



Berechnungen nach GEG 2020/DIN 18599

Auftragsnummer	20.001
Bauvorhaben	Stadt Neusäß, Neubau Grundschule mit Feuerwache, Westheim Von-Rehlingen-Str. 11, Westheim
Bauherr	Stadt Neusäß, Bürgermeister Herr Greiner Hauptstraße 28 86356 Neusäß
Planung	karlundp Gesellschaft von Architekten mbH Bavariaring 27 80336 München
Sachbearbeiter IB Reisch	Klaus Falk

Augsburg, 20.02.2023

gez. i. A. K. Falk

Reisch Ingenieure



Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 20.001 Stadt Neusäß, NB Schule m. Feuerwehr

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, Wärmefluss über das Erdreich

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

Gebäudeberechnung "Gebäude-GEG2020"

(Ref-No 5.0)

Nachweisverfahren

(Ref-No 5.0.2)

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

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.1.0)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> Fahrzeughalle (41)	141 Lagerhallen,	365	12,0		194	946
<2> Büro/Seminar (4)	104 Besprechung,	250	19,9	17,3	364	1496
<3> Verkehrswege (19)	119 Verkehrsfläc	250	16,3	14,2	698	2401
<4> WC, Umkleide (16)	116 WC und Sanit	250	19,9	17,6	431	1743
<5> Lager, Technik (20)	120 Lager, Techn	250	16,3	14,1	198	655
<6> Klassenzimmer (8)	108 Klassenzimme	200	19,5	17,5	2669	7636
<7> Turnhalle (31)	131 Turnhalle (o	250	20,3	17,3	426	2986

4.981 17.863

Gebäude, $A_{NGF} = 4980,8 \text{ m}^2$

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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

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



1.1 Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599-10)

(Ref-No 5.1.1)

Zonen		<01>	<02>	<03>	<04>	<05>	<06>
1	tnutz	h/d	24	11	11	11	7
2	tnutzda	d/a	365	250	250	250	200
3	dop	d/a	365	250	250	250	200
4	theiz	h/d	24	13	13	13	9
5	TisollH	°C	12	21	17	21	21
6	dTiNA	°K		4	4	4	4
7	Heizbetrieb		0	1	1	1	1
8	TiminH	°C	12	20	20	20	20
9	tVmech	h/d	24	13/0	/0	/0	9/0
10	VA	m³/(hm²)	1	15/0	0	15/0	10/0
11	Feuchteanf		1	2	1	1	2
12	tcopd	h	24	13/0	13/0	13/0	9/0
13	TisollC	°C	26	24	24	24	24
14	TimaxC	°C	28	26	26	26	26
15	vonh	h	0	7	7	7	8
16	bish	h	24	18	18	18	15
17	tnutzhat	h/a	4407	2543	2543	2543	1400
18	tnutzhan	h/a	4353	207	207	207	0
19	Em	lx	150	500	100	200	300
20	hNe	m	0	0,8	0,8	0,8	0,8
21	kA		1	0,93	1	1	0,97
22	CAm		0,6	0,5	0,8	0,9	0,25
23	Raumindex		2,4	1,25	0,8	0,8	1,5
24	Ftn		0,4	1	1	1	0,9
25	qip	Wh/(m²d)	0	96/0	0	0	100/0
26	qifac	Wh/(m²d)	0	8/0	0	0	20/0
27	ABI	m²	194,21	364,14	698,17	431,12	198,18
28	mStt	kg/h					2668,96
29	cStt	Wh/(kgK)					
30	Tin	°C					
31	Tout	°C					
32	Cwirk	Wh/(m²K)	50	50	50	50	50
Zonen		<07>					
1	tnutz	h/d	15				
2	tnutzda	d/a	250				
3	dop	d/a	250				
4	theiz	h/d	17				
5	TisollH	°C	21				
6	dTiNA	°K	4				
7	Heizbetrieb		1				
8	TiminH	°C	20				
9	tVmech	h/d	0				
10	VA	m³/(hm²)	3/0				
11	Feuchteanf		1				
12	tcopd	h	17/0				
13	TisollC	°C	24				
14	TimaxC	°C	26				
15	vonh	h	8				
16	bish	h	23				
17	tnutzhat	h/a	2509				
18	tnutzhan	h/a	1241				
19	Em	lx	300				



20	hNe	m	1
21	kA		1
22	CAm		0,3
23	Raumindex		2
24	Ftn		1
25	qip	Wh/ (m² d)	60/0
26	qifac	Wh/ (m² d)	0
27	ABl	m²	425,98
28	mStt	kg/h	
29	cStt	Wh/ (kgK)	
30	Tin	°C	
31	Tout	°C	
32	Cwirk	Wh/ (m² K)	50

mit den Parametern ...

1	tnutz	Nutzungsstunden pro Tag
2	tnutzda	Nutzungstage jährlich
3	dop	Betriebstage Heizung / RLT
4	theiz	tägliche Betriebsstunden Heizung
5	TisollH	Ti,Soll Heizung
6	dTiNA	dT Nachtabsenkung
7	Heizbetrieb	Kennziffer Heizbetrieb , 0-ohne Absenkung, 1-REF, 2-Abschaltung
8	TiminH	Ti,Auslegung Heizg
9	tVmech	tägliche Betriebsstunden RLT
10	VA	Mindestaußenluftvolumenstrom
11	Feuchteanf	Feuchteanforderung RLT , 1-keine, 2-mit Toleranz, 3-ohne Toleranz
12	tcopd	tägliche Betriebsstunden Kühlung
13	TisollC	Ti,Soll Kühlung
14	TimaxC	Ti,Auslegung Kühlung
15	vonh	Nutzung von Tagesstunde (für Kunstlichtversorgung)
16	bish	Nutzung bis Tagesstunde
17	tnutzhat	Nutzungsstunden zur Tagzeit
18	tnutzhan	Nutzungsstunden zur Nachtzeit
19	Em	nötige Beleuchtungsstärke (im Einzelhandel tatsächliche Beleuchtungsstärke)
20	hNe	Höhe der Nutzebene
21	kA	Minderungsfaktor Sehaufgabe Nutzungsrandbedingung
22	CAm	relative Abwesenheit
23	Raumindex	Raumindex für kR-Ermittlung (Anpassungsfaktor Raum)
24	Ftn	Teilbetriebsfaktor Beleuchtung nutzungsabhängig aus T10
25	qip	Personenabwärme 2011: EFH 45, MFH 90 (2007: EFH 50, MFH 100)
26	qifac	Abwärme Arbeitshilfen
27	ABl	Bezugsfläche für interne Wärmeströme für NWG = ANGF, für WG / KfW = AN = 0,32*Ve
28	mStt	Massenstrom für Stofftransport
29	cStt	Wärmekapazität für Transportstoff Materialeigenschaft
30	Tin	Eintrittstemperatur Transportstoff
31	Tout	Austrittstemperatur Transportstoff
32	Cwirk	wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.2.0)

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
FW-Fahrzeughalle						
1 F 0110 FD	1:0	221,4	0,168	1,00 FD	50 02	37,2
2 F 0101 FAW N-W	1:0	86,3	0,251	1,00 FAW	50 02	21,7
3 F 0102 FAW S-W	1:0	67,8	0,168	1,00 FAW	50 02	11,4
4 F 0103 FAW S-O	1:0	83,8	0,168	1,00 FAW	50 02	14,1
5 F 0104 FAW N-O	1:0	25,6	0,168	1,00 FAW	50 02	4,3
6 F 0100 FG	1:0	221,4	0,283	0,50 FG	50 25 14	31,3
KG-Büro-Seminar						
7 F 0201 FAW N-W	2:0	117,7	0,251	1,00 FAW	51 02	29,5
8 F 0202 FAW S-W	2:0	19,2	0,251	1,00 FAW	51 02	4,8
9 F 0203 FAW S-O	2:0	0,1	0,251	1,00 FAW	51 02	0,0
10 A 0201 FF N-W	2:0	37,9	1,224	1,00 FF	51 02	46,3
11 A 0202 FF S-W	2:0	4,1	1,224	1,00 FF	51 02	5,0
12 F 0200 FG	2:0	167,2	0,229	0,50 FG	51 26 14	19,1
FW-Flur						
13 F 0302 FAW S-W	3:0	0,2	0,251	1,00 FAW	50 02	0,1
14 F 0300 FG	3:0	46,6	0,229	0,60 FG	50 27 14	6,4
FW-WC-UmkleideH						
15 F 0405 FAW S-W	4:0	0,5	0,251	1,00 FAW	51 02	0,1
16 F 0406 FAW S-O	4:0	111,9	0,168	1,00 FAW	51 02	18,8
17 F 0400 FG	4:0	120,9	0,229	0,35 FG	51 28 14	9,7
KG-Flur TH-01-1						
18 F 0504 FAW S-W & 05	3:0	47,3	0,168	1,00 FAW	50 02	7,9
19 F 0505 FAW S-O & 05	3:0	25,3	0,168	1,00 FAW	50 02	4,3
20 F 0500 FG	3:0	56,6	0,229	0,35 FG	50 29 14	4,5
FW-WC-UmkleideD						
21 F 0600 FG	4:0	45,2	0,229	0,35 FG	51 29 14	3,6
KG-Flur TH-01-2						
22 F 0705 FD	3:0	28,5	0,168	1,00 FD	50 02	4,8
23 F 0703 FAW S-O	3:0	3,0	0,168	1,00 FAW	50 02	0,5
24 F 0704 FAW N-O	3:0	15,2	0,251	1,00 FAW	50 02	3,8
25 F 0700 FG	3:0	28,5	0,229	0,35 FG	50 29 14	2,3
KG-Flur-02						
26 F 0805 FAW N-W	3:0	7,5	0,251	1,00 FAW	50 02	1,9
27 A 0805 FF N-W	3:0	6,0	1,224	1,00 FF	50 02	7,3
28 F 0800 FG	3:0	37,5	0,229	0,35 FG	50 29 14	3,0
KG-Lager Technik01						
29 F 0903 FAW N-O	5:0	62,2	0,251	1,00 FAW	50 02	15,6
30 F 0904 FAW N-W	5:0	6,9	0,251	1,00 FAW	50 02	1,7
31 A 0904 FF N-W	5:0	3,9	1,224	1,00 FF	50 02	4,8
32 F 0900 FG	5:0	79,1	0,229	0,35 FG	50 29 14	6,3
T-Hall-WC-UmkleideD						
33 F 1005 FD	4:0	42,5	0,168	1,00 FD	51 02	7,1
34 F 1004 FAW S-W	4:0	27,6	0,168	1,00 FAW	51 02	4,6
35 F 1000 FG	4:0	42,5	0,229	0,35 FG	51 29 14	3,4
T-Hall-Flur02						
36 F 1105 FD	3:0	20,3	0,168	1,00 FD	50 02	3,4
37 F 1100 FG	3:0	20,3	0,229	0,35 FG	50 29 14	1,6
KG-Lager Technik02						
38 F 1205 FD	5:0	38,5	0,168	1,00 FD	50 02	6,5
39 F 1201 FAW S-O	5:0	30,3	0,168	1,00 FAW	50 02	5,1
40 F 1200 FG	5:0	38,5	0,229	0,35 FG	50 29 14	3,1
T-Hall-Umkleide Betreuer						
41 F 1303 FAW N-W	4:0	1,7	0,168	1,00 FAW	51 02	0,3
42 F 1300 FG	4:0	15,3	0,229	0,35 FG	51 29 14	1,2
T-Hall-Lager Technik						



