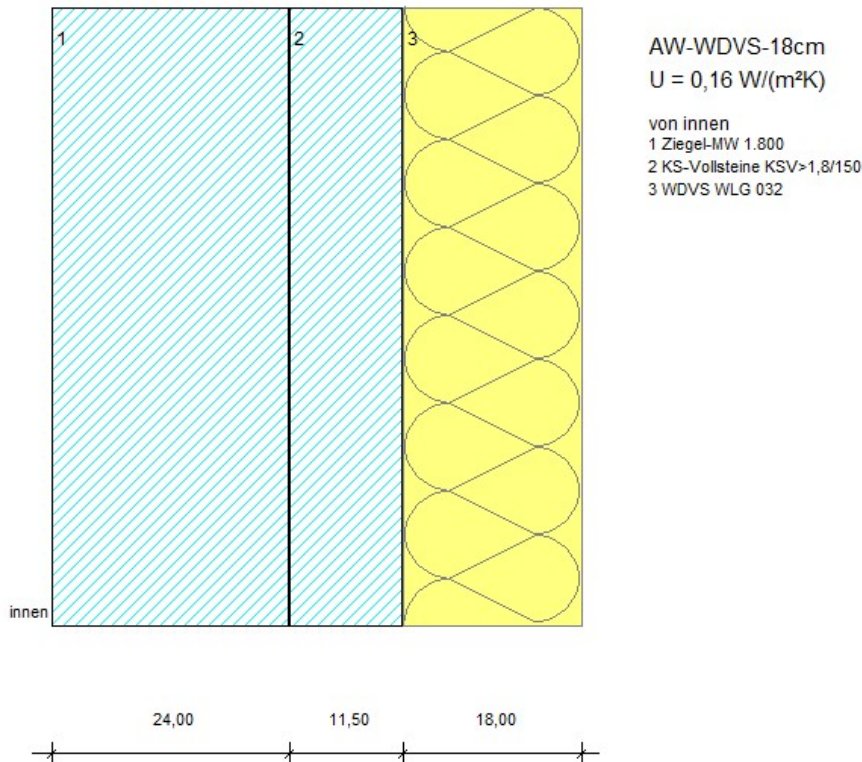
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,124 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 7,91 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.1.5 Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu WDVS (18 cm)



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 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
02 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
03 WDVS WLG 032	18,00	20	3,6	0,032	5,625
R_{se}					0,040

$$d = 53,50 \quad G = 654,1 \quad R_T = 6,21$$

Wärmedurchgangskoeffizient

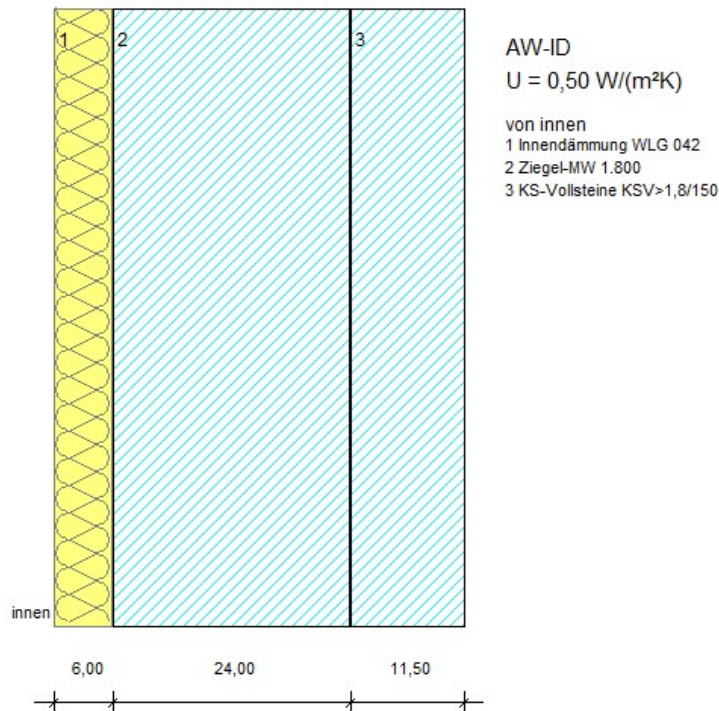
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,161 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 6,04 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.1.6 Außenwand EG/OG: Bestand AW + neu Innendämmung



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 Innendämmung WLG 042	6,00	20	1,2	0,042	1,429
02 Ziegel-MW 1.800	24,00	1800	432,0	0,790	0,304
03 KS-Vollsteine KSV>1,8/150	11,50	1900	218,5	1,047	0,110
R_{se}					0,040
	d = 41,50	G = 651,7	$R_T = 2,01$		

Wärmedurchgangskoeffizient

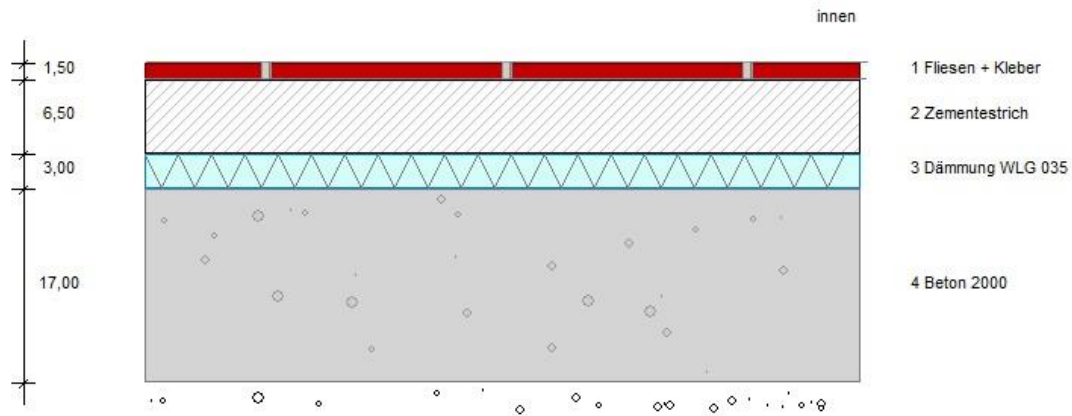
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,497 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 1,84 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

1.1.7 Bodenplatte



Bodenplatte
 $U = 0,82 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Fliesen + Kleber	1,50	2000	30,0	1,000	0,015
02 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
03 Dämmung WLG 035	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Beton 2000	17,00	2000	340,0	1,350	0,126
R_{se}					0,000
	d = 28,00	G = 500,6	$R_T = 1,21$		

Wärmedurchgangskoeffizient

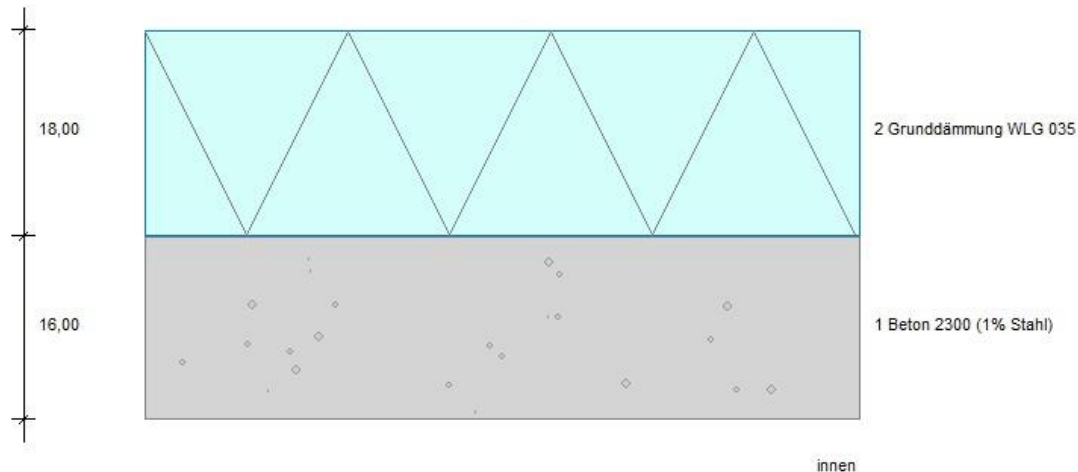
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,823 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

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 $1,04 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.1.8 Decke (nach oben) über 2.OG gegen Außenluft



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

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

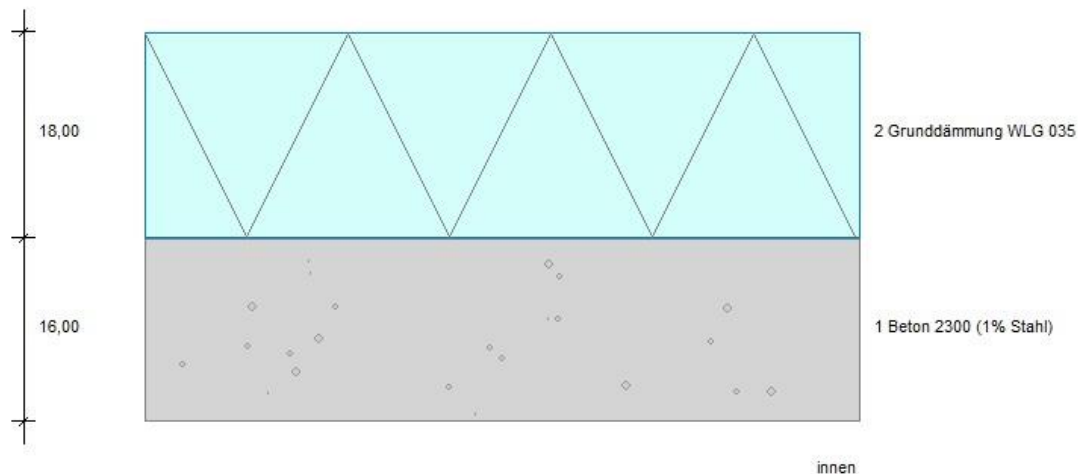
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	16,00	2300	368,0	2,300	0,070
02 Grunddämmung WLG 035	18,00	20	3,6	0,035	5,143
03	–	20	–	0,035	–
R_{se}					0,040
	d = 34,00	G = 371,6		$R_T = 5,35$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,187 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

1.1.9 Decke (nach oben) über 3.OG gegen Außenluft



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

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	16,00	2300	368,0	2,300	0,070
02 Grunddämmung WLG 035	18,00	20	3,6	0,035	5,143
03	–	20	–	0,035	–
R_{se}					0,040
	d = 34,00	G = 371,6		$R_T = 5,35$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,187 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

1.1.10 Fenster

Wärmeschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient

3-Scheiben-Sonnenschutzschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient $U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
(Energiedurchlassgrad $g = 53\%$)

Sonnenschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient

3-Scheiben-Sonnenschutzschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient $U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
(Energiedurchlassgrad $g = 29\%$)

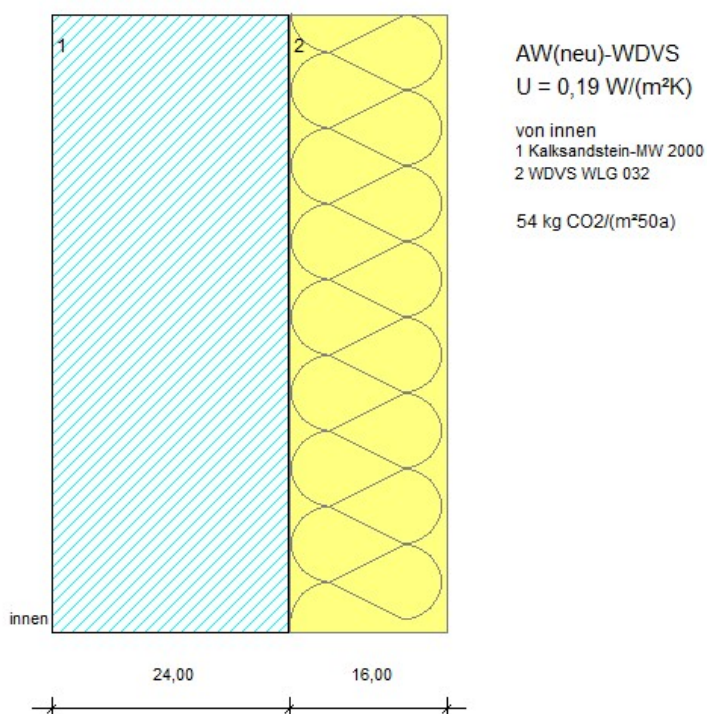
1.1.11 Außentür

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

1.2 Erweiterung/Anbau

1.2.1 Außenwand EG/OG: neu AW + WDVS



Bauteiltyp "Außenwand" (3)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,130
01 Kalksandstein-MW 2000	24,00	2000	480,0	1,100	0,218
02 WDVS WLG 032	16,00	20	3,2	0,032	5,000
R_{se}					0,040

$$d = 40,00 \quad G = 483,2 \quad R_T = 5,39$$

Wärmedurchgangskoeffizient

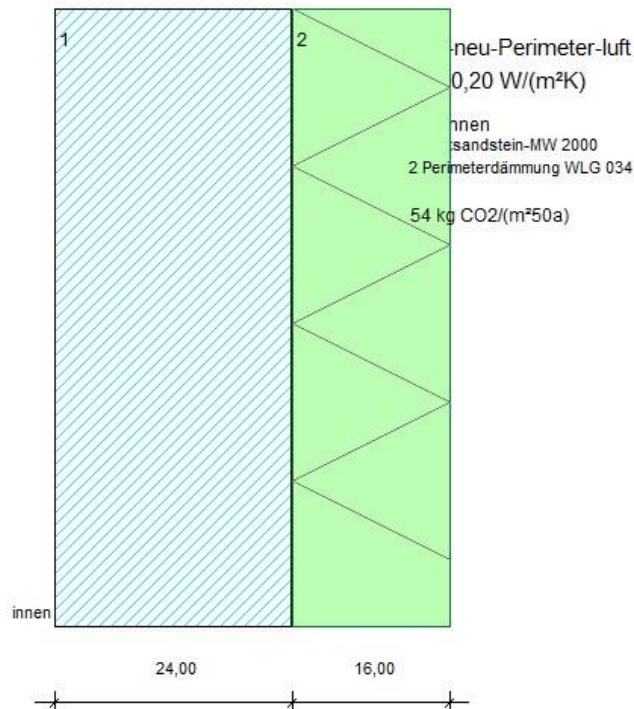
Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,186 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,22 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

1.2.2 Außenwand UG: neu AW + Perimeterdämmung



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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}				0,130
01 Kalksandstein-MW 2000	24,00	2000	1,100	0,218
02 Perimeterdämmung WLG 034	16,00	25	0,034	4,706
R_{se}				0,040
	d = 40,00	G = 484,0	$R_T = 5,09$	

Wärmedurchgangskoeffizient

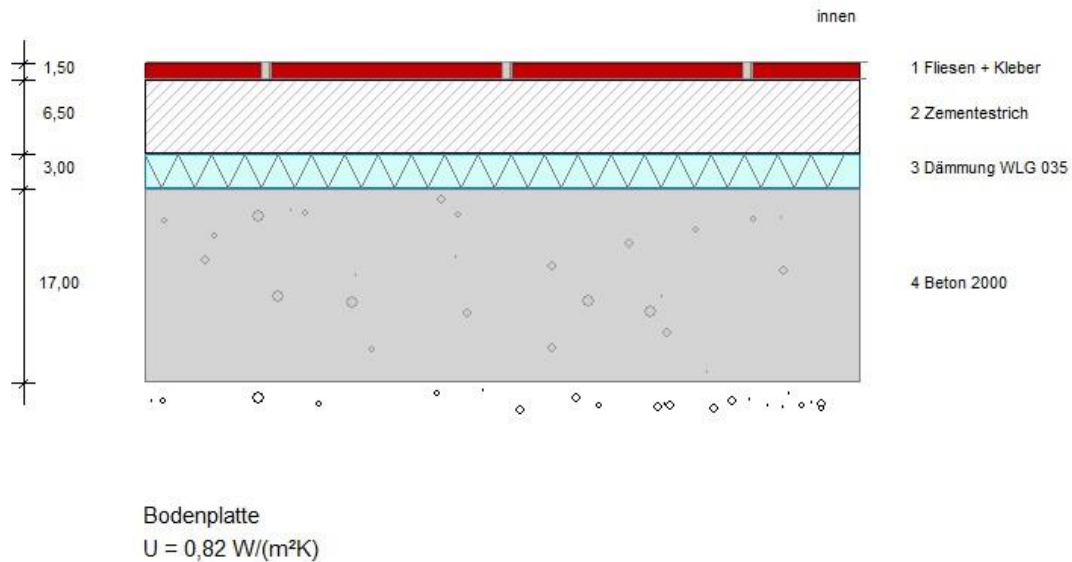
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,196 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 4,92 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