43 F 1405 FAW N-W	5:0	10,7	0,168	1,00 FAW	50 02	1,8
44 F 1406 FAW S-W	5:0	54,3	0,168	1,00 FAW	50 02	9,1
45 F 1400 FG	5:0	105,5	0,229	0,35 FG	50 29 14	8,5
T-Hall-Flur01						
46 F 1501 FAW N-W	3:0	0,8	0,168	1,00 FAW	50 02	0,1
47 F 1504 FAW N-O	3:0	12,5	0,168	1,00 FAW	50 02	2,1
48 F 1500 FG	3:0	56,6	0,229	0,35 FG	50 29 14	4,5
T-Hall-WC-UmkleideH						
49 F 1601 FAW N-O	4:0	38,8	0,168	1,00 FAW	51 02	6,5
50 F 1602 FAW N-W	4:0	21,2	0,168	1,00 FAW	51 02	3,6
51 F 1600 FG	4:0	63,5	0,229	0,35 FG	51 29 14	5,1
T-Halle						
52 F 1705 FD	7:0	455,6	0,117	1,00 FD	51 02	53,3
53 F 1701 FAW S-W	7:0	202,6	0,168	1,00 FAW	51 02	34,0
54 F 1702 FAW S-O	7:0	118,2	0,168	1,00 FAW	51 02	19,9
55 F 1703 FAW N-O	7:0	172,1	0,168	1,00 FAW	51 02	28,9
56 A 1703 FF N-O	7:0	30,5	1,224	1,00 FF	51 02	37,4
57 F 1700 FG	7:0	455,6	0,220	0,35 FG	51 29 14	35,1
EG-Klassenzimmer01						
58 F 1804 FAW N-W	6:0	13,1	0,171	1,00 FAW	51 02	2,2
59 F 1806 FAW S-W	6:0	16,0	0,171	1,00 FAW	51 02	2,7
60 F 1814 FAW S-O	6:0	12,6	0,171	1,00 FAW	51 02	2,2
61 F 1817 FAW N-O	6:0	17,5	0,171	1,00 FAW	51 02	3,0
62 A 1804 FF N-W	6:0	13,1	1,224	1,00 FF	51 02	16,1
63 A 1806 FF S-W	6:0	14,4	1,224	1,00 FF	51 02	17,6
64 A 1814 FF S-O	6:0	5,0	1,224	1,00 FF	51 02	6,1
65 A 1817 FF N-O	6:0	16,6	1,224	1,00 FF	51 02	20,3
66 F 1800 FG	6:0	436,2	0,177	0,45 FG	51 29 20	34,7
EG-Klassenzimmer02						
67 F 1905 FD	6:0	61,3	0,168	1,00 FD	51 02	10,3
68 F 1902 FAW & 1904	6:0	24,1	0,171	1,00 FAW	51 02	4,1
69 A 1902 FF	6:0	14,3	1,224	1,00 FF	51 02	17,4
70 A 1904 FF	6:0	14,2	1,224	1,00 FF	51 02	17,3
EG-Klassenzimmer03						
71 F 2008 FD	6:0	206,1	0,117	1,00 FD	51 02	24,1
72 F 2001 FAW S-O	6:0	53,6	0,171	1,00 FAW	51 02	9,2
73 F 2002 FAW N-W & 20	6:0	33,6	0,171	1,00 FAW	51 02	5,7
74 F 2006 FAW S-W	6:0	13,2	0,171	1,00 FAW	51 02	2,2
75 A 2002 FF N-W	6:0	14,4	1,224	1,00 FF	51 02	17,6
76 A 2006 FF S-W	6:0	10,8	1,224	1,00 FF	51 02	13,3
EG-TH Flur01						
77 F 2105 FAW N-W & 21	3:0	40,8	0,171	1,00 FAW	50 02	7,0
78 F 2106 FAW N-O	3:0	5,7	0,171	1,00 FAW	50 02	1,0
79 F 2108 FAW S-W	3:0	15,5	0,171	1,00 FAW	50 02	2,7
80 A 2106 FF N-O	3:0	3,2	1,224	1,00 FF	50 02	3,9
81 A 2108 FF S-W	3:0	2,7	1,224	1,00 FF	50 02	3,3
82 F 2100 FG	3:0	67,7	0,177	0,35 FG	50 29 14	4,2
EG-TH Flur02						
83 F 2201 FAW S-O	3:0	41,1	0,171	1,00 FAW	50 02	7,0
84 F 2202 FAW N-O	3:0	13,0	0,171	1,00 FAW	50 02	2,2
85 A 2202 FF N-O	3:0	4,2	1,224	1,00 FF	50 02	5,2
EG-TH Flur03						
86 F 2300 FG	3:0	45,9	0,177	0,45 FG	50 29 20	3,7
EG-Büro Seminar						
87 F 2401 FAW S-O	2:0	15,8	0,261	1,00 FAW	51 02	4,1
88 F 2402 FAW S-O	2:0	60,6	0,171	1,00 FAW	51 02	10,4
89 F 2407 FAW S-W	2:0	32,6	0,171	1,00 FAW	51 02	5,6
90 F 2408 FAW S-W	2:0	5,0	0,261	1,00 FAW	51 02	1,3
91 A 2402 FF S-O	2:0	29,7	1,224	1,00 FF	51 02	36,3



92 A 2407 FF S-W	2:0	26,4	1,224	1,00 FF	51 02	32,3
93 F 2400 FG	2:0	238,7	0,177	0,45 FG	51 29 20	19,0
EG-WC-Sanitär						
94 F 2500 FG	4:0	131,0	0,177	0,45 FG	51 29 20	10,4
OG Klasse 01-1						
95 F 2602 FAW N-O	6:0	21,4	0,171	1,00 FAW	51 02	3,7
96 F 2603 FAW N-W	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
97 F 2604 FAW N-W	6:0	52,5	0,171	1,00 FAW	51 02	9,0
98 F 2605 FAW S-W	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
99 F 2606 FAW S-W	6:0	17,5	0,171	1,00 FAW	51 02	3,0
100 A 2602 FF N-O	6:0	13,7	1,224	1,00 FF	51 02	16,8
101 A 2606 FF S-W	6:0	17,6	1,224	1,00 FF	51 02	21,6
OG Klasse 01-1 Dach						
102 F 2702 FD N-O 15°	6:0	84,9	0,170	1,00 FD	51 02	14,4
103 F 2703 FD S-W 15°	6:0	84,9	0,170	1,00 FD	51 02	14,4
104 F 2704 FAW N-W	6:0	14,4	0,171	1,00 FAW	51 02	2,5
OG Klasse 02-1						
105 F 2802 FAW N-O	6:0	17,5	0,171	1,00 FAW	51 02	3,0
106 F 2803 FAW N-O	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
107 F 2804 FAW N-W	6:0	52,5	0,171	1,00 FAW	51 02	9,0
108 F 2805 FAW S-W	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
109 F 2806 FAW S-W	6:0	21,4	0,171	1,00 FAW	51 02	3,7
110 A 2802 FF N-O	6:0	17,6	1,224	1,00 FF	51 02	21,6
111 A 2806 FF S-W	6:0	13,7	1,224	1,00 FF	51 02	16,8
OG Klasse 02-1 Dach						
112 F 2902 FD N-O 15°	6:0	84,9	0,170	1,00 FD	51 02	14,4
113 F 2903 FD S-W 15°	6:0	84,9	0,170	1,00 FD	51 02	14,4
114 F 2904 FAW N-W	6:0	14,4	0,171	1,00 FAW	51 02	2,5
OG Klasse 03-1						
115 F 3001 FAW S-O	6:0	52,5	0,171	1,00 FAW	51 02	9,0
116 F 3002 FAW N-O	6:0	17,1	0,171	1,00 FAW	51 02	2,9
117 F 3003 FAW N-O	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
118 F 3005 FAW S-W	6:0	5,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,4
119 F 3006 FAW S-W	6:0	15,4	0,171	1,00 FAW	51 02	2,6
120 A 3002 FF N-O	6:0	17,7	1,224	1,00 FF	51 02	21,7
121 A 3006 FF S-W	6:0	18,3	1,224	1,00 FF	51 02	22,4
OG Klasse 03-1 Dach						
122 F 3102 FD N-O 15°	6:0	84,2	0,170	1,00 FD	51 02	14,3
123 F 3103 FD S-W 15°	6:0	84,2	0,170	1,00 FD	51 02	14,3
124 F 3100 FAW S-O	6:0	14,4	0,171	1,00 FAW	51 02	2,5
OG Klasse 04-1						
125 F 3201 FAW S-O	6:0	52,5	0,171	1,00 FAW	51 02	9,0
126 F 3202 FAW N-O	6:0	16,5	0,171	1,00 FAW	51 02	2,8
127 F 3203 FAW N-O	6:0	4,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,1
128 F 3205 FAW S-W	6:0	5,3	0,261	1,00 FAW	51 02	1,4
129 F 3206 FAW S-W	6:0	16,0	0,171	1,00 FAW	51 02	2,7
130 A 3202 FF N-O	6:0	18,3	1,224	1,00 FF	51 02	22,4
131 A 3206 FF S-W	6:0	17,7	1,224	1,00 FF	51 02	21,7
OG Klasse 04-1 Dach						
132 F 3302 FD N-O 15°	6:0	84,2	0,170	1,00 FD	51 02	14,3
133 F 3303 FD S-W 15°	6:0	84,2	0,170	1,00 FD	51 02	14,3
134 F 3300 FAW S-O	6:0	14,4	0,171	1,00 FAW	51 02	2,5
OG Klasse 01-2						
135 F 3403 FD N-O 15°	6:0	32,8	0,170	1,00 FD	51 02	5,6
136 F 3404 FD S-W 15°	6:0	44,5	0,170	1,00 FD	51 02	7,6
137 F 3405 FAW S-W	6:0	9,9	0,261	1,00 FAW	51 02	2,6
138 A 3405 FF S-W	6:0	10,7	1,224	1,00 FF	51 02	13,1
OG Klasse 02-2						
139 F 3503 FD N-O 15°	6:0	47,4	0,170	1,00 FD	51 02	8,1