1.2.3 Bodenplatte Treppenhaus



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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Fliesen + Kleber	1,50	2000	30,0	1,000	0,015
02 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
03 Dämmung WLG 035	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Beton 2000	17,00	2000	340,0	1,350	0,126
R_{se}					0,000
	d = 28,00	G = 500,6	$R_T = 1,21$		

Wärmedurchgangskoeffizient

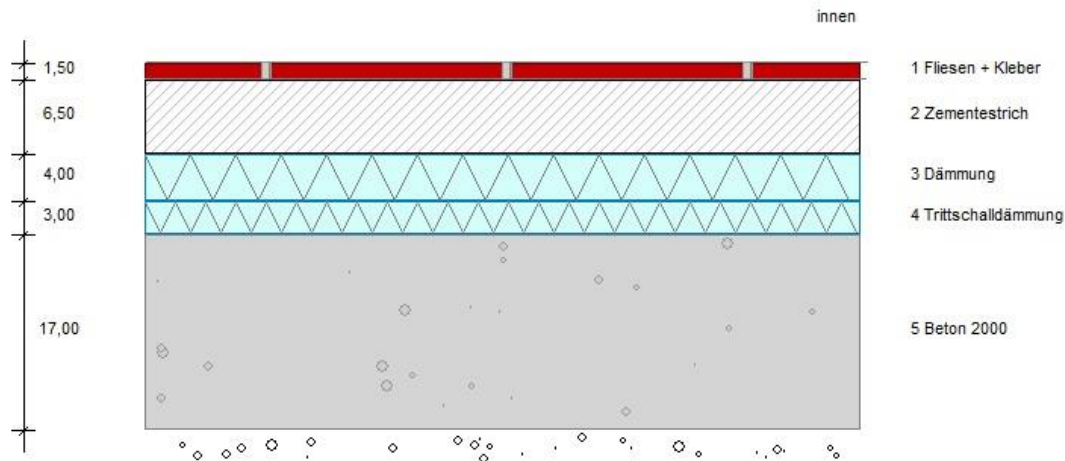
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,823 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

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 $1,04 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.2.4 Bodenplatte Anbau Westseite



BodenplatteAnbau
 $U = 0,42 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Fliesen + Kleber	1,50	2000	30,0	1,000	0,015
02 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
03 Dämmung	4,00	20	0,8	0,035	1,143
04 Trittschalldämmung	3,00	20	0,6	0,035	0,857
05 Beton 2000	17,00	2000	340,0	1,350	0,126
R_{se}					0,000
d =	32,00	G =	501,4	$R_T = 2,36$	

Wärmedurchgangskoeffizient

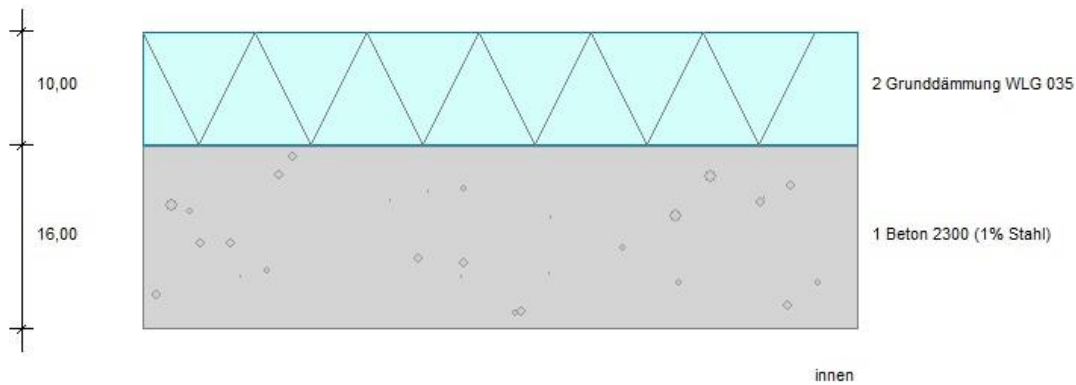
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,424 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

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.

$R = 2,19 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

1.2.5 Dach Treppenhaus und Anbau Westseite



Flachdach-neu
 $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	16,00	2300	368,0	2,300	0,070
02 Grunddämmung WLG 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
R_{se}					0,040
	d = 26,00	G = 370,0	$R_T = 3,07$		

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,326 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



1.2.6 Fenster

Wärmeschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient

3-Scheiben-Sonnenschutzverglasung

Wärmedurchgangskoeffizient $U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
(Energiedurchlassgrad $g = 53\%$)

1.2.7 Außentür

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.2 0.011 Ruheraum

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Ruheraum
mit der Nettogrundfläche $A_G = 28,39 = 28,39 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_W \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_C	$A_W * g * F_C$
1	West	West 90°	6,81	53	0,25	0,90
2						
			6,8 m ²			0,90

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_C = 0,25$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $6,81 / 28,39 = 0,24$ (24%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{C,i}) / A_G = 0,90 / 28,39 = \mathbf{0,032}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,002 ($f_{WG} = 0,24$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster $>60^\circ$	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,002

$S_{\text{vorh}} = 0,032 \leq 0,083 = S_{\text{zul}} (= 0,081 + 0,002)$ **Nachweis erbracht**

2.3 0.505 Bademeister

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Bademeister

mit der Nettogrundfläche $A_G = 14,26 = 14,26 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1	West	West 90°	2,06	53	0,25	0,27
2						
			2,1 m ²			0,27

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 2,06 / 14,26 = 0,14$ (14%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,27 / 14,26 = \mathbf{0,019}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,014 ($f_{WG} = 0,14$)
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,044

$S_{\text{vorh}} = 0,019 \leq 0,051 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,044)$ **Nachweis erbracht**

2.4 0.506 Bewegungsbad

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Schwimmbad
mit der Nettogrundfläche $A_G = 131,18 = 131,18 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_C	$A_w * g * F_C$
1	Süd	Süd 90°	10,09	31	1,00	3,13
2						
			10,1 m ²			3,13

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $10,09 / 131,18 = 0,08$ (8%) (nachweisfrei)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 3,13 / 131,18 = \mathbf{0,024}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,021 ($f_{WG} = 0,08$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,021

$S_{\text{vorh}} = 0,024 \leq 0,028 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,021)$ **Nachweis erbracht**

2.6 1.004 Logopädie

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Logopädie
mit der Nettogrundfläche $A_G = 15,35 = 15,35 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 Ost 2	West 90°	3,69	53	0,25	0,49
3,7 m²					0,49

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 3,69 / 15,35 = 0,24$ (24%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,49 / 15,35 = \mathbf{0,032}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,002 ($f_{WG} = 0,24$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,002

$S_{\text{vorh}} = 0,032 \leq 0,062 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,002)$ **Nachweis erbracht**

2.7 1.005 Personal

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Personal Aufenthalt
mit der Nettogrundfläche $A_G = 36,27 = 36,27 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1	Ost	Ost 90°	7,37	53	0,25	0,98
2						
			7,4 m ²			0,98

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 7,37 / 36,27 = 0,20$ (20%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,98 / 36,27 = \mathbf{0,027}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

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

$S_{\text{vorh}} = 0,027 \leq 0,067 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,007)$ **Nachweis erbracht**

2.8 1.006 MTT1+MTT2

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

MTT1+MTT2

mit der Nettogrundfläche $A_G = 261,16 + 53,92 = 315,08 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen		Orientierung / Neigung		A _w [m²]	g [%]	F _C	A _w *g*F _C
1	Süd	Süd	90°	5,55	53	1,00	2,94
2	Süd	Süd	90°	20,16	53	1,00	10,68
3	West	West	90°	16,38	53	0,25	2,17
4							
				42,1 m²			15,79

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ zweifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $42,08 / 315,08 = 0,13$ (13%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,j} \cdot g_j \cdot F_{c,j}) / A_G = 15,79 / 315,08 = \mathbf{0,050}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

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

$$S_{\text{vorh}} = 0,050 \leq 0,075 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,015) \text{ Nachweis erbracht}$$

2.9 1.008 Physio

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Physio Mehrzweckraum
mit der Nettogrundfläche $A_G = 11,04 = 11,04 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1	West	West 90°	3,00	53	0,25	0,40
2						
			3,0 m ²			0,40

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 3,00 / 11,04 = 0,27$ (27%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,40 / 11,04 = \mathbf{0,036}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

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

$S_{\text{vorh}} = 0,036 \leq 0,059 = S_{\text{zul}} (= 0,060 - 0,001)$ **Nachweis erbracht**

2.10 1.011 Ergotherapie

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Ergotherapie
mit der Nettogrundfläche $A_G = 13,94 = 13,94 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A _w [m²]	g [%]	F _C	A _w *g*F _C
1	Nord	Nord 90°	1,85	53	1,00	0,98
2						
3						
			1,9 m²			0,98

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 1,85 / 13,94 = 0,13$ (13%) (nachweisfrei)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,98 / 13,94 = \mathbf{0,070}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,015 ($f_{WG} = 0,13$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,115

$S_{\text{vorh}} = 0,070 \leq 0,122 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,115)$ **Nachweis erbracht**

2.11 2.013 Gruppenraum

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Gruppenraum
mit der Nettogrundfläche $A_G = 31,96 = 31,96 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1	Süd	Süd 90°	5,35	53	0,25	0,71
2						
			5,4 m ²			0,71

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0,4$ zweifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $5,35 / 31,96 = 0,17$ (17%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,71 / 31,96 = \mathbf{0,022}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,010 ($f_{WG} = 0,17$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster $>60^\circ$	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,010

$S_{\text{vorh}} = 0,022 \leq 0,070 = S_{\text{zul}} (= 0,060 + 0,010)$ **Nachweis erbracht**

2.14 3.001 Büro 1

2.15 3.010 Lehrküche

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Lehrküche

mit der Nettogrundfläche $A_G = 39,83 = 39,83 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A _w [m²]	g [%]	F _C	A _w *g*F _C
1					
2 Fenster	West 90°	11,10	53	0,25	1,47
3					
		11,1 m²			1,47

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ dreifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $11,10 / 39,83 = 0,28$ (28%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} \cdot g_i \cdot F_{c,i}) / A_G = 1,47 / 39,83 = \mathbf{0,037}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,002 ($f_{WG} = 0,28$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	-0,002

$S_{\text{vorh}} = 0,037 \leq 0,058 = S_{\text{Zul}} (= 0,060 - 0,002)$ **Nachweis erbracht**

2.17 3.009 Gruppe 2

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Gruppe2

mit der Nettogrundfläche $A_G = 88,02 = 88,02 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung		A _w [m²]	g [%]	F _C	A _w *g*F _C
1 Süd	Süd	90°	7,18	31	1,00	2,23
2 West	West	90°	4,80	53	0,25	0,64
3						
			12,0 m²			2,86

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ $F_c = 0,25$ Verglasung $g > 0.4$ zweifach + Markise parallel zur Verglasung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $11,99 / 88,02 = 0,14$ (14%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} \cdot g_i \cdot F_{c,i}) / A_G = 2,86 / 88,02 = \mathbf{0,032}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

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

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,014 ($f_{WG} = 0,14$)
für Sonnenschutzverglasung	+0,025
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,039

$$S_{\text{vorh}} = 0,032 \leq 0,046 = S_{\text{zul}} (= 0,007 + 0,039) \text{ Nachweis erbracht}$$

3 Berechnung detailliert

3.1 Referenzgebäude

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: D240203 RKH Potsdam

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 "250115-RHK-Bestand-LP4-Referenz2020"

Nachweisverfahren

Änderung / Ausbau von Nichtwohngebäuden nach GEG '20 §50 zur Begrenzung des

Jahres-Primärenergiebedarfs, 140% - Regel

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
Büro	202 Gruppenbüro	250	20,0	17,4	201	556
WC, Dusche, Umkleiden FBH	216 WC und Sanit	250	19,9	17,5	313	794
Schwimmbad	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,7	131	393
Pausen-, Ruheräume, Cantine	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	429	1272
Flure, Technikräume, TH, Au	219 Verkehrsfläc	250	20,4	18,0	907	2367
Technik UG	220 Lager, Techn	250	16,2	14,1	259	695
Fitnessräume	235 Fitnessraum	365	19,3		315	917
Behandlungsräume	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	568	1502
Behandlungsräume Kühlung	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	80	895
					3.203	9.391

Gebäude, $A_{NGF} = 3203,0 \text{ m}^2$, $n_G = 5$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, 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
Büro						
1 FAW AW+WDVS	- 1:0	152,6	0,280	1,00 F_{AW}	51	42,7
3 FF Ost	O 1:0	20,3	1,300	1,00 F_F	51 02	26,4
4 FF W	W 1:0	11,0	1,300	1,00 F_F	51 02	14,3
5 FF N	N 1:0	6,5	1,300	1,00 F_F	51 02	8,4
6 FD Flachdach 3.OG	- 1:0	130,0	0,200	1,00 F_D	51	26,0
Sanitär FBH						
7 FAW AW+Perimeter	- 2:0	54,0	0,280	1,00 F_{AW}	51	15,1
# 8 FAW AW+Perimeter	- 2:0	98,0	0,350	0,80 F_{wb}	51 37	27,4
2 FAW AW+WDVS	- 2:0	20,4	0,280	1,00 F_{AW}	51	5,7
9 FF S	S 2:0	3,8	1,300	1,00 F_F	51 02	5,0
10 FF W	W 2:0	3,0	1,300	1,00 F_F	51 02	3,9
11 FG Bodenplatte	- 2:0	274,5	0,350	0,80 F_G	51 18 37	76,9
Sonstige Aufenthaltsr						
12 FAW AW+WDVS	- 4:0	176,7	0,280	1,00 F_{AW}	51	49,5
13 FAW AW+ID	- 4:0	66,3	0,280	1,00 F_{AW}	51	18,6
14 FF S	S 4:0	18,0	1,300	1,00 F_F	51 02	23,4
15 FF W	W 4:0	34,8	1,300	1,00 F_F	51 02	45,2
16 FF N	N 4:0	6,2	1,300	1,00 F_F	51 02	8,0
18 FD Flachdach 3.OG	- 4:0	382,3	0,200	1,00 F_D	51	76,5
Schwimmbad						
12 FAW AW+WDVS	- 3:0	16,4	0,280	1,00 F_{AW}	51	4,6
13 FAW AW+ID	- 3:0	80,4	0,280	1,00 F_{AW}	51	22,5
14 FF S	S 3:0	10,1	1,300	1,00 F_F	51 02	13,1
Verkehrsfläche						
7 FAW AW+Perimeter	- 5:0	5,4	0,280	1,00 F_{AW}	51	1,5
8 FAW AW+Perimeter	- 5:0	10,7	0,350	0,80 F_{wb}	51 37	3,0
19 FAW AW+WDVS	- 5:0	58,4	0,280	1,00 F_{AW}	51	16,4
20 FAW AW+ID	- 5:0	3,0	0,280	1,00 F_{AW}	51	0,8
21 FF N	N 5:0	4,9	1,300	1,00 F_F	51 02	6,4
22 FF S	S 5:0	8,6	1,300	1,00 F_F	51 02	11,2
23 FF W	W 5:0	3,8	1,300	1,00 F_F	51 02	4,9
24 FAW Tür	- 5:0	2,4	1,800	1,00 F_{AW}	51	4,4
26 FD Flachdach 2.OG	- 5:0	8,6	0,200	1,00 F_D	51	1,7
26 FD Flachdach 3.OG	- 5:0	202,0	0,200	1,00 F_D	51	40,4
35 FG Bodenplatte	- 5:0	193,0	0,350	0,80 F_G	51 18 37	54,0
Technik UG						
27 FAW AW+Perimeter	- 6:0	46,0	0,350	1,00 F_{AW}	50	16,1
28 FAW AW+Perimeter	- 6:0	81,1	0,350	0,80 F_{wb}	50 37	22,7
35 FG Bodenplatte	- 6:0	293,2	0,350	0,80 F_G	50 18 37	82,1

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung

Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

Fitness							
36	FAW AW+WDVS	-	7:0	63,0	0,280	1,00 F _{AW} 51	17,6
37	FAW AW+ID	-	7:0	53,5	0,280	1,00 F _{AW} 51	15,0
38	FF O	O	7:0	16,4	1,300	1,00 F _F 51 02	21,3
39	FF S	S	7:0	26,3	1,300	1,00 F _F 51 02	34,2
Behandlung							
41	FAW AW+WDVS	-	8:0	268,0	0,280	1,00 F _{AW} 51	75,0
17	FAW AW+WDVS 18cm	-	8:0	61,8	0,280	1,00 F _{AW} 51	17,3
42	FAW AW+ID	-	8:0	6,4	0,280	1,00 F _{AW} 51	1,8
43	FF N	N	8:0	14,1	1,300	1,00 F _F 51 02	18,3
44	FF O	O	8:0	51,6	1,300	1,00 F _F 51 02	67,1
45	FF S	S	8:0	5,3	1,300	1,00 F _F 51 02	7,0
46	FF W	W	8:0	24,5	1,300	1,00 F _F 51 02	31,9
47	FD Flachdach 2.OG	-	8:0	54,5	0,200	1,00 F _D 51	10,9
Behandlung Kühlung							
41	FAW AW+WDVS	-	9:0	76,9	0,280	1,00 F _{AW} 51	21,5
42	FAW AW+ID	-	9:0	43,8	0,280	1,00 F _{AW} 51	12,3
44	FF O	O	9:0	3,8	1,300	1,00 F _F 51 02	4,9
45	FF S	S	9:0	13,1	1,300	1,00 F _F 51 02	17,0
46	FF W	W	9:0	12,1	1,300	1,00 F _F 51 02	15,7

 $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 3.281,5$
 $\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.167,6$

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).