140 F 3504 FD S-W 11°	6:0	35,0	0,170	1,00	FD	51 02	5,9
141 F 3502 FAW N-O	6:0	10,9	0,261	1,00	FAW	51 02	2,8
142 A 3502 FF N-O	6:0	11,1	1,224	1,00	FF	51 02	13,6
OG Klasse 03-2							
143 F 3603 FD N-O 15°	6:0	45,2	0,170	1,00	FD	51 02	7,7
144 F 3604 FD S-W 15°	6:0	33,3	0,170	1,00	FD	51 02	5,7
145 F 3602 FAW N-O	6:0	9,8	0,171	1,00	FAW	51 02	1,7
146 A 3602 FF N-O	6:0	11,1	1,224	1,00	FF	51 02	13,6
OG Klasse 04-2							
147 F 3703 FD N-O 15°	6:0	17,3	0,170	1,00	FD	51 02	2,9
148 F 3704 FD S-W 15°	6:0	23,4	0,170	1,00	FD	51 02	4,0
149 F 3705 FAW S-W	6:0	4,4	0,261	1,00	FAW	51 02	1,1
150 A 3705 FF S-W	6:0	6,5	1,224	1,00	FF	51 02	7,9
OG Verkehrsweg 01							
151 F 3802 FAW N-O	3:0	15,2	0,171	1,00	FAW	50 02	2,6
152 A 3802 FF N-O	3:0	13,3	1,224	1,00	FF	50 02	16,2
OG Verkehrsweg 01 Dach							
153 F 3902 FD N-O 15°	3:0	61,4	0,170	1,00	FD	50 02	10,4
154 F 3903 FD S-W 15°	3:0	61,4	0,170	1,00	FD	50 02	10,4
155 F 3900 FAW S-O	3:0	7,8	0,171	1,00	FAW	50 02	1,3
OG Klasse 03-3							
156 F 4005 FAW N-W	6:0	16,0	0,171	1,00	FAW	51 02	2,7
157 A 4005 FF N-W	6:0	12,4	1,224	1,00	FF	51 02	15,2
OG Klasse 03-3 Dach							
158 F 4102 FD N-O 15°	6:0	60,9	0,170	1,00	FD	51 02	10,3
159 F 4103 FD S-W 15°	6:0	60,9	0,170	1,00	FD	51 02	10,3
160 F 4104 FAW N-W	6:0	7,8	0,171	1,00	FAW	51 02	1,3
OG TH 01							
161 F 4203 FD N-O 15°	3:0	3,2	0,170	1,00	FD	50 02	0,5
162 F 4204 FD S-W 15°	3:0	15,3	0,170	1,00	FD	50 02	2,6
163 F 4205 FAW S-W	3:0	7,1	0,171	1,00	FAW	50 02	1,2
164 F 4206 FAW N-W	3:0	41,7	0,171	1,00	FAW	50 02	7,1
OG WC-Sanitär H							
165 F 4303 FD N-O 15°	4:0	4,6	0,170	1,00	FD	51 02	0,8
166 F 4304 FD S-W 15°	4:0	21,8	0,170	1,00	FD	51 02	3,7
167 F 4305 FAW S-W	4:0	10,1	0,171	1,00	FAW	51 02	1,7
OG WC-Sanitär D							
168 F 4403 FD S-W 15°	4:0	19,8	0,170	1,00	FD	51 02	3,4
169 F 4404 FAW S-W	4:0	10,6	0,171	1,00	FAW	51 02	1,8
OG TH 02							
170 F 4503 FD N-O 15°	3:0	35,1	0,170	1,00	FD	50 02	6,0
171 F 4504 FD S-W 15°	3:0	8,7	0,170	1,00	FD	50 02	1,5
172 F 4500 FAW S-O	3:0	40,2	0,171	1,00	FAW	50 02	6,9
173 F 4502 FAW N-O	3:0	12,1	0,171	1,00	FAW	50 02	2,1
174 A 4500 FF S-O	3:0	3,0	1,224	1,00	FF	50 02	3,6
175 A 4502 FF N-O	3:0	4,2	1,224	1,00	FF	50 02	5,2
OG Verkehr 02							
176 F 4603 FD N-O 15°	3:0	19,6	0,170	1,00	FD	50 02	3,3
OG Verkehr 03							
177 F 4703 FD N-O 15°	3:0	25,9	0,170	1,00	FD	50 02	4,4
178 F 4704 FD S-W 15°	3:0	4,6	0,170	1,00	FD	50 02	0,8
OG Verkehr 04							
179 F 4803 FD S-W 15°	3:0	18,0	0,170	1,00	FD	50 02	3,1
180 F 4800 FAW S-O	3:0	11,5	0,171	1,00	FAW	50 02	2,0
181 A 4800 FF S-O	3:0	4,9	-	1,00	FF	50 02	
EG-Klassenzimmer 04							
182 F 4902 FAW N-O	6:0	5,2	0,171	1,00	FAW	51 02	0,9
183 F 4904 FAW N-W	6:0	46,3	0,171	1,00	FAW	51 02	7,9
184 F 4905 FAW S-W	6:0	20,9	0,171	1,00	FAW	51 02	3,6



185 A 4902 FF N-O	6:0	3,6	1,224	1,00	FF	51 02	4,4
186 A 4904 FF N-W	6:0	9,2	1,224	1,00	FF	51 02	11,2
187 A 4905 FF S-W	6:0	20,7	1,224	1,00	FF	51 02	25,4
EG-Klassenzimmer 05							
188 F 5003 FAW N-O	6:0	12,0	0,261	1,00	FAW	51 02	3,1
189 F 5004 FAW N-O	6:0	24,6	0,171	1,00	FAW	51 02	4,2
190 F 5005 FAW N-W	6:0	7,3	0,261	1,00	FAW	51 02	1,9
191 F 5006 FAW N-W	6:0	40,8	0,171	1,00	FAW	51 02	7,0
192 F 5008 FAW S-W	6:0	5,2	0,171	1,00	FAW	51 02	0,9
193 A 5004 FF N-O	6:0	28,3	1,224	1,00	FF	51 02	34,6
194 A 5006 FF N-W	6:0	7,5	1,224	1,00	FF	51 02	9,1
195 A 5008 FF S-W	6:0	3,6	1,224	1,00	FF	51 02	4,4

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 8.111,3$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.729,2$$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 221,42 / 25,77 = 8,59 \text{ m}$
2. Bodenplattenmaß B' (26) = 9,43 = 9,43 m
3. Bodenplattenmaß B' (27) = 0,00 m
4. Bodenplattenmaß B' (28) = 11,26 = 11,26 m
5. Bodenplattenmaß B' (29) = 15,28 = 15,28 m

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 20 Kellerdecke / Innenwand zum unbeheizten Keller, Kellerfußboden ungedämmt, Perimeterdämmung ab OK Bodenplatte bis OK Kellerdecke $\geq 1.5 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- 25 F_x-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 26 F_x-Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.
- 27 F_x-Tabellenwert für das 3. Bodenplattenmaß.
- 28 F_x-Tabellenwert für das 4. Bodenplattenmaß.
- 29 F_x-Tabellenwert für das 5. Bodenplattenmaß.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

(Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 515,5 \text{ W/K}$ (29,8 %, $0,064 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

(Ref-No 5.2.2)

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Fahrzeughalle (41)	159	31	0	191	0	0
<2> Büro/Seminar (4)	213	19	19	252	0	0
<3> Verkehrswege (19)	266	27	4	296	0	0
<4> WC, Umkleide (16)	89	23	10	122	0	0
<5> Lager, Technik (20)	88	18	0	105	0	0



<6> Klassenzimmer (8)	963	0	35	998	0	0
<7> Turnhalle (31)	245	35	0	280	0	0
	2024	153	68	2245		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmekoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 2.244,7 / 8.116,2 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

(Ref-No 5.2.3)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m ² K)]	Fenster [W/(m ² K)]	Vorhangf. [W/(m ² K)]	Oberl. [W/(m ² K)]
U_{max}	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
<1> Fahrzeughalle (41)	12°C	0,17			
<2> Büro/Seminar (4)	21°C	0,15	1,22		
<3> Verkehrswege (19)	17°C	0,15	1,08		
<4> WC, Umkleide (16)	21°C	0,13			
<5> Lager, Technik (20)	17°C	0,15	1,22		
<6> Klassenzimmer (8)	21°C	0,16	1,22		
<7> Turnhalle (31)	21°C	0,13	1,22		

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -18,4\%$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

(Ref-No 5.0.1)

Bauteil	U-Wert W/(m ² K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m ²	H _T W/K
Außenwand-MiWoDä-Fassadenp	0,261	93 %	101	26
Außenwand-MiWoDä-StbFT	0,251	89 %	316	79
Außenwand-MiWoDä-Ziegelsch	0,171	61 %	1137	194
Außenwand-XPS-WDVS	0,168	60 %	1055	177
Bodenplatte-FW-Haus	0,283	81 %	221	31
Bodenplatten	0,229	65 %	924	82
Bodenplatte-Turnhalle	0,220	63 %	456	35
Beton-Dach-Blechdeckung	0,170	85 %	1376	234
Dachdecke-14cmGrundDä_Gefä	0,168	84 %	412	69
Dachdecke-20cmGrundDä	0,117	59 %	662	77
Decke-gege-TG-Dä-unten	0,177	63 %	919	72
Pfosten-Riegel-Verglasung	1,224	94 %	531	650
			8111	1.729

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



3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.3.0)

Gebäudedichtheit Regelwert, Grenzwert nach GEG §26 für Dichtheitsprüfung mit RLT-Anlage, $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2,5 \cdot 8111 / 17863 = 1,14 \text{ (Gl.68)}$

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

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

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit Präsenzmeldern) für die Zonen <2> Büro/Seminar (4), <6> Klassenzimmer (8), <7> Turnhalle (31)

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD			Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
		n50 h ⁻¹	V _A /V _d c m ³ / (m ² h)	n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹	n _{win} h ⁻¹	n _{m,ZUL} h ⁻¹	t _{v,m} h/d
<1> Fahrzeughalle	-	1,87	1,00	0,21	0,13	0,10	0,20	24
<2> Büro/Seminar (	-	1,26	15,00	3,65	0,09	0,10	3,65	13
<3> Verkehrswege (	-	1,11	0,00	0,00	0,08	0,10	-	-
<4> WC, Umkleide (	-	1,05	15,00	3,71	0,07	1,72	-	-
<5> Lager, Technik	-	1,64	0,15	0,05	0,11	0,10	-	-
<6> Klassenzimmer	ja	0,98	10,00	3,50	0,17	0,10	3,50	9
<7> Turnhalle (31)	-	1,20	3,00	0,43	0,08	0,29	-	-
⇒ WE-Betrieb ...								
<2> Büro/Seminar (4)			0,00	0,00	0,09	0,10		
<3> Verkehrswege (19)			0,00	0,00	0,08	0,10		
<4> WC, Umkleide (16)			0,00	0,00	0,07	0,10		
<5> Lager, Technik (20)			0,00	0,00	0,11	0,10		
<6> Klassenzimmer (8)			0,00	0,00	0,17	0,10		
<7> Turnhalle (31)			0,00	0,00	0,08	0,10		

Zone <1> RLT-Anlage (003) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 194 / 194 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <2> RLT-Anlage (014) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 5462 / 5462 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <6> RLT-Anlage (014) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 26689 / 26689 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

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

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

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

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

mit $n_{\text{win,min}} = 0,1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}} = \text{saisonal}$ nach Gl.77

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 4 / 7 /

$\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2) \cdot n_{\text{inf}} - 0,1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1,2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0,1$

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

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

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V m^3	$H_{V,z,\text{Jan}}$ W/K	$H_{V,\text{inf}}$ W/K	$H_{V,\text{win}}$ W/K	ΣH_V W/K	$H_{V,\text{mech}}$ W/K	$\theta_{V,\text{Jan}}$ $^{\circ}\text{C}$
<1> Fahrzeughalle (4	946	0	42	32	74	66	15,0
<2> Büro/Seminar (4)	1.496	0	45	51	96	1006	15,2
<3> Verkehrswege (19	2.401	0	63	82	145	0	
<4> WC, Umkleide (16	1.743	0	43	1020	1.063	0	



<5> Lager, Technik (	655	0	26	22	48	0	
<6> Klassenzimmer (8	7.636	0	451	260	710	3403	15,2
<7> Turnhalle (31)	2.986	0	85	297	383	0	
		0	755	1764	2519	4474	
⇒ WE-Betrieb ...							
<2> Büro/Seminar (4)		0	45	51	96		
<3> Verkehrswege (19)		0	63	82	145		
<4> WC, Umkleide (16)		0	43	59	103		
<5> Lager, Technik (20)		0	26	22	48		
<6> Klassenzimmer (8)		0	451	260	710		
<7> Turnhalle (31)		0	85	102	187		
		0	713	575	1288		

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

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

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

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

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

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

(Ref-No 5.4.1)

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

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m^2	$I_{S,\text{Jan/Jul}}$ W/m^2	$g_{\text{eff, Jan/Jul}}$ %	$Q_{S,\text{Jan/Jul}}$ kWh/d
10 A 0201 FF N-W	2	31,80	11/ 95	44/ 44 7100	3,7/ 31,7
11 A 0202 FF S-W	2	3,44	40/ 120	44/ 44 "	1,4/ 4,3
27 A 0805 FF N-W	3	5,00	11/ 95	44/ 44 "	0,6/ 5,0
31 A 0904 FF N-W	5	3,28	11/ 95	44/ 44 "	0,4/ 3,3
56 A 1703 FF N-O	7	25,65	11/ 112	44/ 44 "	3,0/ 30,2
62 A 1804 FF N-W	6	11,04	11/ 95	44/ 44 "	1,3/ 11,0
63 A 1806 FF S-W	6	12,07	40/ 120	44/ 44 "	5,1/ 15,2
64 A 1814 FF S-O	6	4,17	50/ 132	44/ 44 "	2,2/ 5,8
65 A 1817 FF N-O	6	13,96	11/ 112	44/ 44 "	1,6/ 16,4
69 A 1902 FF	6	11,97	29/ 210	44/ 44 "	3,6/ 26,4
70 A 1904 FF	6	11,89	29/ 210	44/ 44 "	3,6/ 26,2
75 A 2002 FF N-W	6	12,09	11/ 95	44/ 44 "	1,4/ 12,1
76 A 2006 FF S-W	6	9,11	40/ 120	44/ 44 "	3,8/ 11,5
80 A 2106 FF N-O	3	2,67	11/ 112	44/ 44 "	0,3/ 3,1
81 A 2108 FF S-W	3	2,26	40/ 120	44/ 44 "	0,9/ 2,8
85 A 2202 FF N-O	3	3,56	11/ 112	44/ 44 "	0,4/ 4,2
91 A 2402 FF S-O	2	24,91	50/ 132	44/ 44 "	13,1/ 34,5
92 A 2407 FF S-W	2	22,19	40/ 120	44/ 44 "	9,3/ 28,0
100 A 2602 FF N-O	6	11,52	11/ 112	44/ 44 "	1,3/ 13,6
101 A 2606 FF S-W	6	14,80	40/ 120	44/ 44 "	6,2/ 18,6



110	A	2802	FF	N-O	6	14,80	11/ 112	44/ 44	"	1,7/ 17,4
111	A	2806	FF	S-W	6	11,52	40/ 120	44/ 44	"	4,8/ 14,5
120	A	3002	FF	N-O	6	14,90	11/ 112	44/ 44	"	1,7/ 17,5
121	A	3006	FF	S-W	6	15,39	40/ 120	44/ 44	"	6,5/ 19,4
130	A	3202	FF	N-O	6	15,39	11/ 112	44/ 44	"	1,8/ 18,1
131	A	3206	FF	S-W	6	14,90	40/ 120	44/ 44	"	6,3/ 18,8
138	A	3405	FF	S-W	6	9,00	40/ 120	44/ 44	"	3,8/ 11,3
142	A	3502	FF	N-O	6	9,35	11/ 112	44/ 44	"	1,1/ 11,0
146	A	3602	FF	N-O	6	9,35	11/ 112	44/ 44	"	1,1/ 11,0
150	A	3705	FF	S-W	6	5,45	40/ 120	44/ 44	"	2,3/ 6,9
152	A	3802	FF	N-O	3	11,13	11/ 112	44/ 44	"	1,3/ 13,1
157	A	4005	FF	N-W	6	10,42	11/ 95	44/ 44	"	1,2/ 10,4
174	A	4500	FF	S-O	3	2,50	50/ 132	44/ 44	"	1,3/ 3,5
175	A	4502	FF	N-O	3	3,56	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 4,2
181	A	4800	FF	S-O	3	3,42	50/ 132	0/ 0	"	-/ 0,0
185	A	4902	FF	N-O	6	3,02	11/ 112	44/ 44	"	0,3/ 3,6
186	A	4904	FF	N-W	6	7,69	11/ 95	44/ 44	"	0,9/ 7,7
187	A	4905	FF	S-W	6	17,41	40/ 120	44/ 44	"	7,3/ 21,9
193	A	5004	FF	N-O	6	23,77	11/ 112	44/ 44	"	2,7/ 27,9
194	A	5006	FF	N-W	6	6,27	11/ 95	44/ 44	"	0,7/ 6,2
195	A	5008	FF	S-W	6	3,02	40/ 120	44/ 44	"	1,3/ 3,8
						449,70				111/ 552

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängigBerechnung 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 $G3 = 30$ $g_{\text{eff}} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{\text{tot}}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g_{tot} = g -Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{\text{tot}} = g_{\perp}$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnozonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

 $g_{\text{eff}} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{\text{tot}} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend a_{Wj} / a_{SO} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

(Ref-No 5.4.2)

Hüllfläche	Zone		A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, \text{Jul}}$ W/m ²	$Q_{S, \text{Jul}}$ kWh/d
1 F 0110 FD	-	1	221,4	0,17	0,50	4,50	210	2,1
2 F 0101 FAW N-W	NW	1	86,3	0,25	0,50	4,50	95	0,5
3 F 0102 FAW S-W	SW	1	67,8	0,17	0,50	4,50	120	0,4
4 F 0103 FAW S-O	SO	1	83,8	0,17	0,50	4,50	132	0,6
5 F 0104 FAW N-O	NO	1	25,6	0,17	0,50	4,50	112	0,1
7 F 0201 FAW N-W	NW	2	117,7	0,25	0,50	4,50	95	0,7
8 F 0202 FAW S-W	SW	2	19,2	0,25	0,50	4,50	120	0,2
9 F 0203 FAW S-O	SO	2	0,1	0,25	0,50	4,50	132	0,0
13 F 0302 FAW S-W	SW	3	0,2	0,25	0,50	4,50	120	0,0
15 F 0405 FAW S-W	SW	4	0,5	0,25	0,50	4,50	120	0,0
16 F 0406 FAW S-O	SO	4	111,9	0,17	0,50	4,50	132	0,8



18	F	0504	FAW	S-W	SW	3	47,3	0,17	0,50	4,50	120	0,3
19	F	0505	FAW	S-O	SO	3	25,3	0,17	0,50	4,50	132	0,2
22	F	0705	FD	-	-	3	28,5	0,17	0,50	4,50	210	0,3
23	F	0703	FAW	S-O	SO	3	3,0	0,17	0,50	4,50	132	0,0
24	F	0704	FAW	N-O	NO	3	15,2	0,25	0,50	4,50	112	0,1
26	F	0805	FAW	N-W	NW	3	7,5	0,25	0,50	4,50	95	0,0
29	F	0903	FAW	N-O	NO	5	62,2	0,25	0,50	4,50	112	0,5
30	F	0904	FAW	N-W	NW	5	6,9	0,25	0,50	4,50	95	0,0
33	F	1005	FD	-	-	4	42,5	0,17	0,50	4,50	210	0,4
34	F	1004	FAW	S-W	SW	4	27,6	0,17	0,50	4,50	120	0,2
36	F	1105	FD	-	-	3	20,3	0,17	0,50	4,50	210	0,2
38	F	1205	FD	-	-	5	38,5	0,17	0,50	4,50	210	0,4
39	F	1201	FAW	S-O	SO	5	30,3	0,17	0,50	4,50	132	0,2
41	F	1303	FAW	N-W	NW	4	1,7	0,17	0,50	4,50	95	0,0
43	F	1405	FAW	N-W	NW	5	10,7	0,17	0,50	4,50	95	0,0
44	F	1406	FAW	S-W	SW	5	54,3	0,17	0,50	4,50	120	0,3
46	F	1501	FAW	N-W	NW	3	0,8	0,17	0,50	4,50	95	0,0
47	F	1504	FAW	N-O	NO	3	12,5	0,17	0,50	4,50	112	0,1
49	F	1601	FAW	N-O	NO	4	38,8	0,17	0,50	4,50	112	0,2
50	F	1602	FAW	N-W	NW	4	21,2	0,17	0,50	4,50	95	0,1
52	F	1705	FD	-	-	7	455,6	0,12	0,50	4,50	210	3,1
53	F	1701	FAW	S-W	SW	7	202,6	0,17	0,50	4,50	120	1,2
54	F	1702	FAW	S-O	SO	7	118,2	0,17	0,50	4,50	132	0,8
55	F	1703	FAW	N-O	NO	7	172,1	0,17	0,50	4,50	112	0,9
58	F	1804	FAW	N-W	NW	6	13,1	0,17	0,50	4,50	95	0,1
59	F	1806	FAW	S-W	SW	6	16,0	0,17	0,50	4,50	120	0,1
60	F	1814	FAW	S-O	SO	6	12,6	0,17	0,50	4,50	132	0,1
61	F	1817	FAW	N-O	NO	6	17,5	0,17	0,50	4,50	112	0,1
67	F	1905	FD	-	-	6	61,3	0,17	0,50	4,50	210	0,6
68	F	1902	FAW	& 1	-	6	24,1	0,17	0,50	4,50	210	0,3
71	F	2008	FD	-	-	6	206,1	0,12	0,50	4,50	210	1,4
72	F	2001	FAW	S-O	SO	6	53,6	0,17	0,50	4,50	132	0,4
73	F	2002	FAW	N-W	NW	6	33,6	0,17	0,50	4,50	95	0,1
74	F	2006	FAW	S-W	SW	6	13,2	0,17	0,50	4,50	120	0,1
77	F	2105	FAW	N-W	NW	3	40,8	0,17	0,50	4,50	95	0,2
78	F	2106	FAW	N-O	NO	3	5,7	0,17	0,50	4,50	112	0,0
79	F	2108	FAW	S-W	SW	3	15,5	0,17	0,50	4,50	120	0,1
83	F	2201	FAW	S-O	SO	3	41,1	0,17	0,50	4,50	132	0,3
84	F	2202	FAW	N-O	NO	3	13,0	0,17	0,50	4,50	112	0,1
87	F	2401	FAW	S-O	SO	2	15,8	0,26	0,50	4,50	132	0,2
88	F	2402	FAW	S-O	SO	2	60,6	0,17	0,50	4,50	132	0,4
89	F	2407	FAW	S-W	SW	2	32,6	0,17	0,50	4,50	120	0,2
90	F	2408	FAW	S-W	SW	2	5,0	0,26	0,50	4,50	120	0,0
95	F	2602	FAW	N-O	NO	6	21,4	0,17	0,50	4,50	112	0,1
96	F	2603	FAW	N-W	NW	6	4,3	0,26	0,50	4,50	95	0,0
97	F	2604	FAW	N-W	NW	6	52,5	0,17	0,50	4,50	95	0,2
98	F	2605	FAW	S-W	SW	6	4,3	0,26	0,50	4,50	120	0,0
99	F	2606	FAW	S-W	SW	6	17,5	0,17	0,50	4,50	120	0,1
102	F	2702	FD	N-O	NO	6	84,9	0,17	0,50	4,50	210	0,8
103	F	2703	FD	S-W	SW	6	84,9	0,17	0,50	4,50	210	0,8
104	F	2704	FAW	N-W	NW	6	14,4	0,17	0,50	4,50	95	0,1
105	F	2802	FAW	N-O	NO	6	17,5	0,17	0,50	4,50	112	0,1
106	F	2803	FAW	N-O	NO	6	4,3	0,26	0,50	4,50	112	0,0
107	F	2804	FAW	N-W	NW	6	52,5	0,17	0,50	4,50	95	0,2
108	F	2805	FAW	S-W	SW	6	4,3	0,26	0,50	4,50	120	0,0
109	F	2806	FAW	S-W	SW	6	21,4	0,17	0,50	4,50	120	0,1
112	F	2902	FD	N-O	NO	6	84,9	0,17	0,50	4,50	210	0,8
113	F	2903	FD	S-W	SW	6	84,9	0,17	0,50	4,50	210	0,8
114	F	2904	FAW	N-W	NW	6	14,4	0,17	0,50	4,50	95	0,1