18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max}-Nachweis reduziert (5m-Streifen)

37 Die F_X-Faktoren der unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht angenommen (T2, Tab.5/6)

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.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

H_{T,WB} = 185,1 W/K (15,9 %, 0,056 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
Büro	134	0	0	134	0	0
WC, Dusche, Umkleiden FBH	52	27	77	157	0	0
Schwimmbad	46	0	0	46	0	0
Pausen-, Ruheräume, Canti	255	0	0	255	0	0
Flure, Technikräume, TH,	113	3	54	170	0	0
Technik UG	58	23	82	163	0	0
Fitnessräume	96	0	0	96	0	0
Behandlungsräume	254	0	0	254	0	0
Behandlungsräume Kühlung	79	0	0	79	0	0
	1087	53	213	1353		

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.352,7 / 3.281,5 = \mathbf{0,41 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

in Bestandsgebäuden mit $U_{max} = \text{Höchstwerte} \cdot 1,25 \cdot 1,4$ (140%-Regel und §50 mit Rundungsregel)

		opake Bauteile [W/ (m ² K)]	Fenster [W/ (m ² K)]	Vorhangf. [W/ (m ² K)]	Oberfl. [W/ (m ² K)]
U_{max}	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,56	2,66	2,66	4,34
U_{max}	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,84	4,90	5,32	5,46
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$		0,26	1,30		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$		0,34			

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

" 11 FG Bodenplatte", $A_{Rand} = 274,5 - 60,6 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 35 FG Bodenplatte", $A_{Rand} = 293,2 - 122,1 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 35 FG Bodenplatte", $A_{Rand} = 193,0 - 152,2 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 2,66 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 51,1\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \sum A / V = 2 \cdot 3282 / 9391 = 0,70$ (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern) für die Zonen Fitnessräume, Behandlungsräume, Behandlungsräume Kühlung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h ⁻¹	V_A/V_{dc} 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
Büro	-	1,15	4,00	1,45	0,08	0,10	1,45	13
WC, Dusche, Umklei	-	1,14	15,00	5,91	0,08	0,10	5,91	13
Schwimmbad	-	0,54	7,00	2,33	0,04	0,10	2,33	13
Pausen-, Ruheräume	-	1,08	7,00	2,36	0,08	0,10	2,36	13
Flure, Technikräum	-	0,63	0,00	0,00	0,04	0,10	-	-
Technik UG	-	1,81	0,15	0,06	0,13	0,10	-	-
Fitnessräume	-	0,35	11,05	3,80	0,02	0,10	3,80	17
Behandlungsräume	-	0,65	7,75	2,93	0,05	0,10	2,93	13
Behandlungsräume K	-	0,33	7,75	0,69	0,02	0,10	0,69	13

⇒ WE-Betrieb ...

Büro	0,00	0,00	0,08	0,10
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0,00	0,00	0,08	0,10
Schwimmbad	0,00	0,00	0,04	0,10

Pausen-, Ruheräume, Cantine,	0,00	0,00	0,08	0,10
Flure, Technikräume, TH, Aufz	0,00	0,00	0,04	0,10
Technik UG	0,00	0,00	0,13	0,10
Behandlungsräume	0,00	0,00	0,05	0,10
Behandlungsräume Kühlung	0,00	0,00	0,02	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 804 / 804 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4695 / 4695 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 917 / 917 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3003 / 3003 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3481 / 3481 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4402 / 4402 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 620 / 620 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
Büro	556	0	15	19	34	148	15,2
WC, Dusche, Umkleide	794	0	22	27	49	865	15,2
Schwimmbad	393	0	5	13	18	169	18,0
Pausen-, Ruheräume,	1.272	0	33	43	76	553	15,2
Flure, Technikräume,	2.367	0	36	80	116	0	
Technik UG	695	0	30	24	54	0	
Fitnessräume	917	0	8	31	39	838	15,1
Behandlungsräume	1.502	0	23	51	74	811	15,2
Behandlungsräume Küh	895	0	7	30	38	114	15,2
		0	178	319	497	3498	

⇒ WE-Betrieb ...

Büro	0	15	19	34			
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0	22	27	49			
Schwimmbad	0	5	13	18			
Pausen-, Ruheräume, Cantine	0	33	43	76			
Flure, Technikräume, TH, Au	0	36	80	116			
Technik UG	0	30	24	54			
Behandlungsräume	0	23	51	74			
Behandlungsräume Kühlung	0	7	30	38			
	0	171	288	459			

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

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

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

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

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
3 FF Ost	1	14,21	25/ 138	44/ 32 7103m	3,7/ 15,3
4 FF W	1	7,70	17/ 117	44/ 32 "	1,4/ 7,0
5 FF N	1	4,55	10/ 81	44/ 44 "	0,5/ 3,9
9 FF S	2	2,68	59/ 113	44/ 44 7100	1,7/ 3,2
10 FF W	2	2,08	17/ 117	44/ 32 7103m	0,4/ 1,9
14 FF S	4	12,60	59/ 113	44/ 44 7100	7,8/ 14,9
15 FF W	4	24,36	17/ 117	44/ 32 7103m	4,3/ 22,2
16 FF N	4	4,32	10/ 81	44/ 44 "	0,5/ 3,7
14 FF S	3	7,07	59/ 113	44/ 44 7100	4,4/ 8,4
21 FF N	5	3,43	10/ 81	44/ 44 7103m	0,4/ 2,9
22 FF S	5	6,02	59/ 113	44/ 44 7100	3,7/ 7,1
23 FF W	5	2,64	17/ 117	44/ 32 7103m	0,5/ 2,4
38 FF O	7	11,48	25/ 138	44/ 32 "	3,0/ 12,4
39 FF S	7	18,41	59/ 113	44/ 44 7100	11,4/ 21,8
43 FF N	8	9,87	10/ 81	44/ 44 7103m	1,0/ 8,4
44 FF O	8	36,12	25/ 138	44/ 32 "	9,5/ 38,9
45 FF S	8	3,74	59/ 113	44/ 44 7100	2,3/ 4,4
46 FF W	8	17,15	17/ 117	44/ 32 7103m	3,1/ 15,6
44 FF O	9	2,63	25/ 138	44/ 32 "	0,7/ 2,8
45 FF S	9	9,17	59/ 113	44/ 44 7100	5,7/ 10,9
46 FF W	9	8,47	17/ 117	44/ 32 7103m	1,5/ 7,7
		208,60			68/ 216

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

7103: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° weiß

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

=

5, G2 = 10 und G3 = 30

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnozonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

a_{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

nicht bilanziert

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
Büro	622	409	154	93	173	200	511	6.288
WC, Dusche, Um	156	124	45	33	63	52	126	1.468

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Schwimmbad	274	244	87	67	136	98	225	2.589
Pausen-, Ruher	1.150	842	318	216	391	369	921	11.003
Flure, Technik	343	276	104	74	141	120	278	3.370
Technik UG	-	-	-	-	-	-	-	-
Fitnessräume	1.013	841	298	219	447	352	841	9.780
Behandlungsräu	1.643	1.118	417	260	493	533	1.353	16.517
Behandlungsräu	635	493	180	127	244	209	516	6.035
	5.835	4.347	1.603	1.089	2.088	1.931	4.772	57.052

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
Büro	201	6,0	8,6	0,0	14,7
WC, Dusche, Umkleiden FBH	313	-	-	0,0	0,0
Schwimmbad	131	12,2	1,0	0,0	13,2
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	429	39,9	3,4	0,0	43,3
Flure, Technikräume, TH, Auf	907	-	-	0,0	0,0
Technik UG	259	-	-	0,0	0,0
Fitnessräume	315	83,2	7,6	0,0	90,7
Behandlungsräume	568	46,6	19,9	0,0	66,5
Behandlungsräume Kühlung	80	6,6	2,8	0,0	9,4

⇒ WE-Betrieb ...

Büro	-	-	0,0	0,0
WC, Dusche, Umkleiden FBH	-	-	0,0	0,0
Schwimmbad	-	-	0,0	0,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	-	-	0,0	0,0
Flure, Technikräume, TH, Auf	-	-	0,0	0,0
Technik UG	-	-	0,0	0,0
Behandlungsräume	-	-	0,0	0,0
Behandlungsräume Kühlung	-	-	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
Büro	0,0	19,8	8,9	8,5	0,0
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0,0	19,7	16,5	0,0	0,0
Schwimmbad	0,0	7,6	0,0	5,5	0,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	0,0	22,9	19,0	0,9	0,0
Flure, Technikräume, TH, Aufz	0,0	12,5	40,3	0,0	0,0
Technik UG	0,0	1,4	11,5	0,0	0,0
Fitnessräume	0,0	40,6	14,0	0,6	0,0
Behandlungsräume	0,0	102,8	25,2	1,1	0,0
Behandlungsräume Kühlung	0,0	13,2	3,6	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} = ungerichtete Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

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

Q_{I,rv} = ungerichtete 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	$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
Büro	134	34	148	102	58	0,573
WC, Dusche, Umkleiden FBH	157	49	865	203	43	0,211
Schwimmbad	46	18	169	42	31	0,724
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	255	76	553	231	102	0,442
Flure, Technikräume, TH, Auf	170	116	0	171	71	0,416
Technik UG	163	54	0	90	15	0,167
Fitnessräume	96	39	838	144	160	1,115
Behandlungsräume	254	74	811	298	211	0,710
Behandlungsräume Kühlung	79	38	114	77	34	0,439

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
Büro	50	316	31,78	2,99	0,909	1,000
WC, Dusche, Umkleiden FBH	50	1070	14,63	1,91	0,959	1,000
Schwimmbad	50	233	28,12	2,76	0,839	1,000
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	50	884	24,26	2,52	0,924	1,000
Flure, Technikräume, TH, Auf	50	286	158,62	10,91	1,000	1,000
Technik UG	50	217	59,82	4,74	1,000	1,000
Fitnessräume	50	973	16,19	2,01	0,631	1,000
Behandlungsräume	50	1139	24,94	2,56	0,829	1,000
Behandlungsräume Kühlung	50	231	17,34	2,08	0,891	0,995

 $\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iu}$ = 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 Wärmespeichereffizienz, 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	20,0	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,2}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,3}$ °C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9

$T_{i,4}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,5}$	°C	20,4	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9	20,9	20,9	20,8	20,6	20,5	20,4
$T_{i,6}$	°C	16,2	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,7}$	°C	19,3	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,0	19,8	19,6	19,4	19,3
$T_{i,8}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0

⇒ WE-Betrieb ...

$T_{i,1}$	°C	17,4	17,5	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
$T_{i,2}$	°C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,5
$T_{i,3}$	°C	17,7	17,8	18,3	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,6
$T_{i,4}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	18,0	17,4
$T_{i,5}$	°C	18,0	18,1	18,6	19,2	20,0	20,4	20,7	20,6	20,0	19,3	18,5	18,0
$T_{i,6}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,7	14,1
$T_{i,7}$	°C	18,8	18,8	18,8	18,8	18,9	19,4	19,8	19,7	19,0	18,8	18,8	18,8
$T_{i,8}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0

7.1 Zone Büro

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 $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$ °C und $Q_I = 14,7$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,507	0,739	0,884	0,916	0,909	0,899	0,828	0,636
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,852	0,993	1,000	1,000	1,000	0,999	0,994	0,799
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	192	178	172	178	178	161	178	2.027
t_h	h	44	744	720	744	744	672	744	4.906
$Q_{h,b,RE}$	kWh	19	296	759	1.078	1.035	852	597	4.900
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	51	256	368	344	277	153	1.449
Q_T	kWh	586	1.039	1.478	1.816	1.807	1.559	1.473	12.187
Q_V	kWh	122	381	642	837	821	699	616	4.248
Q_S^*	kWh	383	335	142	88	162	186	450	3.626
Q_I^*	kWh	455	738	963	1.118	1.088	943	889	7.930

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

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

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

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

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

7.2 Zone WC, Dusche, Umkleiden FBH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,825	0,891	0,949	0,962	0,959	0,957	0,938	0,741
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	158	277	268	277	277	250	277	2.579
t_h	h	237	744	720	744	744	672	744	5.485
$Q_{h,b,RE}$	kWh	117	1.344	2.626	3.545	3.444	2.914	2.429	17.714
$Q_{h,b,WE}$	kWh	20	113	319	451	438	368	284	2.100
Q_T	kWh	685	1.215	1.727	2.123	2.112	1.822	1.722	14.245
Q_V	kWh	39	1.035	2.058	2.805	2.725	2.295	1.911	10.846
Q_S^*	kWh	137	115	44	32	61	50	121	1.135
Q_I^*	kWh	449	678	796	899	893	786	799	6.673

7.3 Zone Schwimmbad

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 13,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,482	0,716	0,826	0,858	0,839	0,841	0,778	0,572
$\eta_{source,WE}$		0,851	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,824
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	73	136	112	116	116	105	116	1.007
t_h	h	145	510	720	744	744	672	744	5.439
$Q_{h,b,RE}$	kWh	34	171	297	381	354	313	252	1.966
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	65	114	91	80	17	367
Q_T	kWh	200	355	505	621	618	533	503	4.166
Q_V	kWh	189	341	379	417	417	370	387	2.731
Q_S^*	kWh	164	196	77	60	121	87	191	1.498
Q_I^*	kWh	257	397	446	482	469	422	431	3.716

7.4 Zone Pausen-, Ruheräume, Cantine, Empfang

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 43,3 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,562	0,782	0,907	0,932	0,924	0,919	0,865	0,691
$\eta_{source,WE}$		0,884	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,831
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	379	380	368	380	380	343	380	4.181
t_h	h	52	744	720	744	744	672	744	4.913
$Q_{h,b,RE}$	kWh	58	945	2.198	3.032	2.903	2.446	1.843	14.332
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	74	496	716	662	550	315	2.813
Q_T	kWh	1.117	1.981	2.817	3.462	3.445	2.971	2.807	23.229
Q_V	kWh	225	1.016	1.820	2.413	2.358	1.999	1.724	11.089
Q_S^*	kWh	763	715	298	206	370	348	835	7.193
Q_I^*	kWh	807	1.263	1.645	1.921	1.868	1.626	1.538	14.076

7.5 Zone Flure, Technikräume, TH, Aufzug

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,963
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,987
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	358	647	778	804	804	726	804	6.387
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.270
$Q_{h,b,RE}$	kWh	618	1.398	1.899	2.144	2.117	1.880	1.880	14.133
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	84	206	189	146	27	652
Q_T	kWh	762	1.352	1.923	2.364	2.352	2.029	1.917	15.861
Q_V	kWh	522	926	1.317	1.619	1.611	1.390	1.313	10.863
Q_S^*	kWh	343	276	104	74	141	120	278	3.235
Q_I^*	kWh	420	683	1.154	1.559	1.515	1.273	1.045	9.437