115	F	3001	FAW	S-O	SO	6	52,5	0,17	0,50	4,50	132	0,4
116	F	3002	FAW	N-O	NO	6	17,1	0,17	0,50	4,50	112	0,1
117	F	3003	FAW	N-O	NO	6	4,3	0,26	0,50	4,50	112	0,0
118	F	3005	FAW	S-W	SW	6	5,3	0,26	0,50	4,50	120	0,1
119	F	3006	FAW	S-W	SW	6	15,4	0,17	0,50	4,50	120	0,1
122	F	3102	FD	N-O	1 NO	6	84,2	0,17	0,50	4,50	210	0,8
123	F	3103	FD	S-W	1 SW	6	84,2	0,17	0,50	4,50	210	0,8
124	F	3100	FAW	S-O	SO	6	14,4	0,17	0,50	4,50	132	0,1
125	F	3201	FAW	S-O	SO	6	52,5	0,17	0,50	4,50	132	0,4
126	F	3202	FAW	N-O	NO	6	16,5	0,17	0,50	4,50	112	0,1
127	F	3203	FAW	N-O	NO	6	4,3	0,26	0,50	4,50	112	0,0
128	F	3205	FAW	S-W	SW	6	5,3	0,26	0,50	4,50	120	0,1
129	F	3206	FAW	S-W	SW	6	16,0	0,17	0,50	4,50	120	0,1
132	F	3302	FD	N-O	1 NO	6	84,2	0,17	0,50	4,50	210	0,8
133	F	3303	FD	S-W	1 SW	6	84,2	0,17	0,50	4,50	210	0,8
134	F	3300	FAW	S-O	SO	6	14,4	0,17	0,50	4,50	132	0,1
135	F	3403	FD	N-O	1 NO	6	32,8	0,17	0,50	4,50	210	0,3
136	F	3404	FD	S-W	1 SW	6	44,5	0,17	0,50	4,50	210	0,4
137	F	3405	FAW	S-W	SW	6	9,9	0,26	0,50	4,50	120	0,1
139	F	3503	FD	N-O	1 NO	6	47,4	0,17	0,50	4,50	210	0,5
140	F	3504	FD	S-W	1 SW	6	35,0	0,17	0,50	4,50	210	0,3
141	F	3502	FAW	N-O	NO	6	10,9	0,26	0,50	4,50	112	0,1
143	F	3603	FD	N-O	1 NO	6	45,2	0,17	0,50	4,50	210	0,4
144	F	3604	FD	S-W	1 SW	6	33,3	0,17	0,50	4,50	210	0,3
145	F	3602	FAW	N-O	NO	6	9,8	0,17	0,50	4,50	112	0,1
147	F	3703	FD	N-O	1 NO	6	17,3	0,17	0,50	4,50	210	0,2
148	F	3704	FD	S-W	1 SW	6	23,4	0,17	0,50	4,50	210	0,2
149	F	3705	FAW	S-W	SW	6	4,4	0,26	0,50	4,50	120	0,0
151	F	3802	FAW	N-O	NO	3	15,2	0,17	0,50	4,50	112	0,1
153	F	3902	FD	N-O	1 NO	3	61,4	0,17	0,50	4,50	210	0,6
154	F	3903	FD	S-W	1 SW	3	61,4	0,17	0,50	4,50	210	0,6
155	F	3900	FAW	S-O	SO	3	7,8	0,17	0,50	4,50	132	0,1
156	F	4005	FAW	N-W	NW	6	16,0	0,17	0,50	4,50	95	0,1
158	F	4102	FD	N-O	1 NO	6	60,9	0,17	0,50	4,50	210	0,6
159	F	4103	FD	S-W	1 SW	6	60,9	0,17	0,50	4,50	210	0,6
160	F	4104	FAW	N-W	NW	6	7,8	0,17	0,50	4,50	95	0,0
161	F	4203	FD	N-O	1 NO	3	3,2	0,17	0,50	4,50	210	0,0
162	F	4204	FD	S-W	1 SW	3	15,3	0,17	0,50	4,50	210	0,1
163	F	4205	FAW	S-W	SW	3	7,1	0,17	0,50	4,50	120	0,0
164	F	4206	FAW	N-W	NW	3	41,7	0,17	0,50	4,50	95	0,2
165	F	4303	FD	N-O	1 NO	4	4,6	0,17	0,50	4,50	210	0,0
166	F	4304	FD	S-W	1 SW	4	21,8	0,17	0,50	4,50	210	0,2
167	F	4305	FAW	S-W	SW	4	10,1	0,17	0,50	4,50	120	0,1
168	F	4403	FD	S-W	1 SW	4	19,8	0,17	0,50	4,50	210	0,2
169	F	4404	FAW	S-W	SW	4	10,6	0,17	0,50	4,50	120	0,1
170	F	4503	FD	N-O	1 NO	3	35,1	0,17	0,50	4,50	210	0,3
171	F	4504	FD	S-W	1 SW	3	8,7	0,17	0,50	4,50	210	0,1
172	F	4500	FAW	S-O	SO	3	40,2	0,17	0,50	4,50	132	0,3
173	F	4502	FAW	N-O	NO	3	12,1	0,17	0,50	4,50	112	0,1
176	F	4603	FD	N-O	1 NO	3	19,6	0,17	0,50	4,50	210	0,2
177	F	4703	FD	N-O	1 NO	3	25,9	0,17	0,50	4,50	210	0,3
178	F	4704	FD	S-W	1 SW	3	4,6	0,17	0,50	4,50	210	0,0
179	F	4803	FD	S-W	1 SW	3	18,0	0,17	0,50	4,50	210	0,2
180	F	4800	FAW	S-O	SO	3	11,5	0,17	0,50	4,50	132	0,1
182	F	4902	FAW	N-O	NO	6	5,2	0,17	0,50	4,50	112	0,0
183	F	4904	FAW	N-W	NW	6	46,3	0,17	0,50	4,50	95	0,2
184	F	4905	FAW	S-W	SW	6	20,9	0,17	0,50	4,50	120	0,1
188	F	5003	FAW	N-O	NO	6	12,0	0,26	0,50	4,50	112	0,1
189	F	5004	FAW	N-O	NO	6	24,6	0,17	0,50	4,50	112	0,1



190	F	5005	FAW	N-W	NW	6	7,3	0,26	0,50	4,50	95	0,0
191	F	5006	FAW	N-W	NW	6	40,8	0,17	0,50	4,50	95	0,2
192	F	5008	FAW	S-W	SW	6	5,2	0,17	0,50	4,50	120	0,0
											5.060,0	38,1

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

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

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

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

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

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

4.3 solare Wärmegewinne (Ref-No 5.4.3)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Fahrzeugha	-	-	-	-	-	-	-	-
<2> Büro/Semin	2.254	1.695	632	442	853	747	1.815	24.055
<3> Verkehrswe	587	376	153	94	163	198	475	7.171
<4> WC, Umklei	-	-	-	-	-	-	-	-
<5> Lager, Tec	53	30	13	7	12	17	41	647
<6> Klassenzim	7.597	5.183	2.045	1.343	2.345	2.452	6.055	85.012
<7> Turnhalle	420	242	105	58	92	143	342	5.521
über opake ...								
<1> Fahrzeugha	46	16	-	-	1	-	20	665
<2> Büro/Semin	27	16	-	-	1	-	16	334
<3> Verkehrswe	62	21	-	-	2	-	27	895
<4> WC, Umklei	34	17	-	-	1	-	19	426
<5> Lager, Tec	18	8	-	-	0	-	9	260
<6> Klassenzim	188	41	-	-	3	-	66	2.968
<7> Turnhalle	81	31	-	-	1	-	38	1.085
	11.367	7.677	2.948	1.945	3.474	3.558	8.923	129.038

5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2) (Ref-No 5.5.0)

Zone	A_B m²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Fahrzeughalle (41)	194	-	-	0,0	0,0
<2> Büro/Seminar (4)	364	35,0	2,9	0,0	37,9
<3> Verkehrswege (19)	698	-	-	0,0	0,0
<4> WC, Umkleide (16)	431	-	-	0,0	0,0
<5> Lager, Technik (20)	198	-	-	0,0	0,0
<6> Klassenzimmer (8)	2669	266,9	53,4	0,0	320,3
<7> Turnhalle (31)	426	25,6	-	0,0	25,6



⇒ WE-Betrieb ...