7.6 Zone Technik UG

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,813
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	54	156	222	229	229	207	229	1.555
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.602
$Q_{h,b,RE}$	kWh	260	813	1.292	1.593	1.593	1.373	1.305	9.371
$Q_{h,b,WE}$	kWh	47	138	255	370	369	306	246	1.927
Q_T	kWh	289	828	1.379	1.778	1.767	1.506	1.358	10.090
Q_V	kWh	95	273	454	585	582	496	447	3.322
Q_S^*	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_I^*	kWh	76	150	286	400	387	323	253	2.123

7.7 Zone Fitnessräume

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 90,7 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,121	0,294	0,558	0,650	0,631	0,614	0,495	0,326
t_h	h	–	126	720	744	744	672	660	3.761
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	112	778	1.428	1.323	1.051	584	5.360
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_T	kWh	380	724	1.061	1.317	1.310	1.127	1.055	8.487
Q_V	kWh	–434	876	2.272	3.226	3.151	2.616	2.088	8.778
Q_S^*	kWh	123	247	167	142	282	216	417	2.267
Q_I^*	kWh	475	1.241	2.388	2.973	2.856	2.477	2.143	16.754

7.8 Zone Behandlungsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 66,5 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,339	0,612	0,788	0,837	0,829	0,817	0,734	0,520
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,867	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,828
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	281	683	720	744	744	672	744	5.423
$Q_{h,b,RE}$	kWh	77	638	1.823	2.717	2.605	2.146	1.471	11.967
$Q_{h,b,WE}$	kWh	78	496	1.000	1.280	1.210	1.018	741	6.051
Q_T	kWh	1.406	2.358	3.268	3.981	3.962	3.425	3.264	27.665
Q_V	kWh	799	1.988	3.164	4.057	3.977	3.398	3.038	22.120
Q_S^*	kWh	830	820	356	231	435	466	1.105	8.331
Q_I^*	kWh	1.220	2.392	3.253	3.810	3.690	3.193	2.985	25.117

7.9 Zone Behandlungsräume Kühlung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\theta_{h,Jan} = 22,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 9,4 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\theta_{h,Jan} = 22,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,470	0,711	0,874	0,907	0,891	0,889	0,805	0,616
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,755	0,942	0,997	0,998	0,995	0,996	0,968	0,797
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	495	744	720	744	744	672	744	6.521
$Q_{h,b,RE}$	kWh	78	333	778	1.062	1.001	858	627	5.060
$Q_{h,b,WE}$	kWh	48	183	390	500	462	401	294	2.451
Q_T	kWh	437	734	1.017	1.239	1.233	1.066	1.016	8.610
Q_V	kWh	263	532	795	997	984	845	777	6.073
Q_S^*	kWh	355	386	164	119	226	193	442	3.510
Q_I^*	kWh	219	364	480	555	528	459	429	3.885

7.10 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
Büro	12.187	4.248	3.626	7.931	6.348	31,6
WC, Dusche, Umkleid	14.245	10.846	1.135	6.673	19.814	63,3
Schwimmbad	4.166	2.731	1.498	3.716	2.332	17,8
Pausen-, Ruheräume,	23.229	11.089	7.193	14.076	17.145	40,0
Flure, Technikräume	15.861	10.863	3.235	9.437	14.785	16,3
Technik UG	10.090	3.322	-	2.124	11.298	43,6
Fitnessräume	8.488	8.778	2.268	16.754	5.360	17,0
Behandlungsräume	27.665	22.120	8.331	25.117	18.018	31,7
Behandlungsräume Kü	8.610	6.073	3.510	3.885	7.510	93,9
	124.539	80.069	30.796	89.712	102.610	32,0

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
Büro	mT	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
WC, Dusche, Umkleiden FBH	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
Schwimmbad	mT	203 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine	mT	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
Fitnessräume	mT	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,1
Behandlungsräume	mT	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
Behandlungsräume Kühlung	mT	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 804 / 804\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 4695 / 4695\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 917 / 917\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 3003 / 3003\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 3481 / 3481\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 4402 / 4402\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 620 / 620\text{ m}^3/\text{h}$, 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	$tv \cdot dv$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_V, Jan kWh
Büro	804	276	0,34	0,22	154
WC, Dusche, Umkleiden FBH	4695	276	1,96	1,30	900
Schwimmbad	917	276	0,38	0,25	176
Pausen-, Ruheräume, Cantine	3003	276	1,25	0,83	575
Fitnessräume	3481	527	1,45	0,97	1.274
Behandlungsräume	4402	276	1,83	1,22	844
Behandlungsräume Kühlung	620	276	0,26	0,17	119

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Büro	149	154	149	154	154	139	154	1.813
WC, Dusche, Umk	871	900	871	900	900	813	900	10.594
Schwimmbad	170	176	170	176	176	159	176	2.070
Pausen-, Ruherä	557	575	557	575	575	520	575	6.776
Fitnessräume	1.233	1.274	1.233	1.274	1.274	1.150	1.274	14.997
Behandlungsräum	817	844	817	844	844	762	844	9.934
Behandlungsräum	115	119	115	119	119	107	119	1.397
	3.911	4.041	3.911	4.041	4.041	3.650	4.041	47.582

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

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

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

 W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
Schwimmbad	19,4	466	1,01	349	320	0,0

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

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

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

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone Schwimmbad

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	8	92	205	325	320	259	186	1.647
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	8	101	226	358	352	285	204	1.811
		8	101	226	358	352	285	204	1.810

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
3 Umluftheizung	8	101	226	358	352	285	204	1.811
	8	101	226	358	352	285	204	1.811

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

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

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

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

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

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (8), 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	C_{TL} %
1 Büro » Ost	Ost 1	500	59,7	37,8	gut	86
2 WC, Dusche, Umkleiden F	Süd 2	200	17,0	6,8	gut	86

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

3 Schwimmbad » Süd	Süd	3	300	26,5	10,1	gut	86
4 Pausen-, Ruheräume, Can West	West	4	300	177,7	59,0	gut	85
5 Flure, Technikräume, TH	Süd	5	100	43,1	17,3	gut	87
6 Fitnessräume » Süd	Süd	7	300	111,8	42,7	gut	87
7 Behandlungsräume » Ost	Ost	8	500	276,4	95,5	gut	76
8 Behandlungsräume Kühlung	Süd	9	500	46,8	28,9	gut	84

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
Büro	201	60	141
WC, Dusche, Umkleiden FB	313	17	296
Schwimmbad	131	27	104
Pausen-, Ruheräume, Cant	429	178	251
Flure, Technikräume, TH,	907	43	864
Technik UG	259	-	259
Fitnessräume	315	112	203
Behandlungsräume	568	276	292
Behandlungsräume Kühlung	80	47	33

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

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

$ARB = \text{Fensterfläche (Rohbaumaße)}$, $E_m = \text{Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)}$

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich	CTL	CTL, kon	FTL	Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 Büro » Ost	1	86	75	45	38	32	28	26	25
2 WC, Dusche, Umklei	2	86	60	56	50	45	42	40	39
3 Schwimmbad » Süd	3	86	60	56	50	45	42	40	40
4 Pausen-, Ruheräume	4	85	55	60	54	50	47	46	45
5 Flure, Technikräum	5	87	60	56	50	45	42	40	39
6 Fitnessräume » Süd	7	87	60	56	50	45	42	40	39
7 Behandlungsräume »	8	76	52	67	62	58	56	54	54
8 Behandlungsräume K	9	84	57	59	53	49	46	44	44

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

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

$FTL = \text{Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39}$

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (9)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen lx	p_j W/m²	$f_{Prä}$	$t_{T, TL}$ h/m	$t_{T, KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l, b}$ kWh/m
1 Büro	1	500	1-1-2	17,9	0,85	76	2162	176	601
2 WC, Dusche, Umkle	2	200	1-1-2	10,6	0,55	67	1399	114	417
3 Schwimmbad	3	300	1-1-2	10,9	0,53	63	1335	109	160

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



4 Pausen-, Ruheraum	4	300	1-1-2	10,9	0,53	68	1335	109	485
5 Flure, Technikräu	5	100	1-1-2	5,3	0,24	29	610	50	264
6 Technik UG	6	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	30
7 Fitnessräume	7	300	1-1-2	9,6	1,00	174	3663	1812	1259
8 Behandlungsräume	8	500	1-1-2	20,0	1,00	130	2543	207	2179
9 Behandlungsräume	9	500	1-1-2	20,0	1,00	115	2543	207	279

5674

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 3.203 \text{ m}^2$
Präsenzmelder: Zonen 2/3/4/5/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/8/9/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
Büro	391	413	409	435	420	371	403	4.801
WC, Dusche, Um	401	416	404	419	417	375	414	4.887
Schwimmbad	152	159	156	164	160	143	157	1.859
Pausen-, Ruher	450	476	473	505	485	426	463	5.520
Flure, Technik	255	264	256	265	264	238	263	3.100
Technik UG	29	30	29	30	30	27	30	354
Fitnessräume	1.186	1.243	1.225	1.293	1.259	1.119	1.223	14.509
Behandlungsräu	2.026	2.136	2.119	2.255	2.179	1.920	2.083	24.837
Behandlungsräu	254	272	273	295	279	242	261	3.129
	5.145	5.408	5.345	5.660	5.494	4.861	5.296	62.995

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB} \text{ W/m}^2$ (Gl.11)

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

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

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
Büro	12	68	5,579	50,000	31,78	0,178
WC, Dusche, Umkleiden FBH	15	25	1,663	50,000	14,63	0,484
Schwimmbad	5	34	7,414	50,000	28,12	0,134
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	24	106	4,457	50,000	24,26	0,220
Flure, Technikräume, TH, Auf	21	25	1,207	50,000	158,62	0,808
Technik UG	16	1	0,091	50,000	59,82	1,000
Fitnessräume	10	164	16,921	50,000	16,19	0,059
Behandlungsräume	24	231	9,809	50,000	24,94	0,102
Behandlungsräume Kühlung	8	43	5,100	50,000	17,34	0,191

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------

$\Rightarrow Q_{C,b}$ (Raumklima)

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Büro	51	60	65	173	536	834	1.117	6.495
WC, Dusche, Um	4	5	5	11	34	183	469	2.664
Schwimmbad	85	103	90	162	276	459	611	4.065
Pausen-, Ruher	59	73	73	205	651	1.273	1.840	10.429
Flure, Technik	-	-	-	-	-	-	4	163
Technik UG	-	-	-	-	-	-	-	-
Fitnessräume	1.090	1.221	1.140	1.919	3.202	4.631	5.437	39.634
Behandlungsräu	592	645	641	1.268	2.706	3.863	4.727	31.338
Behandlungsräu	48	65	58	160	405	574	728	4.590

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{C,b}$

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

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

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

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

Zone	$t_{C,\text{op,d}}$ h/d	$Q_{C,\text{max, Juli}}$ kW	$Q_{C,\text{max, Sept}}$ kW	techn. gekühlt
Büro	13	10,0	7,8	nein
WC, Dusche, Umkleiden FBH	13	3,7	-0,2	nein
Schwimmbad	13	3,5	3,2	nein
Pausen-, Ruheräume, Cantine	13	17,1	13,6	nein
Flure, Technikräume, TH, Au	13	3,3	2,4	nein
Technik UG	13	0,2	-0,8	nein
Fitnessräume	17	16,6	14,7	nein
Behandlungsräume	13	32,1	26,0	nein
Behandlungsräume Kühlung	13	7,8	7,2	ja
		94,3	73,9	

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

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

11.11 Behandlungsräume Kühlung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (80 m²)

Behandlungsräume Kühlung

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

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

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	48	65	58	160	405	574	728	4.590
$Q_{C,\text{outg}}$	kWh	59	79	71	197	498	706	896	5.645
$t_{C,\text{op}}$	h	276	276	249	276	267	276	267	3.251

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,\text{aux}} = f_{C,ce,\text{aux}} \cdot Q_{C,\text{outg}} \cdot t_{C,\text{op}} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,\text{aux}} = 0,070$

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

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 6,6 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	1	2	1	4	9	14	17	108
$W_{Z,d}$	kWh	2	2	2	6	15	21	27	169
	kWh	3	4	3	10	24	35	44	277

Kälteerzeugung

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

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

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

Behandlungsräume Kühlung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	59	79	71	197	498	706	896	5.645
$Q_{C,f,el}$	kWh	16	21	19	52	132	187	237	1.494

11.12 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsendenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	16	21	19	52	132	187	237	1.494
$Q_{C,aux}$	kWh	3	4	3	10	24	35	44	277

Strom-Mix kWh 16 21 19 52 132 187 237 1.494

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	16	21	19	52	132	187	237	1.494

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	
Büro	Bürogebäude	0,030	m ² Bürofläche	201	128	c
WC, Dusche, Umkleide	nicht relevant				-	
Schwimmbad	Fitnessraum	0,300	m ² Fitnessrau	131	834	c
Pausen-, Ruheräume,	Bürogebäude	0,030	m ² Bürofläche	429	273	c
Flure, Technikräume,	nicht relevant				-	
Technik UG	nicht relevant				-	
Fitnessräume	Fitnessraum	0,300	m ² Fitnessrau	315	2.930	c

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Behandlungsräume Bürogebäude 0,030 m² Bürofläche 568 362 c
Behandlungsräume Küh nicht relevant -

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	100% 4/7/8/	0,98	41.131
2 zentrale WW-Versorgung	100% 1/3/	1,00	11.333
3			

12.3 Verteilungsnetze

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

Verteilssystem: dezentral mit 14 Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

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

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

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,31$ m³/h, $\Delta p = 26,2$ kPa, $P_{hydr} = 2,260$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 12,0$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)				Stränge (S)		Stichtlg. (St)	
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8								
Leitungslängen l_i		0 m		0 m		98 m		
Wärmedurchgangskoeffizient U_i						0,255 W/(mK)		
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$						26,3 °C		
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$						19,9 °C		
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3								
Leitungslängen l_i		72 m		39 m		132 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		20,0 °C		20,0 °C		
Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr

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

$Q_{w,b}$ kWh 3.381 3.493 3.381 3.493 3.493 3.155 3.493 41.131

$Q_{w,d,St}$ kWh 70 76 77 82 81 73 79 890

$Q_{w,d}$ kWh 70 76 77 82 81 73 79 890

$Q_{I,w,d}$ kWh 70 76 77 82 81 73 79 890

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

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

$Q_{w,b}$	kWh	931	962	931	962	962	869	962	11.333
$Q_{w,d,V}$	kWh	373	385	373	385	385	348	385	4.535
$Q_{w,d,S}$	kWh	200	208	203	211	211	191	210	2.450
$Q_{w,d,St}$	kWh	203	214	212	222	222	199	218	2.519
$Q_{w,d}$	kWh	775	807	788	818	818	738	813	9.503
$W_{w,d}$	kWh	6	6	6	6	6	6	6	75
$Q_{I,w,d}$	kWh	402	422	415	433	433	390	428	4.968

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8
nicht vorhanden

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3
indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 57$, $V_{sol} = -$ Liter
Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 1,3$ kWh/d
Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_l 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C
Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} * (55 - T_u) / 45 * d_{op,mth} * Q_{s,P0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)
Speicherladepumpe mit $P_p = 46$ 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
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.707	1.770	1.719	1.781	1.781	1.607	1.776	20.836
$Q_{w,s}$	kWh	30	31	30	31	31	28	31	337
$W_{w,s}$	kWh	4	4	4	4	4	3	4	44

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3
Solaranlage (1) Flachkollektor nach 1998, Klimaregion 4
Kollektoren mit Apertur $A_C = 79,5$ m², Orientierung = Süd -45,0 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °
Solarspeicher mit $V_{sol} = -$ und $V_{aux} = 14$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 24.327 kWh/a (Klimaregion 4
Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 23.548 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 50,9%),
Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,Soll} = 110,38$ m² und
 $V_{Soll} = 3815 + 1210$ Liter, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025 * Q_{w,sol}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3									
$Q_{w,sol}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$W_{w,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

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

Q _{w, outg}	kWh	3.451	3.569	3.457	3.575	3.575	3.228	3.572	42.020
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

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

Q _{w, outg}	kWh	1.737	1.801	1.749	1.812	1.812	1.635	1.807	21.173
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

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

Wärmeerzeuger 20 hydraulisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 2,0 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 99,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000$ kW

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

Wärmeerzeuger 283 Brennwärtekessel, verbessert ab 1999 (283) 105,7 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 2

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 96,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0062$ kW

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 421$ 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) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8

Q _{w, outg}	kWh	3.451	3.569	3.457	3.575	3.575	3.228	3.572	42.020
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{w, f}	kWh	3.485	3.605	3.492	3.611	3.611	3.260	3.608	42.440
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

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

Q _{w, outg}	kWh	1.737	1.801	1.749	1.812	1.812	1.635	1.807	21.173
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

t _{w, Pn, d}	h/d	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
-----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Q _{w, g}	kWh	64	10	10	10	10	9	10	554
-------------------	-----	----	----	----	----	----	---	----	-----

Q _{w, f}	kWh	1.801	1.811	1.759	1.822	1.822	1.644	1.817	21.727
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

W _{w, gen}	kWh	11	7	7	7	7	7	7	115
---------------------	-----	----	---	---	---	---	---	---	-----

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	5.187	5.370	5.207	5.387	5.386	4.863	5.379	63.193
----------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{w, f}	kWh	5.286	5.415	5.251	5.432	5.432	4.905	5.425	64.168
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

W _{w, f}	kWh	21	17	17	17	17	16	17	234
-------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

solar	kWh	2.500	1.883	241	22	414	195	1.369	23.548
-------	-----	-------	-------	-----	----	-----	-----	-------	--------

Strom-Mix	kWh	3.485	3.605	3.492	3.611	3.611	3.260	3.608	42.440
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Erdgas	kWh	1.801	1.811	1.759	1.822	1.822	1.644	1.817	21.727
--------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{I, w, <1>}	kWh/d	8,1	8,2	8,4	8,5	8,5	8,4	8,4
------------------------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$Q_{I,w,<3>}$	kWh/d	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8
$Q_{I,w,<7>}$	kWh/d	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$Q_{I,w,<8>}$	kWh/d	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

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

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

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_l 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
Büro	4,3	0,5	806	3,5	8,3
WC, Dusche, Umkleiden FBH	5,0	0,8	4693	20,4	26,2
Schwimmbad	1,5	0,3	916	4,0	5,7
Pausen-, Ruheräume, Cantine	8,2	1,2	3002	13,1	22,4
Flure, Technikräume, TH, Au	5,4	1,9	0	0,0	7,3
Technik UG	5,2	0,9	0	0,0	6,1
Fitnessräume	2,9	0,6	3485	14,2	17,7
Behandlungsräume	8,1	1,2	4401	19,2	28,5
Behandlungsräume Kühlung	2,5	0,6	618	2,7	5,8

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

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

$V_{mech} = \eta_{mech,ZUL} \cdot V$ = 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%	2/	19.814	26,2	192,1
2 freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr	**		80.464	96,1	105,7
3 Umluftheizung zentral (REF	20	100% 3/	4.143	5,7	6,3
4					

** = 1/4/5/6/7/8/9/

<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 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Heizwärmebedarf nach Heizbereich		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Monat									
Q _{h,b,<1>}	kWh	138	1.457	2.945	3.996	3.883	3.281	2.713	19.814

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung

Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

$Q_{h,b,<2>}$	kWh	1.283	5.477	12.007	16.495	15.813	13.304	10.083	80.464
$Q_{h,b,<3>}$	kWh	34	171	362	496	445	393	269	2.332
$Q_{h*,b,<3>}$	kWh	8	101	226	358	352	285	204	1.811

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 WC, Dusche, Umkleiden FBH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<2>}$	h/m	237	744	720	744	744	672	744	5.485
$t_{h,rL,d,<2>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<2>}$	d/m	7	23	24	26	26	23	25	183
$t_{h,rL,<2>}$	h/m	89	308	389	462	460	400	391	2.861
$t_{h,rL,W,<1>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

(2) Bereich "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Leitzone Flure, Technikräume, TH, Aufzug

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<5>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.270
$t_{h,rL,d,<5>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<5>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	234
$t_{h,rL,<5>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.529
$t_{h,rL,W,<1>}$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) Bereich "Umluftheizung zentral (REF '20)", Leitzone Schwimmbad

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<3>}$	h/m	145	510	720	744	744	672	744	5.439
$t_{h,rL,d,<3>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<3>}$	d/m	4	16	24	26	26	23	25	180
$t_{h,rL,<3>}$	h/m	54	211	389	462	460	400	391	2.823
$t_{h,rL,W,<1>}$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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

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

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) (11,4%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = (0,7+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,90^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)
 $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,0%)

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

(3) Umluftheizung zentral (REF '20)
Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)
 $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (4,5%)

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	138	1.457	2.945	3.996	3.883	3.281	2.713	19.814
$Q_{h,ce}$	kWh	39	242	332	379	370	328	317	2.251
(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	1.283	5.477	12.007	16.495	15.813	13.304	10.083	80.464
$Q_{h,ce}$	kWh	376	934	1.394	1.610	1.551	1.367	1.214	9.674
(3) Umluftheizung zentral (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	34	171	362	496	445	393	269	2.332
$Q_{h,ce}$	kWh	4	11	16	18	16	15	12	104
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	1.874	8.292	17.057	22.994	22.078	18.688	14.608	114.639

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

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

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

13.5 Heizwärmeverteilung

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 313,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe
i.M. = 3,45 m, 2 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55^\circ\text{C} / \theta_{RA} = 45^\circ\text{C}$, $T_{i,\text{Soll},<2>} = 21,0^\circ\text{C}$

Wohnungsstation vorhanden: Betrieb der Verteilungs- und Anbindeleitungen an 365 Tagen * 24
Stunden mit planmäßigen Heizkreistemperaturen

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 21 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,06$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

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

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 2759,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,45 m, 5 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 70 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 55 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<5>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Umluftheizung zentral (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	90,1 m	16,7 m	128,4 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	158,6 m	57,1 m	1.978,6 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	20,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

$Q_{\text{h,d}}$, daraus resultierende, unregelmäßige 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)								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,03	0,09	0,17	0,22	0,22	0,20	0,16	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	23,2	26,2	29,8	31,8	31,5	31,0	29,1	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	22,6	24,7	27,2	28,6	28,4	28,1	26,7	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	158	547	691	821	818	711	694	5.074
$W_{\text{h,d}}$ kWh	3	13	15	17	17	15	15	109
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	99	342	431	513	511	444	434	3.177

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 4,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 2,8 \%$

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

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

$\beta_{\text{h,d}}$	0,02	0,09	0,19	0,25	0,24	0,23	0,16	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	23,8	28,6	34,9	38,1	37,5	36,7	32,9	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	22,9	26,3	30,6	32,8	32,5	31,9	29,2	

$Q_{\text{h,d}}$ kWh	501	1.267	2.728	3.930	3.799	3.146	2.376	19.625
$W_{\text{h,d}}$ kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	501	1.267	2.728	3.930	3.799	3.146	2.376	19.625

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 17,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 17,1 \%$

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

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

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

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

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

$Q_{l,h,d}$ = $Q_{h,d}$ = 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	2.541	10.207	20.701	28.103	27.047	22.830	17.882	141.149

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

(3) Umluftheizung zentral (REF '20)

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

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

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

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 2 ($A_{NGF} = 313 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 192,1 \text{ kW}$ (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 $\eta_{k,Pn} = 0,963$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,053$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0049 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 12,42 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 2,96 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,37 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,561 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,187 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Zonen 1/4/5/6/7/8/9 ($A_{NGF} = 2.759 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

(3) "Umluftheizung zentral (REF '20)", Zonen 3 ($A_{NGF} = 131 \text{ m}^2$)

Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

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

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

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

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$
 $W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$
 $Q_{I,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	2.541	10.207	20.701	28.103	27.047	22.830	17.882	141.149
$\beta_{h,1}$		0,15	0,17	0,28	0,32	0,31	0,30	0,24	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	71	320	1.014	1.489	1.401	1.154	859	7.102
$Q_{h,f}$	kWh	2.657	10.675	21.715	29.592	28.449	23.985	18.741	148.195
$W_{h,gen}$	kWh	18	42	73	95	92	78	65	552

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	2.657	10.675	21.715	29.592	28.449	23.985	18.741	148.195
W_h	kWh	22	54	88	112	109	93	79	661
Erdgas	kWh	2.657	10.675	21.715	29.592	28.449	23.985	18.741	148.058
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	1,2	3,0	6,6	9,3	8,9	8,2	5,6	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	3,3	11,0	14,4	16,6	16,5	15,9	14,0	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	2,6	6,3	14,1	19,7	19,0	17,4	11,9	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	5,5	13,4	29,9	41,7	40,3	37,0	25,2	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	1,6	3,8	8,5	11,9	11,5	10,6	7,2	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	1,9	4,7	10,4	14,5	14,0	12,8	8,7	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	3,4	8,4	18,7	26,1	25,2	23,1	15,8	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,5	1,2	2,6	3,7	3,6	3,3	2,2	

 $Q_{h,f} = \text{Endenergiebedarf Heizung} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol} \text{ (Gl.4)}$
 $W_h = \text{Hilfsenergiebedarf} = W_{h,ce} + W_{h,d} + W_{h,s} + W_{h,gen} \text{ (Gl.6)}$
 $Q_{I,h} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge} = Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g} \text{ (Gl.7)}$

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
solar	Warmwasser		23.548	0,00	1,00	-
Strom-Mix	Warmwasser	4/7/8/	42.440	1,80	1,00	76.393
Erdgas	Warmwasser	1/3/	21.727	1,10	1,11	21.531
Erdgas	Heizwärme	*	148.058	1,10	1,11	146.724
Strom-Mix	Klimakälte	9/	1.494	1,80	1,00	2.688
Strom-Mix	Beleuchtung	**	62.995	1,80	1,00	113.391
Strom-Mix	Hilfsenergie		48.755	1,80	1,00	87.759

Σ [kWh/Jahr] 349.017 448.486

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/

** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 448.486 / 3.203 = 140,0$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 3.203$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 349.017 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 23548,3+42440,4+19574,0+133385,3+1493,5+62995,2+48754,8 = 332192 kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 15,2 kWh/(m²a), solar 7,4 kWh/(m²a), Strom-Mix 33,4 kWh/(m²a),

Erdgas 53,0 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m²a)
solar	23.548		-	
Strom-Mix	42.440	560	23.767	
Erdgas	19.574	240	4.698	
Erdgas	133.385	240	32.013	
Strom-Mix	1.494	560	836	
Strom-Mix	62.995	560	35.277	
Strom-Mix	48.755	560	27.303	
	332.191		123.893	38,7

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
Büro	201	-	4.801	-	2.890	9.173	16.864
WC, Dusche, Umkle	313	-	4.887	-	-	28.616	33.503
Schwimmbad	131	-	1.859	-	18.837	3.364	24.060
Pausen-, Ruheraum	429	-	5.520	-	3.255	24.763	33.539
Flure, Technikräu	907	-	3.100	-	-	21.355	24.455
Technik UG	259	-	354	-	-	16.316	16.670
Fitnessräume	315	-	14.509	-	34.877	7.736	57.122
Behandlungsräume	568	-	24.837	-	4.308	26.023	55.168
Behandlungsräume	80	-	3.129	1.494	-	10.848	15.470
Gebäude	3.203	-	62.995	1.493	64.168	148.195	276.851

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	14,9	19,7	1,4	16,4	32,6	84,9
Endenergiebedarf	14,9	19,7	0,6	27,5	46,4	109,0
Primärenergiebedarf	26,7	35,4	1,0	30,7	46,2	140,0

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

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_P = 140,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

3.2 Nachzuweisendes Gebäude

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: D240203 RKH Potsdam

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 "250115-RHK-Bestand-LP4"

Nachweisverfahren

Änderung / Ausbau von Nichtwohngebäuden nach GEG '20 §50 zur Begrenzung des

Jahres-Primärenergiebedarfs, 140% - Regel

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Referenzberechnung: 250115-RHK-Bestand-LP4-Referenz2020.dwe

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i, \text{WE}}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
Büro	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,4	201	556
WC, Dusche, Umkleiden	216 WC und Sanit	250	19,9	17,3	313	794
Schwimmbad	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,5	131	393
Pausen-, Ruheräume, Cantine	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	429	1272
Flure, Technikräume, TH, Au	219 Verkehrsfläc	250	20,2	17,7	907	2367
Technik UG	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	259	695
Fitnessräume	235 Fitnessraum	365	19,3		315	917
Behandlungsräume	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	568	1502
Behandlungsräume Kühlung	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	80	895

3.203 9.391

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 3203,0 \text{ m}^2$, $n_G = 5$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

$\vartheta_{i, \text{WE}}$ = 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
Büro						
1 FAW AW+WDVS	– 1:0	152,6	0,124 A	1,00 FAW	50	18,9
3 FF Ost	O 1:0	20,3	1,000 B	1,00 FF	50 02	20,3
4 FF W	W 1:0	11,0	1,000 B	1,00 FF	50 02	11,0
5 FF N	N 1:0	6,5	1,000 B	1,00 FF	50 02	6,5
6 FD Flachdach 3.OG	– 1:0	130,0	0,187 C	1,00 FD	50	24,3
Sanitär FBH						
7 FAW AW+Perimeter	– 2:0	54,0	0,170 D	1,00 FAW	50	9,2
# 8 FAW AW+Perimeter	– 2:0	98,0	0,171 E	0,80 Fwb	50 37	13,4
2 FAW AW+WDVS	– 2:0	20,4	0,124 A	1,00 FAW	50	2,5
9 FF S	S 2:0	3,8	1,000 B	1,00 FF	50 02	3,8
10 FF W	W 2:0	3,0	1,000 B	1,00 FF	50 02	3,0
11 FG Bodenplatte	– 2:0	274,5	0,823 F	0,80 FG	50 18 37	180,7
Sonstige Aufenthaltsr						
12 FAW AW+WDVS	– 4:0	176,7	0,124 A	1,00 FAW	50	21,9
13 FAW AW+ID	– 4:0	66,3	0,497 G	1,00 FAW	50	33,0
14 FF S	S 4:0	18,0	1,000 B	1,00 FF	50 02	18,0
15 FF W	W 4:0	34,8	1,000 B	1,00 FF	50 02	34,8
16 FF N	N 4:0	6,2	1,000 B	1,00 FF	50 02	6,2
18 FD Flachdach 3.OG	– 4:0	382,3	0,187 C	1,00 FD	50	71,5
Schwimmbad						
12 FAW AW+WDVS	– 3:0	16,4	0,124 A	1,00 FAW	50	2,0
13 FAW AW+ID	– 3:0	80,4	0,497 G	1,00 FAW	50	40,0
14 FF S	S 3:0	10,1	1,000 B	1,00 FF	50 02	10,1
Verkehrsfläche						
7 FAW AW+Perimeter	– 5:0	5,4	0,170 D	1,00 FAW	50	0,9
8 FAW AW+Perimeter	– 5:0	10,7	0,171 E	0,80 Fwb	50 37	1,5
19 FAW AW+WDVS	– 5:0	58,4	0,124 A	1,00 FAW	50	7,2
20 FAW AW+ID	– 5:0	3,0	0,497 G	1,00 FAW	50	1,5
21 FF N	N 5:0	4,9	1,000 B	1,00 FF	50 02	4,9
22 FF S	S 5:0	8,6	1,000 B	1,00 FF	50 02	8,6
23 FF W	W 5:0	3,8	1,000 B	1,00 FF	50 02	3,8
24 FAW Tür	– 5:0	2,4	1,803 H	1,00 FAW	50	4,4
26 FD Flachdach 2.OG	– 5:0	8,6	0,187 C	1,00 FD	50	1,6
26 FD Flachdach 3.OG	– 5:0	202,0	0,187 C	1,00 FD	50	37,8
35 FG Bodenplatte	– 5:0	193,0	0,823 F	0,80 FG	50 18 37	127,1
Technik UG						
27 FAW AW+Perimeter	– 6:0	46,0	0,170 D	1,00 FAW	50	7,8
28 FAW AW+Perimeter	– 6:0	81,1	0,171 E	0,80 Fwb	50 37	11,1
35 FG Bodenplatte	– 6:0	293,2	0,823 F	0,80 FG	50 18 37	193,0
Fitness						
36 FAW AW+WDVS	– 7:0	63,0	0,124 A	1,00 FAW	50	7,8
37 FAW AW+ID	– 7:0	53,5	0,497 G	1,00 FAW	50	26,6