<2> Büro/Seminar (4)	-	-	0,0	0,0
<3> Verkehrswege (19)	-	-	0,0	0,0
<4> WC, Umkleide (16)	-	-	0,0	0,0
<5> Lager, Technik (20)	-	-	0,0	0,0
<6> Klassenzimmer (8)	-	-	0,0	0,0
<7> Turnhalle (31)	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
<1> Fahrzeughalle (41)	0,0	2,1	2,8	0,0	0,0
<2> Büro/Seminar (4)	0,0	10,9	0,1	0,0	0,0
<3> Verkehrswege (19)	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0
<4> WC, Umkleide (16)	0,0	8,6	6,1	0,9	0,0
<5> Lager, Technik (20)	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
<6> Klassenzimmer (8)	0,0	33,0	0,8	5,4	0,0
<7> Turnhalle (31)	0,0	13,7	6,1	0,0	0,0

AB = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.6.0)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	Σ H _T W/K	Σ H _v W/K	Σ H _{v,mech} W/K	Q _{sink} kWh/d	Q _{source} kWh/d	γ
<1> Fahrzeughalle (41)	191	74	66	71	0	0,002
<2> Büro/Seminar (4)	252	96	1006	287	76	0,267
<3> Verkehrswege (19)	296	145	0	191	13	0,067
<4> WC, Umkleide (16)	122	1063	0	556	18	0,033
<5> Lager, Technik (20)	105	48	0	64	1	0,009
<6> Klassenzimmer (8)	998	710	3403	1253	435	0,347
<7> Turnhalle (31)	280	383	0	325	49	0,152

Zone	C _{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
<1> Fahrzeughalle (41)	50	331	29,36	2,83	1,000	
<2> Büro/Seminar (4)	50	1353	13,46	1,84	0,934	0,999
<3> Verkehrswege (19)	50	441	79,18	5,95	1,000	1,000
<4> WC, Umkleide (16)	50	1186	18,18	2,14	0,999	1,000



<5> Lager, Technik (20)	50	153	64,60	5,04	1,000	1,000
<6> Klassenzimmer (8)	50	5111	26,11	2,63	0,959	1,000
<7> Turnhalle (31)	50	663	32,12	3,01	0,997	1,000

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

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

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

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

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

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

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

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

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

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.7.0)

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	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
$T_{i,2}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i,3}$	°C	16,3	16,3	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,4}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,5}$	°C	16,3	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,6}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5
$T_{i,7}$	°C	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9	20,9	20,9	20,8	20,6	20,4	20,3
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
$T_{i,2}$	°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	14,2	14,4	14,9	15,6	16,5	16,9	17,3	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
$T_{i,4}$	°C	17,6	17,8	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,1	17,6
$T_{i,5}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
$T_{i,6}$	°C	17,5	17,7	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,5
$T_{i,7}$	°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

7.1 Zone <1> Fahrzeughalle (41)

(Ref-No 5.7.1)

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 (100,0%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 12,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		-	1,085	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,591
t_h	h	-	217	720	744	744	672	744	3.949
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	66	1.229	1.951	1.916	1.550	1.074	7.819
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	-	354	1.084	1.574	1.560	1.293	1.035	7.284
Q_V	kWh	-394	-176	223	466	460	353	182	-929
Q_S^*	kWh	-	17	-	-	1	-	20	142
Q_I^*	kWh	-	109	126	151	151	130	126	892

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

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

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

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

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

7.2 Zone <2> Büro/Seminar (4)

(Ref-No 5.7.2)

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 37,9 \text{ kWh/d}$

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}		0,495	0,780	0,922	0,951	0,934	0,930	0,843	0,642
$\eta_{source,WE}$		0,576	0,926	0,999	1,000	0,999	0,999	0,967	0,682
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	387	714	312	323	323	291	323	3.916
t_h	h	6	744	720	744	744	672	744	4.867
$Q_{h,b,RE}$	kWh	10	1.692	3.494	4.890	4.562	3.857	2.738	22.388
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	582	882	743	624	204	3.035
Q_T	kWh	1.097	1.945	2.767	3.400	3.383	2.918	2.757	22.814
Q_V	kWh	215	1.505	2.822	3.787	3.692	3.121	2.649	16.141
Q_S^*	kWh	1.188	1.413	598	428	815	711	1.616	12.513
Q_I^*	kWh	484	798	933	1.013	971	859	850	7.719

7.3 Zone <3> Verkehrswege (19)

(Ref-No 5.7.3)

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,948	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,733
$\eta_{source,WE}$		0,913	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,716



$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	203	405	599	619	619	559	619	4.453
t_h	h	337	744	720	744	744	672	744	5.310
$Q_{h,b,RE}$	kWh	199	1.599	3.067	3.913	3.830	3.243	2.763	20.039
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	115	438	752	714	556	273	2.848
Q_T	kWh	527	1.512	2.517	3.247	3.226	2.750	2.480	18.426
Q_V	kWh	258	740	1.231	1.588	1.578	1.345	1.213	9.011
Q_S^*	kWh	608	397	153	94	165	198	502	4.161
Q_I^*	kWh	145	158	154	159	159	142	157	1.357

7.4 Zone <4> WC, Umkleide (16) (Ref-No 5.7.4)

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$
 Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,995
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	209	372	370	382	382	345	382	3.313
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.337
$Q_{h,b,RE}$	kWh	3.648	6.651	9.391	11.491	11.427	9.869	9.343	76.634
$Q_{h,b,WE}$	kWh	64	126	349	500	492	409	322	2.455
Q_T	kWh	537	952	1.353	1.663	1.655	1.427	1.349	11.160
Q_V	kWh	3.449	6.116	8.699	10.690	10.637	9.175	8.669	71.732
Q_S^*	kWh	34	17	–	–	1	–	19	423
Q_I^*	kWh	239	279	335	393	391	340	335	3.474

7.5 Zone <5> Lager, Technik (20) (Ref-No 5.7.5)

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3 \text{ °C}$ 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	0,887
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,881
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	41	118	170	176	176	159	176	1.213
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.318
$Q_{h,b,RE}$	kWh	183	651	1.100	1.383	1.368	1.169	1.056	7.694
$Q_{h,b,WE}$	kWh	14	93	200	304	298	242	172	1.388
Q_T	kWh	187	537	894	1.152	1.145	976	880	6.540
Q_V	kWh	85	244	406	523	520	443	400	2.968
Q_S^*	kWh	71	38	13	7	12	17	50	697
Q_I^*	kWh	4	4	4	4	4	3	4	39

**7.6 Zone <6> Klassenzimmer (8)**

(Ref-No 5.7.6)

Regelbetrieb (54,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5\text{ °C}$ und $Q_I = 320,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (45,2%)

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}		0,618	0,809	0,942	0,966	0,959	0,952	0,891	0,672
$\eta_{source,WE}$		0,792	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,747
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	2.868	2.364	2.288	2.364	2.364	2.136	2.364	24.873
t_h	h	1	744	720	744	744	672	744	4.763
$Q_{h,b,RE}$	kWh	7	4.330	10.731	15.146	14.335	11.868	8.396	69.263
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	762	4.642	6.688	6.158	5.004	2.599	25.853
Q_T	kWh	4.241	7.522	10.698	13.148	13.083	11.285	10.662	88.223
Q_V	kWh	2.226	7.098	11.994	15.640	15.326	13.045	11.482	78.963
Q_S^*	kWh	5.423	4.669	1.979	1.318	2.295	2.387	5.750	48.254
Q_I^*	kWh	3.619	4.923	5.577	5.944	5.865	5.240	5.406	47.906

7.7 Zone <7> Turnhalle (31)

(Ref-No 5.7.7)

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,3\text{ °C}$ und $Q_I = 25,6\text{ kWh/d}$

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}		0,932	0,987	0,996	0,997	0,997	0,996	0,993	0,886
$\eta_{source,WE}$		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,915
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	226	377	365	377	377	341	377	3.744
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.271
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.240	3.076	4.766	5.977	5.909	5.038	4.514	34.877
$Q_{h,b,WE}$	kWh	189	556	1.057	1.390	1.362	1.139	934	7.047
Q_T	kWh	1.242	2.203	3.133	3.851	3.832	3.305	3.123	25.841
Q_V	kWh	1.454	2.579	3.668	4.508	4.485	3.869	3.656	30.248
Q_S^*	kWh	477	271	105	58	93	143	378	5.340
Q_I^*	kWh	790	898	942	1.026	1.018	903	954	9.712

7.8 Summe Heizwärmebedarf

(Ref-No 5.7.8)

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
<1> Fahrzeughalle (	7.285	-929	142	892	7.819	40,3
<2> Büro/Seminar (4	22.815	16.141	12.513	7.719	25.424	69,8
<3> Verkehrswege (1	18.426	9.011	4.161	1.358	22.887	32,8
<4> WC, Umkleide (1	11.160	71.732	423	3.474	79.088	183,4
<5> Lager, Technik	6.540	2.968	697	39	9.083	45,8
<6> Klassenzimmer (	88.223	78.963	48.254	47.906	95.116	35,6
<7> Turnhalle (31)	25.841	30.248	5.340	9.712	41.924	98,4
	180.289	208.135	71.530	71.099	281.342	56,5



9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

(Ref-No 5.9.0)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

(Ref-No 5.9.1)

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
<1> Fahrzeughalle (41)	-	003 RLT-Anlage	VE rec60	15,0
<2> Büro/Seminar (4)	mT	014 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2
<6> Klassenzimmer (8)	mT	014 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2

Zone <1> RLT-Anlage (003) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 194 / 194 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <2> RLT-Anlage (014) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 5462 / 5462 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <6> RLT-Anlage (014) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 26689 / 26689 \text{ m}^3/\text{h}$, 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

(Ref-No 5.9.2)

	$V_{\text{mech, m}}$ m^3/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{V, \text{SUP}}$ kW	$P_{V, \text{ETA}}$ kW	W_v, Jan kWh
<1> Fahrzeughalle (41)	194	744	0,08	0,05	100
<2> Büro/Seminar (4)	5462	276	2,28	1,52	1.047
<6> Klassenzimmer (8)	26689	153	11,12	7,41	2.834

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Fahrzeughal	97	100	97	100	100	91	100	1.183
<2> Büro/Semina	1.013	1.047	1.013	1.047	1.047	946	1.047	12.326
<6> Klassenzimm	2.741	2.834	2.741	2.834	2.834	2.560	2.834	33.363
	3.852	3.981	3.852	3.981	3.981	3.596	3.981	46.872

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

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

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

W_v = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

(Ref-No 5.9.3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

**9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung**

(Ref-No 5.9.4)

nicht vorgesehen

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

(Ref-No 5.9.5)

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

(Ref-No 5.9.6)

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

(Ref-No 5.10.0)

10.1 Tageslichtbereiche

(Ref-No 5.10.1)