38	FF	O	O	7:0	16,4	1,000	B	1,00	FF	50	02	16,4
39	FF	S	S	7:0	26,3	1,000	B	1,00	FF	50	02	26,3
Behandlung												
41	FAW	AW+WDVS	-	8:0	268,0	0,124	A	1,00	FAW	50		33,2
17	FAW	AW+WDVS 18cm	-	8:0	61,8	0,161	I	1,00	FAW	50		9,9
42	FAW	AW+ID	-	8:0	6,4	0,497	G	1,00	FAW	50		3,2
43	FF	N	N	8:0	14,1	1,000	B	1,00	FF	50	02	14,1
44	FF	O	O	8:0	51,6	1,000	B	1,00	FF	50	02	51,6
45	FF	S	S	8:0	5,3	1,000	B	1,00	FF	50	02	5,3
46	FF	W	W	8:0	24,5	1,000	B	1,00	FF	50	02	24,5
47	FD	Flachdach 2.OG	-	8:0	54,5	0,187	C	1,00	FD	50		10,2
Behandlung Kühlung												
41	FAW	AW+WDVS	-	9:0	76,9	0,124	A	1,00	FAW	50		9,5
42	FAW	AW+ID	-	9:0	43,8	0,497	G	1,00	FAW	50		21,8
44	FF	O	O	9:0	3,8	1,000	B	1,00	FF	50	02	3,8
45	FF	S	S	9:0	13,1	1,000	B	1,00	FF	50	02	13,1
46	FF	W	W	9:0	12,1	1,000	B	1,00	FF	50	02	12,1

 $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 3.281,5$
 $\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.231,7$

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).
18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max} -Nachweis reduziert (5m-Streifen)
37 Die F_X -Faktoren der unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht angenommen (T2, Tab.5/6)
50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 328,1 \text{ W/K}$ (26,6 %, 0,100 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
Büro	113	0	0	113	0	0
WC, Dusche, Umkleiden FBH	64	13	181	258	0	0
Schwimmbad	63	0	0	63	0	0
Pausen-, Ruheräume, Canti	254	0	0	254	0	0
Flure, Technikräume, TH,	121	1	127	249	0	0
Technik UG	50	11	193	254	0	0
Fitnessräume	93	0	0	93	0	0
Behandlungsräume	201	0	0	201	0	0
Behandlungsräume Kühlung	75	0	0	75	0	0
	1033	26	501	1560		

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

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,s}) / A = 1.559,8 / 3.281,5 = 0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3
in Bestandsgebäuden mit $U_{\max} = \text{Höchstwerte} \cdot 1.25 \cdot 1.4$ (140%-Regel und §50 mit Rundungsregel)

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberfl. [W/(m²K)]
$U_{\max}$	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,56	2,66	2,66	4,34
$U_{\max}$	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,84	4,90	5,32	5,46
Zonen	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,22	1,00		
Zonen	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,28			

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

" 11 FG Bodenplatte", $A_{\text{Rand}} = 274,5 - 60,6 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 35 FG Bodenplatte", $A_{\text{Rand}} = 293,2 - 122,1 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

" 35 FG Bodenplatte", $A_{\text{Rand}} = 193,0 - 152,2 \text{ m}^2$, $U_{\text{Rand}} = 0,820 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,56 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ -61,0%

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil		U-Wert W/(m²K)	U/ U_{EnEV}	Fläche A m²	H_T W/K
AW-ID	G	0,497		253 8 %	126 10 %
AW-Perimeter-Erdreich	E	0,171		190 6 %	26 2 %
AW-Perimeter-luft	D	0,170		105 3 %	18 1 %
AW-WDVS-18cm	I	0,161		62 2 %	10 1 %
AW-WDVS	A	0,124		832 25 %	103 8 %
Bodenplatte	F	0,823		761 23 %	501 41 %
Fenster $U_w=1,00$	B	1,000		298 9 %	298 24 %
Flachdach	C	0,187		777 24 %	145 12 %
Tür	H	1,803		2 0 %	4 0 %
				3282 100 %	1.232 100 %

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

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

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

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 6 \cdot 3282 / 9391 = 2,10$ (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade
 $e_{\text{wind}} = 0,07$ $f_{\text{wind}} = 15$ (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 m³/(m²h)	Luftwechsel n_{nutz} h ⁻¹	n_{inf} h ⁻¹	Fenster n_{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage $n_{\text{m,ZUL}}$ h ⁻¹	$t_{V,m}$ h/d
Büro	-	3,46	4,00	1,45	0,24	0,10	1,45	13
WC, Dusche, Umklei	-	3,43	15,00	5,91	0,24	0,10	5,91	13

Schwimmbad	-	1,63	7,00	2,33	0,11	0,10	2,33	13
Pausen-, Ruheräume	-	3,23	7,00	2,36	0,23	0,10	2,36	13
Flure, Technikraum	-	1,27	0,00	0,00	0,09	0,10	-	-
Technik UG	-	3,63	0,15	0,06	0,25	0,10	-	-
Fitnessräume	-	1,04	12,00	4,12	0,07	0,10	4,12	17
Behandlungsräume	-	1,94	10,00	3,78	0,14	0,10	3,78	13
Behandlungsräume K	-	1,00	10,00	0,89	0,07	0,10	0,89	13

⇒ WE-Betrieb ...

Büro	0,00	0,00	0,24	0,10
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0,00	0,00	0,24	0,10
Schwimmbad	0,00	0,00	0,11	0,10
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	0,00	0,00	0,23	0,10
Flure, Technikräume, TH, Aufz	0,00	0,00	0,09	0,10
Technik UG	0,00	0,00	0,25	0,10
Behandlungsräume	0,00	0,00	0,14	0,10
Behandlungsräume Kühlung	0,00	0,00	0,07	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 804 / 804 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 4695 / 4695 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 917 / 917 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 3003 / 3003 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 3780 / 3780 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 5681 / 5681 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 800 / 800 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

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

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

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

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

$n_{win} = \text{Fenster- / Türluftwechsel} = n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $n_{win,min} + \Delta n_{win,mech} \cdot t_{v,mech} / 24$
mit $n_{win,min} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{win,min} = \text{saisonal nach Gl.77}$

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

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

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

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	HV, z, Jan W/K	HV, inf W/K	HV, win W/K	Σ HV W/K	HV, mech W/K	θ _{V, Jan} °C
Büro	556	0	46	19	65	148	18,3
WC, Dusche, Umkleide	794	0	65	27	92	865	18,3
Schwimmbad	393	0	15	13	29	169	18,0
Pausen-, Ruheräume,	1.272	0	98	43	141	553	18,3
Flure, Technikräume,	2.367	0	72	80	152	0	
Technik UG	695	0	60	24	84	0	
Fitnessräume	917	0	23	31	54	910	18,3
Behandlungsräume	1.502	0	69	51	120	1046	18,3
Behandlungsräume Küh	895	0	21	30	52	147	18,3
		0	469	319	788	3839	

⇒ WE-Betrieb ...

Büro	0	46	19	65
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0	65	27	92
Schwimmbad	0	15	13	29
Pausen-, Ruheräume, Cantine	0	98	43	141
Flure, Technikräume, TH, Au	0	72	80	152
Technik UG	0	60	24	84
Behandlungsräume	0	69	51	120
Behandlungsräume Kühlung	0	21	30	52

0 446 288 734

 $H_{V,z} = V \cdot 0.34 \text{ [W/K]} = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet}$
 $H_V = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung} = n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$
 $H_{V,win,ohne RLT} = f_{win,seasonal} \cdot H_{V,win} = (0.04 \cdot \theta_e + 0.8) \cdot H_{V,win} \text{ [W/K]} \text{ (Fensterlüftung saisonal)}$
 $\Sigma H_V = H_{V,z,Jan} + H_{V,inf} + H_{V,win}$, Transferkoeffizienten ohne RLT

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	I_S , Jan/Jul W/m^2	G_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
3 FF Ost	1	14,21	25/ 138	39/ 29 7103m	3,3/ 13,5
4 FF W	1	7,70	17/ 117	39/ 29 "	1,2/ 6,2
5 FF N	1	4,55	10/ 81	39/ 39 "	0,4/ 3,4
9 FF S	2	2,68	59/ 113	39/ 39 7100	1,5/ 2,8
10 FF W	2	2,08	17/ 117	39/ 29 7103m	0,3/ 1,7
14 FF S	4	12,60	59/ 113	39/ 39 7100	6,9/ 13,2
15 FF W	4	24,36	17/ 117	39/ 29 7103m	3,8/ 19,6
16 FF N	4	4,32	10/ 81	39/ 39 "	0,4/ 3,2
14 FF S	3	7,07	59/ 113	39/ 39 7100	3,9/ 7,4
21 FF N	5	3,43	10/ 81	39/ 39 7103m	0,3/ 2,6
22 FF S	5	6,02	59/ 113	39/ 39 7100	3,3/ 6,3
23 FF W	5	2,64	17/ 117	39/ 29 7103m	0,4/ 2,1
38 FF O	7	11,48	25/ 138	39/ 29 "	2,7/ 10,9
39 FF S	7	18,41	59/ 113	39/ 39 7100	10,1/ 19,3
43 FF N	8	9,87	10/ 81	39/ 39 7103m	0,9/ 7,4
44 FF O	8	36,12	25/ 138	39/ 29 "	8,4/ 34,4
45 FF S	8	3,74	59/ 113	39/ 39 7100	2,0/ 3,9
46 FF W	8	17,15	17/ 117	39/ 29 7103m	2,7/ 13,8
44 FF O	9	2,63	25/ 138	39/ 29 "	0,6/ 2,5
45 FF S	9	9,17	59/ 113	39/ 39 7100	5,0/ 9,6
46 FF W	9	8,47	17/ 117	39/ 29 7103m	1,3/ 6,8
208,60					59/ 191

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7103: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° weiß

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

5, G2 = 10 und G3 = 30

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

nicht bilanziert

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
Büro	549	361	136	82	153	176	451	5.556
WC, Dusche, Um	137	110	40	29	56	46	111	1.297
Schwimmbad	242	215	77	59	120	86	199	2.287
Pausen-, Ruher	1.016	744	281	191	345	326	814	9.721
Flure, Technik	303	244	92	65	125	106	246	2.977
Technik UG	-	-	-	-	-	-	-	-
Fitnessräume	895	742	264	193	395	311	743	8.640
Behandlungsräu	1.452	988	368	230	435	471	1.195	14.593
Behandlungsräu	561	435	159	112	216	184	456	5.331
	5.155	3.840	1.416	962	1.844	1.706	4.215	50.403

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
Büro	201	6,0	8,6	0,0	14,7
WC, Dusche, Umkleiden FBH	313	-	-	0,0	0,0
Schwimmbad	131	12,2	1,0	0,0	13,2
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	429	39,9	3,4	0,0	43,3
Flure, Technikräume, TH, Auf	907	-	-	0,0	0,0
Technik UG	259	-	-	0,0	0,0
Fitnessräume	315	83,2	7,6	0,0	90,7
Behandlungsräume	568	46,6	19,9	0,0	66,5
Behandlungsräume Kühlung	80	6,6	2,8	0,0	9,4
⇒ WE-Betrieb ...					
Büro		-	-	0,0	0,0
WC, Dusche, Umkleiden FBH		-	-	0,0	0,0
Schwimmbad		-	-	0,0	0,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine,		-	-	0,0	0,0
Flure, Technikräume, TH, Auf		-	-	0,0	0,0
Technik UG		-	-	0,0	0,0
Behandlungsräume		-	-	0,0	0,0
Behandlungsräume Kühlung		-	-	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
Büro	0,0	7,6	10,5	9,5	0,0
WC, Dusche, Umkleiden FBH	0,0	6,7	6,8	0,0	0,0
Schwimmbad	0,0	3,9	0,6	6,2	0,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	0,0	11,7	22,4	1,5	0,0
Flure, Technikräume, TH, Aufz	0,0	10,7	47,5	0,0	0,0
Technik UG	0,0	0,5	13,6	0,0	0,0
Fitnessräume	0,0	15,6	16,4	1,1	0,0
Behandlungsräume	0,0	38,5	29,7	2,0	0,0
Behandlungsräume Kühlung	0,0	5,0	4,2	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

$q_{l,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)
 $q_{l,fac}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen
 $Q_{l,g} = Q_{l,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte
 Q_l = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert
Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)
 $Q_{l,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme
 $Q_{l,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
 $Q_{l,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme
 $Q_{l,r}$ = 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
Büro	113	65	148	95	48	0,506
WC, Dusche, Umkleiden FBH	258	92	865	204	16	0,081
Schwimmbad	63	29	169	55	28	0,509
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	254	141	553	219	93	0,424
Flure, Technikräume, TH, Auf	249	152	0	223	74	0,332
Technik UG	254	84	0	134	16	0,119
Fitnessräume	93	54	910	88	137	1,555
Behandlungsräume	201	120	1046	255	151	0,593
Behandlungsräume Kühlung	75	52	147	77	26	0,332

Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a	η	η_{WE}
Büro	50	326	30,84	2,93	0,928	1,000
WC, Dusche, Umkleiden FBH	50	1214	12,89	1,81	0,990	1,000
Schwimmbad	50	260	25,16	2,57	0,905	1,000
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	50	948	22,63	2,41	0,923	1,000
Flure, Technikräume, TH, Auf	50	401	113,01	8,06	1,000	1,000
Technik UG	50	338	38,36	3,40	0,999	1,000
Fitnessräume	50	1057	14,90	1,93	0,508	1,000
Behandlungsräume	50	1367	20,77	2,30	0,851	1,000
Behandlungsräume Kühlung	50	274	14,58	1,91	0,916	0,995

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = 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 Wärmespeichereffizienz, 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
	°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	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,2}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,3	20,0	19,9
$T_{i,3}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,5}$	°C	20,2	20,3	20,4	20,6	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,6	20,4	20,2
$T_{i,6}$	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,2
$T_{i,7}$	°C	19,3	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	19,9	19,8	19,6	19,4	19,3
$T_{i,8}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	17,4	17,5	18,0	18,9	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,2}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,3}$	°C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
$T_{i,4}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,5}$	°C	17,7	17,9	18,3	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,7
$T_{i,6}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,7}$	°C	18,8	18,8	18,8	18,8	18,9	19,4	19,8	19,7	19,0	18,8	18,8	18,8
$T_{i,8}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0

7.1 Zone Büro

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 $Q_I = 14,7$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,670	0,800	0,910	0,935	0,928	0,919	0,860	0,699
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,903	0,995	1,000	1,000	1,000	0,999	0,995	0,829
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	204	178	172	178	178	161	178	2.030
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.555
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	341	810	1.115	1.071	889	651	5.188
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	79	281	393	371	302	188	1.615
Q_T	kWh	495	877	1.247	1.533	1.525	1.316	1.243	10.287
Q_V	kWh	187	488	789	1.009	998	855	769	5.509
Q_S^*	kWh	408	311	128	79	145	166	407	3.590
Q_I^*	kWh	430	634	817	955	935	813	765	6.966

$\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = 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 WC, Dusche, Umkleiden FBH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,956	0,982	0,988	0,991	0,990	0,990	0,983	0,733
$\eta_{source,WE}$		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	166	277	268	277	277	250	277	2.461
t_h	h	557	744	720	744	744	672	744	6.848
$Q_{h,b,RE}$	kWh	372	1.760	3.117	4.066	3.991	3.416	2.960	21.649
$Q_{h,b,WE}$	kWh	177	423	773	1.013	998	850	737	5.676
Q_T	kWh	1.124	1.993	2.834	3.483	3.466	2.990	2.825	23.373
Q_V	kWh	-171	607	1.419	1.976	1.928	1.632	1.312	5.890
Q_S^*	kWh	133	108	40	29	55	45	110	978
Q_I^*	kWh	270	308	324	351	350	311	329	2.914

7.3 Zone Schwimmbad

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 13,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,625	0,800	0,895	0,917	0,905	0,906	0,861	0,672
$\eta_{source,WE}$		0,961	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,893
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	107	116	112	116	116	105	116	1.229
t_h	h	445	744	720	744	744	672	744	5.731
$Q_{h,b,RE}$	kWh	98	303	522	660	627	550	467	3.627
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	19	149	215	195	169	106	852
Q_T	kWh	275	487	693	852	848	731	691	5.716
Q_V	kWh	233	418	490	553	552	487	498	3.643
Q_S^*	kWh	177	186	71	56	112	81	180	1.568
Q_I^*	kWh	298	398	441	474	465	418	435	3.970

7.4 Zone Pausen-, Ruheräume, Cantine, Empfang

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 43,3 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,752	0,811	0,909	0,930	0,923	0,919	0,870	0,764
$\eta_{source,WE}$		0,941	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,874
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	459	380	368	380	380	343	380	4.128
t_h	h	-	744	720	744	744	672	744	5.088
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	959	2.165	2.931	2.824	2.396	1.857	13.833
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	211	662	911	862	724	501	3.933

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Q _T	kWh	1.108	1.965	2.795	3.435	3.418	2.948	2.786	23.048
Q _V	kWh	254	1.034	1.826	2.392	2.356	2.012	1.754	11.337
Q _S *	kWh	824	647	264	182	327	308	741	7.217
Q _I *	kWh	865	1.182	1.530	1.803	1.762	1.532	1.441	13.841

7.5 Zone Flure, Technikräume, TH, Aufzug

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	500	755	778	804	804	726	804	7.090
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.063
Q _{h,b,RE}	kWh	1.126	2.105	2.761	3.190	3.164	2.782	2.750	21.928
Q _{h,b,WE}	kWh	-	58	357	538	522	432	305	2.233
Q _T	kWh	1.109	1.967	2.798	3.439	3.422	2.952	2.789	23.074
Q _V	kWh	676	1.200	1.706	2.097	2.087	1.800	1.701	14.071
Q _S *	kWh	303	244	92	65	125	106	246	2.951
Q _I *	kWh	442	761	1.295	1.743	1.697	1.430	1.189	10.516

7.6 Zone Technik UG

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000	0,826
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,832
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	57	162	222	229	229	207	229	1.567
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.723
Q _{h,b,RE}	kWh	421	1.252	2.005	2.510	2.503	2.149	2.007	14.617
Q _{h,b,WE}	kWh	99	291	517	710	706	593	506	3.839
Q _T	kWh	447	1.284	2.137	2.756	2.739	2.335	2.105	15.641
Q _V	kWh	147	423	704	908	902	769	693	5.151
Q _S *	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _I *	kWh	75	164	318	444	431	361	286	2.336

7.7 Zone Fitnessräume

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,3\text{ °C}$ und $Q_I = 90,7\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,200	0,293	0,418	0,532	0,508	0,489	0,353	0,297
t_h	h	-	-	420	744	744	669	283	2.860
Q _{h,b,RE}	kWh	-	-	278	638	570	443	187	2.117
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Q _T	kWh	368	701	1.027	1.275	1.268	1.091	1.021	8.215
Q _V	kWh	-1.094	-173	865	1.523	1.454	1.179	716	-3.555
Q _S *	kWh	179	218	110	103	201	152	262	2.038
Q _I *	kWh	641	974	1.504	2.057	1.951	1.675	1.287	12.576

7.8 Zone Behandlungsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0\text{ °C}$ und $Q_I = 66,5\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,357	0,657	0,821	0,860	0,851	0,841	0,763	0,563
$\eta_{source,WE}$		0,892	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,838
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	301	744	720	744	744	672	744	5.585
Q _{h,b,RE}	kWh	89	745	1.957	2.798	2.682	2.238	1.587	12.598
Q _{h,b,WE}	kWh	90	497	966	1.227	1.165	984	736	5.911
Q _T	kWh	1.113	1.867	2.587	3.151	3.136	2.711	2.584	21.900
Q _V	kWh	689	1.877	3.059	3.923	3.860	3.318	2.947	20.557
Q _S *	kWh	763	755	323	208	391	419	1.000	7.953
Q _I *	kWh	859	1.748	2.401	2.841	2.759	2.387	2.208	19.062

7.9 Zone Behandlungsräume Kühlung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0\text{ °C}$ und $Q_I = 9,4\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 22,0\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,539	0,769	0,907	0,931	0,916	0,914	0,843	0,677
$\eta_{source,WE}$		0,813	0,956	0,997	0,998	0,995	0,996	0,975	0,829
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	654	744	720	744	744	672	744	7.007
Q _{h,b,RE}	kWh	115	430	907	1.204	1.141	981	753	5.962
Q _{h,b,WE}	kWh	72	225	435	551	517	449	349	2.855
Q _T	kWh	417	700	969	1.181	1.175	1.016	968	8.207
Q _V	kWh	290	588	880	1.099	1.088	938	863	6.695
Q _S *	kWh	351	360	149	107	203	173	403	3.451
Q _I *	kWh	169	272	359	418	402	350	327	3.022

7.10 Summe Heizwärmebedarf

	Q _T kWh/a	Q _V kWh/a	Q _S *	Q _I *	Q _{h,b} kWh/a	Q _{h,b} kWh/(m²a)
Büro	10.287	5.509	3.590	6.966	6.803	33,8
WC, Dusche, Umkleid	23.373	5.891	978	2.914	27.325	87,3
Schwimmbad	5.716	3.643	1.568	3.970	4.480	34,2
Pausen-, Ruheräume,	23.048	11.337	7.217	13.841	17.766	41,4
Flure, Technikräume	23.074	14.071	2.951	10.516	24.161	26,6
Technik UG	15.641	5.151	-	2.336	18.457	71,3
Fitnessräume	8.215	-3.555	2.038	12.576	2.117	6,7

Behandlungsräume	21.900	20.557	7.953	19.062	18.510	32,6
Behandlungsräume Kü	8.207	6.695	3.451	3.022	8.817	110,2
	139.461	69.297	29.747	75.203	128.434	40,1

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
Büro	mT	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
WC, Dusche, Umkleiden FBH	-	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
Schwimmbad	mT	204 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine	mT	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
Fitnessräume	mT	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
Behandlungsräume	mT	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3
Behandlungsräume Kühlung	mT	204 RLT-Anlage	VE rec75	18,3

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 804 / 804\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 4695 / 4695\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 917 / 917\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 3003 / 3003\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 3780 / 3780\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 5681 / 5681\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP}/ETA = 800 / 800\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

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

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech, m}$ m^3/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{V, SUP}$ kW	$P_{V, ETA}$ kW	W_v, Jan kWh
Büro	804	276	0,34	0,22	154
WC, Dusche, Umkleiden FBH	4695	276	1,96	1,30	900
Schwimmbad	917	276	0,38	0,25	176
Pausen-, Ruheräume, Cantine	3003	276	1,25	0,83	575
Fitnessräume	3780	527	1,58	1,05	1.383
Behandlungsräume	5681	276	2,37	1,58	1.089
Behandlungsräume Kühlung	800	276	0,33	0,22	153

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Büro	149	154	149	154	154	139	154	1.813
WC, Dusche, Umk	871	900	871	900	900	813	900	10.594
Schwimmbad	170	176	170	176	176	159	176	2.070
Pausen-, Ruherä	557	575	557	575	575	520	575	6.776
Fitnessräume	1.339	1.383	1.339	1.383	1.383	1.250	1.383	16.288
Behandlungsräum	1.054	1.089	1.054	1.089	1.089	983	1.089	12.820
Behandlungsräum	148	153	148	153	153	138	153	1.804
	4.288	4.430	4.288	4.430	4.430	4.002	4.430	52.165

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
Schwimmbad	19,4	143	1,01	107	98	0,0

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone Schwimmbad

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$ kWh	11	26	63	98	98	77	58	483
$t_{h*,op}$ h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$ kWh	12	29	70	107	108	85	63	531
	12	29	70	107	108	85	64	531

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
3 Warmluftheizu	12	29	70	107	108	85	64	531
	12	29	70	107	108	85	64	531

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme
mit $Q_{V,H}$ = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, $t_{h*,op}$ = Bedarfszeit der Heizregister und $Q_{h*,b}$ = Nutzwärmebedarf der Heizregister
 $t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a}$, max. $t_{V,mech} * d_{V,mech},m$ (DIN V 18599-7, Gl.4)
 $Q_{h*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)
Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vh,d} = 16 \text{ W/m}^2$

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (8), 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 Büro » Ost	Ost 1	500	59,7	37,8	gut	85
2 WC, Dusche, Umkleiden F	Süd 2	200	17,0	6,8	gut	86
3 Schwimmbad » Süd	Süd 3	300	26,5	10,1	gut	86
4 Pausen-, Ruheräume, Can	West 4	300	177,7	59,0	gut	85
5 Flure, Technikräume, TH	Süd 5	100	43,1	17,3	gut	87
6 Fitnessräume » Süd	Süd 7	300	111,8	42,7	gut	86
7 Behandlungsräume » Ost	Ost 8	500	276,4	95,5	gut	75
8 Behandlungsräume Kühlun	Süd 9	500	46,8	28,9	gut	84

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
Büro	201	60	141
WC, Dusche, Umkleiden FB	313	17	296
Schwimmbad	131	27	104
Pausen-, Ruheräume, Cant	429	178	251
Flure, Technikräume, TH,	907	43	864
Technik UG	259	–	259
Fitnessräume	315	112	203
Behandlungsräume	568	276	292
Behandlungsräume Kühlung	80	47	33

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	C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL}	Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1 Büro » Ost	1	85	57	59	53	48	46	44	43
2 WC, Dusche, Umklei	2	86	60	56	50	45	42	40	39
3 Schwimmbad » Süd	3	86	60	56	50	45	42	40	40
4 Pausen-, Ruheräume	4	85	60	57	50	46	43	41	40
5 Flure, Technikräum	5	87	60	56	50	45	42	40	39
6 Fitnessräume » Süd	7	86	60	56	50	45	42	40	39
7 Behandlungsräume »	8	75	57	64	58	55	52	50	50
8 Behandlungsräume K	9	84	57	59	53	49	46	44	44

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 (9)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 Büro	1	500	9-1-1	6,5	0,85	108	2162	176	231
2 WC, Dusche, Umkle	2	200	9-1-1	3,6	0,55	67	1399	114	143
3 Schwimmbad	3	300	9-1-1	4,0	0,75	91	1907	155	84
4 Pausen-, Ruheraum	4	300	9-1-1	4,0	0,75	92	1907	155	249
5 Flure, Technikräu	5	100	9-1-1	1,8	0,60	73	1526	124	226
6 Technik UG	6	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	11
7 Fitnessräume	7	300	9-1-1	3,7	1,00	174	3663	1812	482
8 Behandlungsräume	8	500	9-1-1	7,3	1,00	138	2543	207	817
9 Behandlungsräume	9	500	9-1-1	7,3	1,00	127	2543	207	107
									2350

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 3.203 \text{ m}^2$
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
Büro	152	160	158	167	162	144	157	1.862
WC, Dusche, Um	137	142	138	143	143	128	142	1.672
Schwimmbad	79	83	81	85	84	75	82	968
Pausen-, Ruher	230	243	243	259	249	218	236	2.820
Flure, Technik	218	226	219	227	226	204	225	2.651
Technik UG	11	11	11	11	11	10	11	130
Fitnessräume	454	476	469	495	482	429	468	5.554
Behandlungsräu	753	800	795	852	817	714	778	9.260
Behandlungsräu	97	104	105	114	107	93	99	1.195
	2.130	2.243	2.219	2.353	2.280	2.013	2.198	26.112

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)

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
Büro	13	54	4,227	50,000	30,84	0,234
WC, Dusche, Umkleiden FBH	25	11	0,443	50,000	12,89	0,857
Schwimmbad	7	30	4,611	50,000	25,16	0,214
Pausen-, Ruheräume, Cantine,	28	92	3,226	50,000	22,63	0,297
Flure, Technikräume, TH, Auf	29	22	0,747	50,000	113,01	0,974
Technik UG	24	1	0,021	50,000	38,36	1,000
Fitnessräume	11	137	12,930	50,000	14,90	0,077

Behandlungsräume	23	164	7,080	50,000	20,77	0,140
Behandlungsräume Kühlung	9	33	3,589	50,000	14,58	0,261

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
Büro	23	28	32	98	355	571	832	4.617
WC, Dusche, Um	0	1	1	1	6	35	93	604
Schwimmbad	39	49	44	83	160	307	459	2.854
Pausen-, Ruher	43	55	55	154	489	940	1.444	8.225
Flure, Technik	-	-	-	-	-	-	1	17
Technik UG	-	-	-	-	-	-	-	-
Fitnessräume	1.074	1.218	1.135	1.899	3.103	4.245	4.966	37.141
Behandlungsräu	298	339	345	787	1.940	2.829	3.704	23.025
Behandlungsräu	21	32	29	95	275	404	549	3.301

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{C,b}

Q_{C,b} = (1 - η) * Q_{source} mit Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source} (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

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

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{C,max}

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

Zone	t _{C,op,d} h/d	Q _{C,max, Juli} kW	Q _{C,max, Sept} kW	techn. gekühlt
Büro	13	8,3	6,3	nein
WC, Dusche, Umkleiden FBH	13	2,4	-1,0	nein
Schwimmbad	13	3,0	2,7	nein
Pausen-, Ruheräume, Cantine	13	14,9	11,8	nein
Flure, Technikräume, TH, Au	13	3,1	1,7	nein
Technik UG	13	0,3	-1,3	nein
Fitnessräume	17	14,1	12,7	nein
Behandlungsräume	13	25,3	19,9	nein
Behandlungsräume Kühlung	13	6,6	5,9	ja
		78,0	58,7	

Q_{C,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * EXP(-τ/120)) - c_{wirk}/60 * (Δθ - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_C - 1) (T2, C.1)

mit t_{C,op,d} = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und Δθ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

11.11 Behandlungsräume Kühlung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 8/14 (Ventilator-konvektor) (80 m²)

Behandlungsräume Kühlung

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

η = (4 - η_{C,ce} - η_{C,ce,sens} - η_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230 (T7, Tab.14)

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,b}	kWh	21	32	29	95	275	404	549	3.301
Q _{C,outg}	kWh	26	40	36	116	338	497	675	4.060

$t_{C,op}$	h	276	276	249	276	267	276	267	3.251
------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte
Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen,
geregelter Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 6,6$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	1	1	1	2	6	10	13	77
$W_{Z,d}$	kWh	1	1	1	3	10	15	20	122
	kWh	1	2	2	6	16	24	33	199

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (155) 6,6 kW Raumklimasystem luftgekühlt, VRF-System (KKM),
Nennkälteleistungszahl EER = 3,40
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
Behandlungsräume Kühlung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,29$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	26	40	36	116	338	497	675	4.060
$Q_{C,f,el}$	kWh	6	9	8	27	77	113	154	926

11.12 Endenergie Klimasysteme

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	6	9	8	27	77	113	154	926
$Q_{C,aux}$	kWh	1	2	2	6	16	24	33	199
Strom-Mix	kWh	6	9	8	27	77	113	154	926

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	
Büro	Bürogebäude	0,030	m² Bürofläche	201	128	c
WC, Dusche, Umkleide	nicht relevant				-	
Schwimmbad	Fitnessraum	0,300	m² Fitnessrau	131	834	c
Pausen-, Ruheräume,	Bürogebäude	0,030	m² Bürofläche	429	273	c

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Flure, Technikräume,	nicht relevant						-
Technik UG	nicht relevant						-
Fitnessräume	Fitnessraum	0,300	m²	Fitnessrau	315	2.930	c
Behandlungsräume	Bürogebäude	0,030	m²	Bürofläche	568	362	c
Behandlungsräume Küh	nicht relevant						-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	4/7/8/	0,98	41.131
2 zentrale WW-Versorgung	1/3/	1,00	11.333
3			

12.3 Verteilungsnetze

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

Verteilssystem: dezentral mit 14 Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

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

Verteilssystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an $z = 15,0$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,31$ m³/h, $\Delta p = 26,2$ kPa, $P_{hydr} = 2,260$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 12,0$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)					Stränge (S)		Stichtlg. (St)	
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8								
Leitungslängen l_i		0 m			0 m		84 m	
Wärmedurchgangskoeffizient U_i							0,255 W/ (mK)	
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$							32,9 °C	
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$							19,9 °C	
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3								
Leitungslängen l_i		72 m			39 m		132 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) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8

$Q_{w,b}$	kWh	3.381	3.493	3.381	3.493	3.493	3.155	3.493	41.131
$Q_{w,d,St}$	kWh	129	136	135	141	141	127	139	1.604
$Q_{w,d}$	kWh	129	136	135	141	141	127	139	1.604
$Q_{I,w,d}$	kWh	129	136	135	141	141	127	139	1.604

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

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

$Q_{w,b}$	kWh	931	962	931	962	962	869	962	11.333
$Q_{w,d,V}$	kWh	453	468	453	468	468	423	468	5.508
$Q_{w,d,S}$	kWh	250	261	254	264	264	238	263	3.068
$Q_{w,d,St}$	kWh	203	214	212	222	222	199	218	2.519
$Q_{w,d}$	kWh	906	942	919	954	954	860	949	11.096
$W_{w,d}$	kWh	8	9	8	9	9	8	9	102
$Q_{l,w,d}$	kWh	453	475	466	486	486	438	481	5.587