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (37), 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	Em lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
1 A 0201 FAW N-W	N-W 2	500	192,4	37,9	gut	80
2 A 0202 FAW S-W	S-W 2	500	13,9	4,1	gut	83
3 A 0904 FAW N-W	N-W 5	100	12,1	3,9	gut	94
4 A 0805 FAW N-W	N-W 3	100	26,3	5,9	mittel	92
5 A 1703 FAW N-O	N-O 7	300	95,7	30,5	gut	94
6 A 1804 FAW N-W	N-W 6	300	31,5	13,1	gut	96
7 A 1806 FAW S-W	S-W 6	300	36,4	14,4	gut	91
8 A 1814 FAW S-O	S-O 6	300	17,4	5,0	mittel	89
9 A 1817 FAW N-O	N-O 6	300	38,6	16,6	gut	96
10 A 1902 FAW	- 6	300	37,1	14,2	gut	88
11 A 1904 FAW	- 6	300	49,0	14,2	gut	88
12 A 2002 FAW N-W	N-W 6	300	45,9	14,4	gut	94
13 A 2006 FAW S-W	S-W 6	300	33,9	10,9	gut	91
14 A 2402 FAW S-O	S-O 2	500	164,7	29,7	gut	81
15 A 2407 FAW S-W	S-W 2	500	106,5	26,4	gut	85
16 A 2602 FAW N-O	N-O 6	300	65,6	13,7	mittel	90
17 A 2606 FAW S-W	S-W 6	300	65,6	17,6	gut	90
18 A 2802 FAW N-O	N-O 6	300	65,6	17,6	gut	94
19 A 2806 FAW S-W	S-W 6	300	65,6	13,7	mittel	88



20	A	3002	FAW	N-O	N-O	6	300	61,2	17,7	gut	95
21	A	3006	FAW	S-W	S-W	6	300	59,1	18,3	gut	92
22	A	3202	FAW	N-O	N-O	6	300	61,2	18,3	gut	96
23	A	3206	FAW	S-W	S-W	6	300	59,1	17,7	gut	91
24	A	3405	FAW	S-W	S-W	6	300	28,5	10,7	gut	91
25	A	3502	FAW	N-O	N-O	6	300	30,6	11,1	gut	95
26	A	3602	FAW	N-O	N-O	6	300	28,5	11,1	gut	96
27	A	3705	FAW	S-W	S-W	6	300	13,9	6,5	gut	92
28	A	4005	FAW	N-W	N-W	6	300	37,1	12,4	gut	95
29	A	4500	FAW	S-O	S-O	3	100	0,0	3,0	keine	43
30	A	4502	FAW	N-O	N-O	3	100	27,1	4,2	gering	80
31	A	4800	FAW	S-O	S-O	3	100	0,0	4,9	keine	51
32	A	4902	FAW	N-O	N-O	6	300	12,4	3,6	gut	93
33	A	4904	FAW	N-W	N-W	6	300	32,8	9,2	gut	93
34	A	4905	FAW	S-W	S-W	6	300	60,9	20,7	gut	92
35	A	5004	FAW	N-O	N-O	6	300	91,3	28,3	gut	96
36	A	5006	FAW	N-W	N-W	6	300	50,9	7,5	mittel	87
37	A	5008	FAW	S-W	S-W	6	300	12,4	3,6	gut	90

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
<1> Fahrzeughalle (41)	194	-	194
<2> Büro/Seminar (4)	364	477	-113
<3> Verkehrswege (19)	698	53	645
<4> WC, Umkleide (16)	431	-	431
<5> Lager, Technik (20)	198	12	186
<6> Klassenzimmer (8)	2669	1.192	1.477
<7> Turnhalle (31)	426	96	330

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

(Ref-No 5.10.2)

Bereich	c_{TL} $c_{TL,kon}$			FTL						
				Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %	
1 A 0201 FAW N-W	2	80	52	65	60	56	53	52	51	
2 A 0202 FAW S-W	2	83	52	63	58	54	52	50	50	
3 A 0904 FAW N-W	5	94	60	52	45	40	37	34	34	
4 A 0805 FAW N-W	3	92	55	57	51	47	44	41	41	
5 A 1703 FAW N-O	7	94	60	52	45	40	37	34	34	
6 A 1804 FAW N-W	6	96	60	51	44	39	35	33	33	
7 A 1806 FAW S-W	6	91	60	53	47	42	39	36	36	
8 A 1814 FAW S-O	6	89	55	58	52	48	45	43	43	
9 A 1817 FAW N-O	6	96	60	51	44	39	35	33	32	



10	A	1902	FAW	6	88	60	55	49	44	41	39	38
11	A	1904	FAW	6	88	60	55	49	44	41	39	39
12	A	2002	FAW N-W	6	94	55	56	50	45	42	40	40
13	A	2006	FAW S-W	6	91	60	54	47	42	39	37	36
14	A	2402	FAW S-O	2	81	52	64	59	55	53	51	51
15	A	2407	FAW S-W	2	85	57	59	53	49	46	44	44
16	A	2602	FAW N-O	6	90	55	58	52	47	44	43	42
17	A	2606	FAW S-W	6	90	55	58	52	47	44	42	42
18	A	2802	FAW N-O	6	94	55	56	50	45	42	40	40
19	A	2806	FAW S-W	6	88	55	59	53	49	46	44	43
20	A	3002	FAW N-O	6	95	60	52	45	40	36	34	34
21	A	3006	FAW S-W	6	92	60	53	47	42	38	36	36
22	A	3202	FAW N-O	6	96	60	51	44	39	35	33	33
23	A	3206	FAW S-W	6	91	60	54	47	42	39	37	36
24	A	3405	FAW S-W	6	91	60	53	47	42	39	36	36
25	A	3502	FAW N-O	6	95	60	51	44	39	36	34	33
26	A	3602	FAW N-O	6	96	60	51	44	39	36	33	33
27	A	3705	FAW S-W	6	92	60	53	46	41	38	36	35
28	A	4005	FAW N-W	6	95	60	52	45	40	36	34	34
29	A	4500	FAW S-O	3	43	50	82	79	77	76	75	75
30	A	4502	FAW N-O	3	80	50	66	61	58	55	54	53
31	A	4800	FAW S-O	3	51	50	78	75	73	71	70	70
32	A	4902	FAW N-O	6	93	55	56	50	46	43	41	40
33	A	4904	FAW N-W	6	93	55	57	51	46	43	41	40
34	A	4905	FAW S-W	6	92	60	53	47	42	38	36	36
35	A	5004	FAW N-O	6	96	60	51	44	39	36	33	33
36	A	5006	FAW N-W	6	87	55	59	54	49	47	45	44
37	A	5008	FAW S-W	6	90	55	58	52	48	45	43	42

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

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

FTL = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

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

10.3 Kunstlichtversorgung

(Ref-No 5.10.3)

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (7)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E _m lx	Lampen	p _j W/m ²	f _{Prä} m ²	t _{T, TL} h/m	t _{T, KTL} h/a	t _N h/a	Q _{l, b} kWh/m
1 <1> Fahrzeughalle	1	150	8-1-1	1,6	0,70	0	3085	3047	162
2 <2> Büro/Seminar	2	500	8-1-1	6,0	0,53	71	1335	109	231
3 <3> Verkehrswege	3	100	8-1-1	1,6	0,60	80	1526	124	158
4 <4> WC, Umkleide	4	200	8-1-1	3,3	0,55	0	1399	114	182
5 <5> Lager, Techni	5	100	8-1-1	1,2	0,07	8	175	14	4
6 <6> Klassenzimmer	6	300	8-1-1	3,2	0,76	49	1068	0	623
7 <7> Turnhalle (31	7	300	8-1-1	3,3	0,71	79	1794	887	290

1650

8-1-1 (0,53): LED-Ersatzlampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 5.087 m²

Präsenzmelder: Zonen 2/6/7/, Konstantlichtregelung: nein



10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Q_f

(Ref-No 5.10.4)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Fahrzeughalle	63	65	63	65	65	59	65	763
<2> Büro/Semin	199	218	230	257	231	194	202	2.471
<3> Verkehrswe	152	158	153	159	158	142	157	1.854
<4> WC, Umklei	177	182	177	182	182	165	182	2.148
<5> Lager, Tec	4	4	4	4	4	3	4	44
<6> Klassenzim	512	548	552	595	560	489	526	6.308
<7> Turnhalle	276	288	282	295	290	259	284	3.365
	1.381	1.463	1.459	1.558	1.491	1.311	1.420	16.954

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)

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

(Ref-No 5.11.0)

11.1 Kühlenergiebedarf

(Ref-No 5.11.1)

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q _{sink}	Q _{source}	γ	c _{wirk}	τ	η
<1> Fahrzeughalle (41)	32	6	0,185	50,000	29,36	0,993
<2> Büro/Seminar (4)	25	147	5,879	50,000	13,46	0,165
<3> Verkehrswege (19)	32	48	1,525	50,000	79,18	0,636
<4> WC, Umkleide (16)	85	12	0,136	50,000	18,18	0,988
<5> Lager, Technik (20)	11	5	0,447	50,000	64,60	0,990
<6> Klassenzimmer (8)	123	757	6,152	50,000	26,11	0,161
<7> Turnhalle (31)	48	75	1,572	50,000	32,12	0,565

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
<1> Fahrzeughalle	-	-	-	-	-	0	1	3
<2> Büro/Semin	60	96	90	328	1.169	2.310	3.201	16.884
<3> Verkehrswe	-	-	-	-	1	16	119	667
<4> WC, Umklei	-	-	-	-	0	1	1	7



<5> Lager, Tec	-	-	-	-	-	-	0	1
<6> Klassenzim	213	280	307	997	3.906	8.624	11.799	61.157
<7> Turnhalle	2	2	2	5	35	145	347	1.759

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 $Q_{C,\text{max}}$ (Ref-No 5.11.2)

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

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{C,\text{max, Juli}}$ kW	$Q_{C,\text{max, Sept}}$ kW	techn. gekühlt
<1> Fahrzeughalle (41)	24	0,4	-1,2	nein
<2> Büro/Seminar (4)	13	28,3	22,3	nein
<3> Verkehrswege (19)	13	9,2	4,9	nein
<4> WC, Umkleide (16)	13	2,5	-3,2	nein
<5> Lager, Technik (20)	13	1,2	0,2	nein
<6> Klassenzimmer (8)	9	132,2	93,2	nein
<7> Turnhalle (31)	17	10,3	4,4	nein
		184,1	120,6	

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

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

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8) (Ref-No 5.12.0)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser (Ref-No 5.12.1)

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b, Jan}$ kWh/M
<1> Fahrzeughalle (4)	nicht relevant			-
<2> Büro/Seminar (4)	nicht relevant			-
<3> Verkehrswege (19)	nicht relevant			-
<4> WC, Umkleide (16)	Schule ohne Dus	0,170 m ²	Klassenräu 431	1.556 c
<5> Lager, Technik (20)	nicht relevant			-
<6> Klassenzimmer (8)	Schule ohne Dus	0,170 m ²	Klassenräu 2669	7.707 c
<7> Turnhalle (31)	nicht relevant			-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}



12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

(Ref-No 5.12.2)

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f _{zapf}	Q _{w,b} kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	4/6/	1,00	109.067
2			

12.3 Verteilungsnetze

(Ref-No 5.12.3)

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

Verteilssystem: dezentral mit 39 Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichltg. (St)
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6			
Leitungslängen l _i	0 m	0 m	234 m
Wärmedurchgangskoeffizient U _i			0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$			26,3 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$			19,9 °C

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6								
Q _{w,b} kWh	8.964	9.263	8.964	9.263	9.263	8.367	9.263	109.067
Q _{w,d,St} kWh	167	180	183	195	195	174	188	2.121
Q _{w,d} kWh	167	180	183	195	195	174	188	2.121
Q _{I,w,d} kWh	167	180	183	195	195	174	188	2.121