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

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

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

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

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

12.4 Warmwasserspeicher

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

nicht vorhanden

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

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 1.500$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 1,3$ 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 $P_p = 46$ 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
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.837	1.905	1.850	1.917	1.916	1.730	1.911	22.428
$Q_{w,s}$	kWh	30	31	30	31	31	28	31	337
$W_{w,s}$	kWh	4	4	4	4	4	4	4	48

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8									
$Q_{w,outg}$	kWh	3.510	3.630	3.516	3.635	3.635	3.282	3.632	42.735
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.867	1.936	1.880	1.947	1.947	1.758	1.942	22.765

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

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

Wärmeerzeuger 21 elektronisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 24,0 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 100,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000$ kW

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

Wärmeerzeuger 40 Fernwärme 325,0 kW (Nah-/Fernwärme), $f_p = 0,31$

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) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/8									
$Q_{w,outg}$	kWh	3.510	3.630	3.516	3.635	3.635	3.282	3.632	42.735
$Q_{w,f}$	kWh	3.510	3.630	3.516	3.635	3.635	3.282	3.632	42.735
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1/3									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.867	1.936	1.880	1.947	1.947	1.758	1.942	22.765
$Q_{w,g}$	kWh	138	143	138	143	143	129	143	1.684
$Q_{w,f}$	kWh	2.006	2.079	2.019	2.090	2.090	1.887	2.085	24.450

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	5.377	5.565	5.396	5.582	5.582	5.040	5.575	65.501
$Q_{w,f}$	kWh	5.515	5.708	5.534	5.725	5.725	5.169	5.718	67.185
$W_{w,f}$	kWh	12	13	12	13	13	12	13	150
Strom-Mix	kWh	3.510	3.630	3.516	3.635	3.635	3.282	3.632	42.735
Nah-/Fernw	kWh	2.006	2.079	2.019	2.090	2.090	1.887	2.085	24.450
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	9,1	9,3	9,4	9,5	9,5	9,5	9,4	
$Q_{I,w,<3>}$	kWh/d	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,1	
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
$Q_{I,w,<7>}$	kWh/d	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
$Q_{I,w,<8>}$	kWh/d	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	

 $Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = 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
------	-------------------	-------------------	---------------------------------	--------------------	----------------------

Büro	3,6	1,0	806	2,2	6,8
WC, Dusche, Umkleiden FBH	8,3	1,5	4693	12,8	22,5
Schwimmbad	2,0	0,5	916	2,5	5,0
Pausen-, Ruheräume, Cantine	8,1	2,3	3002	8,2	18,5
Flure, Technikräume, TH, Au	8,0	2,4	0	0,0	10,4
Technik UG	8,1	1,3	0	0,0	9,5
Fitnessräume	2,8	0,8	3778	9,6	13,2
Behandlungsräume	6,4	1,9	5678	15,4	23,8
Behandlungsräume Kühlung	2,4	0,8	797	2,2	5,4

$Q_{T,max}$ = 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 Fußbodenheizung Nasssystem		2/	27.325	22,5	173,1
2 freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr		**	96.630	87,7	96,7
3 Warmluftheizung Zuluftnachheizung		3/	5.010	5,0	5,5
4					

** = 1/4/5/6/7/8/9/

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,b,<1>	kWh	549	2.183	3.890	5.080	4.989	4.265	3.698	27.325
Qh,b,<2>	kWh	2.013	7.193	14.101	18.716	18.099	15.364	12.377	96.630
Qh,b,<3>	kWh	98	322	671	875	822	719	574	4.480
Qh*,b,<3>	kWh	12	29	70	107	108	85	64	531

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone WC, Dusche, Umkleiden FBH

1) Berlin - Fassadenheizung Nasssystem ; Leuchte Wd, Leuchte, Einbauleuchte ; B1									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t _{h, <2>}	h/m	557	744	720	744	744	672	744	6.848
t _{h,rL,d <2>}	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
d _{h,rB <2>}	d/m	16	23	24	26	26	23	25	222
t _{h,rL <2>}	h/m	209	308	389	462	460	400	391	3.370
t _{h,rL.W <1>}	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760

(2) Bereich "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Leitzone Büro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h, <1>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.555
$t_{h, rL, d, <1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h, rB, <1>}$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	242
$t_{h, rL, <1>}$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.634
$t_{h, rL, W, <1>}$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) Bereich "Warmluftheizung Zuluftnachheizung", Leitzone Schwimmbad

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h, <3>}$	h/m	445	744	720	744	744	672	744	5.731
$t_{h, rL, d, <3>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h, rB, <3>}$	d/m	13	23	24	26	26	23	25	189
$t_{h, rL, <3>}$	h/m	167	308	389	462	460	400	391	2.943
$t_{h, rL, W, <1>}$	h/m	-	-	-	-	-	-	-	-

 $t_h = t_{h, Nutz} + t_{h, WE}$ = 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

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce} = 0 + 1,2 + (0,4 + 0,5) / 2 + 0 + 0,2 + 0 = 1,85^\circ K$ (T5 Gl.35)

 $Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$ (Gl.34) (12,6%)

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

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor
Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb
nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce} = (0,7 + 0,3) / 2 + 1,2 + 0 + 0,2 + 0 = 1,90^\circ K$ (T5 Gl.35)

 $Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$ (Gl.34) (12,9%)

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

(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ K$ (T5 Gl.35)

 $Q_{h, ce} = Q_{h, b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i, h} - T_e)$ (Gl.34) (4,6%)

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	549	2.183	3.890	5.080	4.989	4.265	3.698	27.325
$Q_{h,ce}$	kWh	161	372	451	496	489	438	445	3.430
(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	2.013	7.193	14.101	18.716	18.099	15.364	12.377	96.630
$Q_{h,ce}$	kWh	602	1.254	1.673	1.868	1.815	1.613	1.523	12.452
(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung									
$Q_{h,b}$	kWh	98	322	671	875	822	719	574	4.480
$Q_{h,ce}$	kWh	11	21	29	32	30	28	26	206
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	3.434	11.345	20.816	27.066	26.244	22.428	18.642	144.522

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

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

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

13.5 Heizwärmeverteilung

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

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 313,0$

m², Geschosshöhe i.M. = 3,45 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 35$ °C / $\vartheta_{RA} = 28$ °C, $T_{i,Soll,<2>} = 21,0$ °C

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

Stunden mit planmäßigen Heizkreistemperaturen

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

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

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 2759,0$ m², Geschosshöhe

i.M. = 3,45 m, 5 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 70$ °C / $\vartheta_{RA} = 55$ °C, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0$ °C

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

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

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 4 Strahlungs- /

Luftheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 131,0$ m², Geschosshöhe i.M. =

3,20 m, 1 Geschosse.

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55\text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 45\text{ °C}$, $T_{i,Soll,<3>} = 21,0\text{ °C}$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 18 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	90,1 m	16,7 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	20,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	158,6 m	57,1 m	1.978,6 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	20,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung			
Leitungslängen l_i	24,6 m	0,2 m	17,2 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) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,06	0,15	0,27	0,33	0,33	0,31	0,25	
$\theta_{VL,av}$	°C	22,0	23,5	25,2	26,2	26,1	25,8	24,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,5	22,3	23,1	23,6	23,5	23,4	23,0	
$Q_{h,d}$	kWh	54	79	100	118	118	103	100	864
$W_{h,d}$	kWh	23	38	45	52	52	45	45	384
$Q_{I,h,d}$	kWh	54	79	100	118	118	103	100	864

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,6\%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,6\%$

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

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr									
$\beta_{h,d}$		0,04	0,13	0,25	0,32	0,31	0,29	0,21	
$\theta_{VL,av}$	°C	25,2	31,2	37,9	41,2	40,6	39,8	35,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	23,9	28,1	32,7	35,0	34,6	34,1	31,3	
$Q_{h,d}$	kWh	680	1.632	3.269	4.607	4.473	3.731	2.930	23.981
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	680	1.632	3.269	4.607	4.473	3.731	2.930	23.981

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 16,6\%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 16,6\%$

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

(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung								
$\beta_{h,d}$		0,05	0,09	0,20	0,25	0,23	0,22	0,16

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
 Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



$\theta_{VL,av}$	°C	23,2	24,9	28,8	30,5	30,0	29,7	27,5	
$\theta_{RL,av}$	°C	22,6	23,8	26,5	27,7	27,3	27,2	25,6	
$Q_{h,d}$	kWh	10	23	41	55	53	45	37	286
$W_{h,d}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_{I,h,d}$	kWh	2	6	13	19	18	15	11	91

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

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

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

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

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

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

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	4.190	13.108	24.296	31.954	30.996	26.392	21.772	170.184

(2) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) Warmluftheizung Zuluftnachheizung

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 2 ($A_{NGF} = 313 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 173,1 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, fossil), $f_p = 0,31$

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

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 20,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

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

(2) "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Zonen 1/4/5/6/7/8/9 ($A_{NGF} = 2.759 \text{ m}^2$)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

(3) "Warmluftheizung Zuluftnachheizung", Zonen 3 ($A_{NGF} = 131 \text{ m}^2$)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	4.190	13.108	24.296	31.954	30.996	26.392	21.772	170.184
$Q_{h,gen}$	kWh	89	92	89	92	92	83	92	1.085
$Q_{h,f}$	kWh	4.279	13.200	24.385	32.046	31.088	26.475	21.865	171.269
$W_{h,gen}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_{I,h,gen}$	kWh	89	92	89	92	92	83	92	1.085

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

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	4.279	13.200	24.385	32.046	31.088	26.475	21.865	171.269
W_h	kWh	23	38	46	52	52	46	45	384
Nah-/Fernw	kWh	4.279	13.200	24.385	32.046	31.088	26.475	21.865	171.269
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	1,7	3,8	8,0	10,8	10,5	9,7	6,9	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	4,8	5,5	6,3	6,8	6,8	6,6	6,2	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	3,5	8,2	16,9	23,0	22,4	20,7	14,6	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	7,5	17,3	35,9	48,9	47,5	43,8	31,1	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	2,1	4,9	10,2	14,0	13,6	12,5	8,9	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	2,6	6,0	12,4	16,9	16,4	15,2	10,8	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	4,7	10,8	22,4	30,6	29,7	27,5	19,5	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,7	1,5	3,2	4,3	4,2	3,9	2,7	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 19 kWp, quadratmeterbezogen 19,00 / (3203,0) = 0,006 kWp/m²

PV-Module Ost 15° Standort Deutschland (Potsdam)

weitere PV-Module, 19 kWp, West 15°

$Q_{f,prod,PV} = E_{sol} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf} / I_{ref}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64

$Q_{f,nutz,PV}$ durch monatliche Aufrechnung $\text{MIN}(Q_{f,prod,PV} / Q_{Bedarf})$ (anrechenbar)

Strombedarf für Warmwasser Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	10.083	10.406	10.091	10.490	10.421	9.364	10.351	122.671
Stromangebot	kWh	2.235	1.403	545	315	534	715	1.765	25.916
anrechenbar	kWh	2.235	1.403	545	315	534	715	1.765	25.916

Jahres-Stromproduktion = 25.917 kWh/a, Strombedarf = 122.671 kWh/a, anrechenbar = 25.916 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Warmwasser	4/7/8/	42.735	1,80	1,00	76.923
Nah-/Fernwär	Warmwasser	1/3/	24.450	0,31	1,00	7.579
Nah-/Fernwär	Heizwärme	2/	171.269	0,31	1,00	53.093
Strom-Mix	Klimakälte	9/	926	1,80	1,00	1.666
Strom-Mix	Beleuchtung	*	26.112	1,80	1,00	47.002
Strom-Mix	Hilfsenergie		52.898	1,80	1,00	95.216
Strom-Mix	Stromgutschrift		-25.917	1,80	1,00	-46.650
Σ [kWh/Jahr]			292.473			234.829

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 234.829 / 3.203 = 73,3$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 3.203$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 292.473 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 16,5 kWh/(m²a), Strom-Mix 21,8 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme 7,6 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme HW, fossil 53,5 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -8,1 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m² a)
Strom-Mix	42.735	560	23.932	
Nah-/Fernwärme	24.450		-	
Nah-/Fernwärme HW, f	171.269	400	68.507	
Strom-Mix	926	560	518	
Strom-Mix	26.112	560	14.623	
Strom-Mix	52.898	560	29.623	
Strom aus PV	-	431	-11.168	
	318.390		126.035	39,3

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom = - 137203,1 / 318390,0 * 25917 = -11.168 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt		RLT 9	Beleucht. 10	Klima 11	Warmwasser 12	Heizung 13	Summe
Zone	m²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Büro	201	-	1.863	-	3.252	9.077	14.192
WC, Dusche, Umkle	313	-	1.672	-	-	36.446	38.118

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis

Schwimmbad	131	-	968	-	21.198	5.977	28.143
Pausen-, Ruheraum	429	-	2.820	-	3.278	23.686	29.784
Flure, Technikräu	907	-	2.651	-	-	32.216	34.867
Technik UG	259	-	130	-	-	24.611	24.741
Fitnessräume	315	-	5.554	-	35.120	2.826	43.500
Behandlungsräume	568	-	9.260	-	4.338	24.680	38.277
Behandlungsräume	80	-	1.195	926	-	11.749	13.870
Gebäude	3.203	-	26.112	926	67.185	171.268	265.492

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	16,3	8,2	1,0	16,4	40,3	82,1
Endenergiebedarf	16,3	8,2	0,4	21,0	53,6	99,4
Primärenergiebedarf	29,3	14,7	0,6	26,5	16,8	87,9

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

15.0 Nachweise

für ein bestehendes Gebäude
Referenzberechnung = "250115-RHK-Bestand-LP4-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte" (140%-Regel)
Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 50
zul $q_{P,REF} = 1.4 \cdot 140,0 = 196,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ (140%-Regel), aus der Referenzberechnung
vorh $q_P = 234.829 / 3203,0 = 73,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 73,3 \leq 196,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% E r n e u e r b a r e
Erfüllungsoption ohne rechnerischen Nachweis des Deckungsanteils

Erfüllungsoption: Anschluss an ein Wärmenetz
Heizbereiche ohne Fernwärme: keine (OK)

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

Umbau und Sanierung Reinhold-Kleinau-Haus mit Erweiterung
Projekt-Nr.: D240203 – Anlage zum Wärmeschutznachweis



20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für die Sanierung von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

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

Referenzberechnung = "250115-RHK-Bestand-LP4-Referenz2020"

Bestandsberechnung = "250115-RHK-Bestand-LP4-Referenz2020"

Endenergieeinsparung	56.544 kWh/a
Primärenergieeinsparung	213.657 kWh/a
CO ₂ -Einsparung	-2.142 kg/a

		Primärenergiebedarf	----- mittlere U-Werte -----				
		Q _p '	Opake	Fenster	Vorhf.	Oberl.	
		kWh/ (m²a)	W/ (m²K)	W/ (m²K)	W/ (m²K)	W/ (m²K)	
Referenzberechnung		100 %	140,0				
erreicht Ti >= 19°C		52 %	73,3	0,22	1,00		
Effizienzgebäude	Denkmal	160 %	224,0				OK
Effizienzgebäude	70	70 %	98,0	0,26	1,40	1,40	OK
Effizienzgebäude	55	55 %	77,0	0,22	1,20	1,20	OK
Effizienzgebäude	40	40 %	56,0	0,18	1,00	1,00	
erreicht Ti < 19°C		52 %	73,3	0,28			
Effizienzgebäude	Denkmal	160 %	224,0				OK
Effizienzgebäude	70	70 %	98,0	0,32	1,70	1,70	OK
Effizienzgebäude	55	55 %	77,0	0,28	1,50	1,50	OK
Effizienzgebäude	40	40 %	56,0	0,24	1,30	1,30	

EE-Paket NWG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: PV-Strom [PV-Strom]
Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

EE_{genutzt} = 157.492 kWh/Jahr

EE_{Soll} = 0,65 * 242295 = 157.492 kWh/Jahr (65% des Wärme- und Kältebedarfs)

EE_{genutzt} < EE_{Soll} (65%), die Anforderung für das EE-Paket wird erfüllt

WPB-Bonus

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

Das Förderniveau **Effizienzgebäude 55 EE** wird erreicht.