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

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

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

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

W_{w,d} = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(Ref-No 5.12.4)

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

nicht vorhanden

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.5)

nicht vorgesehen

**12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung**

(Ref-No 5.12.6)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/6									
$Q_{w,outg}$	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.7)

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(Ref-No 5.12.8)

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

Wärmeerzeuger 21 elektronisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 255,9 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 100,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0000$ kWNutzwärmeabgabe 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 4/6									
$Q_{w,outg}$	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189
$Q_{w,f}$	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf**12.9 Endenergie Warmwasserbereitung**

(Ref-No 5.12.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189
$Q_{w,f}$	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189
$W_{w,f}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Strom-Mix	kWh	9.131	9.444	9.148	9.458	9.458	8.541	9.452	111.189
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	
$Q_{I,w,<6>}$	kWh/d	4,8	5,0	5,3	5,4	5,4	5,4	5,2	

 $Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung $W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / SpeicherverlusteUnregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt**13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)**

(Ref-No 5.13.0)



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

(Ref-No 5.13.1)

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Fahrzeughalle (41)	4,6	0,9	189	0,6	6,1
<2> Büro/Seminar (4)	8,1	1,5	5459	23,8	33,3
<3> Verkehrswege (19)	9,5	2,3	0	0,0	11,8
<4> WC, Umkleide (16)	3,9	17,0	0	0,0	20,9
<5> Lager, Technik (20)	3,4	0,8	0	0,0	4,1
<6> Klassenzimmer (8)	31,9	11,4	26727	116,3	159,6
<7> Turnhalle (31)	9,0	6,1	0	0,0	15,1

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

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

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

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

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

(Ref-No 5.13.2)

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr		1/4/7/	128.832	42,1	46,3
2 Fußbodenheizung Nasssystem		2/6/	120.540	193,0	212,3
3					

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b,<1>}$	kWh	5.141	10.474	16.792	21.310	21.106	18.005	16.188	128.832
$Q_{h,b,<2>}$	kWh	17	6.784	19.449	27.606	25.797	21.355	13.938	120.540

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

(Ref-No 5.13.3)

(1) Bereich "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Leitzone <4> WC, Umkleide (16)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_h <4>	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.337
$t_{h,rL,d}$ <4>	h/d	13	13	16	18	17	17	16	



$d_{h,rB} <4>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	264
$t_{h,rL} <4>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.924

(2) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <2> Büro/Seminar (4)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <2>$	h/m	6	744	720	744	744	672	744	4.867
$t_{h,rL,d} <2>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <2>$	d/m	0	23	24	26	26	23	25	164
$t_{h,rL} <2>$	h/m	2	308	389	462	460	400	391	2.619

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

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

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

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

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(Ref-No 5.13.4)

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

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,7%)

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

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

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

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	5.141	10.474	16.792	21.310	21.106	18.005	16.188	128.832
$Q_{h,ce}$	kWh	1.462	1.736	1.893	2.020	2.011	1.796	1.892	18.975
(2) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	17	6.784	19.449	27.606	25.797	21.355	13.938	120.540
$Q_{h,ce}$	kWh	5	1.250	2.439	2.911	2.734	2.370	1.812	14.528
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	6.626	20.244	40.574	53.847	51.648	43.525	33.831	282.874

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

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

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



13.5 Heizwärmeverteilung

(Ref-No 5.13.5)

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

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

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3
Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 989,5 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M.
= 3,75 m, 3 Geschosse, $L_{char} = 125,6 \text{ m}$.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 41 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe , P_{Pumpe} unbekannt

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 3094,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,75 m, 3 Geschosse.

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

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 68 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe , P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	270,3 m	96,5 m	68,5 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	183,0 m	68,8 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr								
$\beta_{h,d}$	0,22	0,39	0,62	0,74	0,74	0,70	0,58	
$\theta_{VL,av}$ °C	31,5	37,5	44,4	48,1	47,9	46,8	43,3	
$\theta_{RL,av}$ °C	28,4	32,6	37,5	40,1	40,0	39,2	36,7	
$Q_{h,d}$ kWh	362	561	931	1.246	1.235	1.037	899	7.364
$W_{h,d}$ kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$ kWh	114	195	343	469	464	388	329	2.773

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,6 \text{ %}$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 1,0 \text{ %}$

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

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

$\beta_{h,d}$		0,02	0,06	0,16	0,21	0,20	0,18	0,11	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,4	22,0	23,6	24,4	24,2	24,0	22,9	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,2	21,5	22,3	22,7	22,6	22,5	21,9	
$Q_{h,d}$	kWh	1	108	162	208	203	173	151	1.080
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	10	20	29	28	23	16	133

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,0 \%$ Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach GrundflächenanteilenMittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9 $Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52) $Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen $W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(Ref-No 5.13.6)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	6.965	12.771	19.616	24.576	24.352	20.838	18.979	155.171

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	23	8.142	22.050	30.725	28.734	23.897	15.901	136.147

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

(Ref-No 5.13.7)

Heizbereiche (2)

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 2017$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °CBereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 3,3$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$ Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 133$ W $Q_{h,s} = f_{con} \cdot (\theta_{h,s} - \theta_u) / 45 \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S}$ = Speicherverluste (Gl.68) $Q_{l,h,s} = Q_{h,s}$ bei Aufstellung im beheizten Bereich (unregelmäßige Wärmeeinträge, Gl.69) $W_{h,s} = P_{Pumpe} \cdot \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{mth} / 1000$ = Hilfsenergiebedarf (Gl.71)

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	21	22	23	24	23	23	22	
$Q_{h,s}$	kWh	22	24	27	29	29	26	26	206
$W_{h,s}$	kWh	2	6	15	21	20	16	11	98

**13.8 solare Heizungsunterstützung**

(Ref-No 5.13.8)

nicht vorgesehen

13.9 Heizungsärmepumpen

(Ref-No 5.13.9)

Heizbereiche (1) (2)

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

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010 , Heizungsärmepumpe, 46,3 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d

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

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

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

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

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

Nachheizung mit 2. Wärmeezeuger

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe 2, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010 , Heizungsärmepumpe, 212,3 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d

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

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

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

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

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

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

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

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit $Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f, bu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung $Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf**Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 2,33**

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	6.965	12.771	19.616	24.576	24.352	20.838	18.979	155.171
COP		2,74	2,26	2,33	2,31	2,20	2,33	2,32	
$t_{ON,g,d}$	h/d	5,1	8,7	15,4	18,4	17,4	17,8	15,0	
$Q_{h,f}$	kWh	2.973	5.124	7.689	8.928	8.813	7.830	7.737	60.034
$Q_{h,f, bu}$	kWh	-	1.106	1.478	3.884	4.751	2.487	840	15.222
$Q_{h,in}$	kWh	3.993	6.541	10.449	11.765	10.788	10.522	10.402	79.915

Wärmepumpe 2, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,42

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	46	8.166	22.076	30.754	28.763	23.923	15.927	136.353
COP		4,67	4,00	3,66	3,42	3,44	3,45	3,67	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,0	1,3	3,9	5,7	5,4	4,9	2,8	
$Q_{h,f}$	kWh	11	2.172	6.249	9.253	8.690	7.156	4.541	39.892
$Q_{h,in}$	kWh	34	5.995	15.827	21.502	20.072	16.766	11.386	96.461

**13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger**

(Ref-No 5.13.10)

Heizbereiche (2)(2) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 2/6 ($A_{NGF} = 3.033 \text{ m}^2$)

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

13.11 Endenergie Heizwärme

(Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	2.984	7.296	13.938	18.181	17.503	14.987	12.278	99.927
W_h	kWh	2	6	15	21	20	17	11	98
eco-Strom	kWh	2.984	7.296	13.938	18.181	17.503	14.987	12.278	99.927
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,7	1,2	2,1	2,8	2,8	2,6	2,0	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	1,6	2,6	4,7	6,2	6,1	5,7	4,3	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,0	0,3	0,6	0,8	0,8	0,7	0,5	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	1,5	2,5	4,6	6,1	6,1	5,6	4,3	

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.14.0)

14.1 Stromerzeugende Systeme

(Ref-No 5.14.1)

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

(Ref-No 5.14.2)

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
eco-Strom	Heizwärme	1/2/4/6/7/	99.927	1,80	1,00	179.868
Strom-Mix	Warmwasser	4/6/	111.189	1,80	1,00	200.139



Strom-Mix	Beleuchtung	*	16.954	1,80	1,00	30.517
Strom-Mix	Hilfsenergie		46.970	1,80	1,00	84.545
Σ [kWh/Jahr]			275.038			495.069

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 495.069 / 4.981 = 99,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{NGF} = 4.981 \text{ m}^2$)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 9,4 kWh/(m²a), eco-Strom 20,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 25,7 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m²a)
eco-Strom	99.927	560	55.959	
Strom-Mix	111.189	560	62.266	
Strom-Mix	16.954	560	9.494	
Strom-Mix	46.970	560	26.303	
Σ			154.022	30,9

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 (Ref-No 5.14.3)

siehe Abschnitt Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> Fahrzeughalle	194	-	764	-	-	3.644	4.408
<2> Büro/Seminar	364	-	2.471	-	-	8.414	10.886
<3> Verkehrswege	698	-	1.854	-	-	-	1.854
<4> WC, Umkleide	431	-	2.148	-	18.681	36.857	57.685
<5> Lager, Techni	198	-	44	-	-	-	44
<6> Klassenzimmer	2.669	-	6.308	-	92.508	31.479	130.294
<7> Turnhalle (31	426	-	3.365	-	-	19.534	22.899
Gebäude	4.981	-	16.954	-	111.188	99.926	228.067

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 (Ref-No 5.14.4)

RLT Beleucht. Klima Warmwasser Heizung Summe



	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	9,4	3,4	0,0	21,9	50,1	84,8
Endenergiebedarf	9,4	3,4	0,0	22,3	20,1	55,2
Primärenergiebedarf	16,9	6,1	0,0	40,2	36,1	99,4

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

15.0 Nachweise

(Ref-No 5.15.0)

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "Gebäude-GEG2020-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

(Ref-No 5.15.1)

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte"

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

(Ref-No 5.15.2)

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18

zul $q_{P,REF} = 143,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 143,8 - 25\% = 107,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18

vorh $q_P = 495.069 / 4980,8 = 99,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 99,4 \leq 107,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

(Ref-No 5.15.3)

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien

(detaillierter Nachweis siehe Abs. 17)

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

17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien

(Ref-No 5.17.0)

17.1 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG 2011 / 2014

(Ref-No 5.17.1)



Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = $211115 + 0 + 176376 + 0 = 387.491 \text{ kWh/Jahr}$ (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [Hzg-WP]	276.303	71,3 %	50,0 %	142,6 %
				142,6 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

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

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs-
				erzielt	gefordert	anteil
HT' - Wert	W/(m²K)	0,37	0,28	25,0 %	30,0 %	83,4 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 226,0 % $\geq$ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem EEWärmeG 2011 / 2014 **werden erfüllt**