

Ing.-Büro für techn. Akustik und Bauphysik · Wellinghofer Amtsstr. 4 · 44265 Dortmund

GEG
ENERGETISCHE BERECHNUNG GEMÄSS
GEBÄUDEENERGIEGESETZ
NEUBAU EINES FEUERWEHRGERÄTEHAUSES
FEUERWEHR HATTINGEN - WACHE NORD
BLANKENSTEINERSTRASSE
45527 HATTINGEN

BNr. 7874-3 M 2024

Neues Nichtwohngebäude
Wärmeschutznachweis GEG
Anforderungen gemäß §§ 18, 19
Nachweis sommerlicher Wärmeschutz § 14
Nachweis erneuerbare Energie § 34 ff

Bauherr: Stadt Hattingen
Hüttenstraße 43

45525 Hattingen

Planung: stiller architekten planungsgesellschaft mbH
Essener Straße 53a

45529 Hattingen

Umfang 50 Seiten

Bearbeitung Dipl.-Ing. Architekt Markus Motz

Dortmund, 18. März 2024/ kk



Wellinghofer Amtsstr. 4
44265 Dortmund
Telefon 0231 948017-0
Telefax 0231 948017-23
e-Mail itab@itab.de
Internet www.itab.de

Geschäftsführer:
Christian Hammel Dipl.-Ing. (FH)
Markus Motz Dipl.-Ing. Architekt

Amtsgericht Dortmund
HRB 11631

Stadtparkasse
Dortmund
IBAN
DE69 4405 0199 0301 0146 19
BIC
DORTDE33XXX

Inhalt	Blatt
1. OBJEKT UND AUFGABENSTELLUNG	3
2. GRUNDLAGEN	4
3. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER BERECHNUNG	5
4. KONSTRUKTION	6
5. GEBÄUDETECHNIK	7
6. LUFTDICHTIGKEIT	8
7. SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ	9
8. NUTZUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEEN	11
9. NACHWEIS GEG 2020	12
10. BAUTEILBERECHNUNG	13
11. GEBÄUDEBERECHNUNG	23
12. ZONIERUNG	48
13. ERGEBNISTABELLE SWS	50

1. OBJEKT UND AUFGABENSTELLUNG

Die Stiller Architekten Planungsgesellschaft mbH plant für die Stadt Hattingen den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses, Feuerwehr Hattingen – Wache Nord in der Blankensteinerstraße in 45527 Hattingen.

Das zweigeschossige Gebäude wird in Holztafelbauweise errichtet.

Im Rahmen des nachfolgenden GEG-Nachweises ist die Einhaltung der Anforderungen gemäß GEG, §§ 18 und 19 ‚Gesamtenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz‘ für das Nichtwohngebäude nachzuweisen.

Dies beinhaltet neben dem Nachweis des Primärenergiebedarfs sowie der Höchstwertanforderung an den U-Wert der Außenwand-Bauteile auch den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes für einen maßgebenden Raum (§ 14 GEG) sowie den Nachweis über die Einhaltung der Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien (§ 34 ff).

Die Novellierung des Gebäudeenergiegesetz GEG2020 ist seit 01.01.2024 in Kraft und gilt für Gebäude, für die der Bauantrag nach diesem Datum gestellt wird.

2. GRUNDLAGEN

- a) Planunterlagen von Stiller Architekten Planungsgesellschaft mbH zur Verfügung gestellt, Planstand: LPIII, 19.02.2024
- b) Haustechnikangaben Ingenieurbüro Eversmann per E-Mail
- c) GEG 2020, ab 01.01.2024
- d) DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden -
- e) DIN V 4108-2:2013 - Mindestanforderung an den Wärmeschutz -
- f) DIN EN ISO 6946:2007 - Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient -
- g) DIN EN ISO 13789:2007 - Spezifischer Transmissionswärmeverlust Koeffizient -
- h) DIN EN ISO 13370:2007 - Wärmeübertragung über das Erdreich -
- i) DIN EN ISO 10077-1:2007 - Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Anschlüssen –

Alle Normen und Richtlinien (Quelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin) in der jeweiligen gültigen Fassung.

3. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER BERECHNUNG

Das Feuerwehrgerätehaus als Nichtwohngebäude wird anhand der vorgelegten Planung sowie weiterer Festlegungen im Referenzwertverfahren für den öffentlich/rechtlichen Nachweis nach GEG, §§ 18 und 19 i. V. m. Anlage 2 zur Begrenzung des Jahresprimärenergiebedarfs und des spezifischen Transmissionsverlustes der thermischen Hülle nach DIN V 18599:2018 als zonierte Modell im Verfahren für Nichtwohngebäude nachgewiesen.

Zusätzlich zu der hier vorliegenden Berechnung zum GEG können weitere Nachweise zum Feuchte- und Wärmeschutz notwendig werden. Hierbei handelt es sich insbesondere um Nachweise des Mindestwärmeschutzes im Bereich von Wärmebrücken sowie Dampfdiffusionsnachweise, die bei Bedarf gesondert zu führen sind.

Es wurde in der Bilanzierung kein Gleichwertigkeitsnachweis nach DIN 4108, Beiblatt 2 berücksichtigt. Daher gilt der pauschale Wärmebrückenbeiwert von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Die genauen Berechnungsschritte können der im Folgenden beigefügten detaillierten Berechnung entnommen werden. Die Bedarfsberechnung erfolgt im Programm ‚Dämmwerk 2024‘ in der aktuellsten Programmversion. Die thermische Hülle entspricht dem gesamten Feuerwehrgerätehaus.

Unterer thermischer Abschluss ist die Bodenplatte, oberer thermischer Abschluss bilden jeweils die Dachflächen über der Fahrzeughalle bzw. dem 2. Obergeschoss des Sozialtraktes. Das Gebäude verfügt im Bereich der Aufenthaltsräume über 2 Vollgeschosse.

4. KONSTRUKTION

Das Gebäude ist in Holztafelweise geplant und verfügt über tragende massive Holztafelkonstruktionen mit vorgesetzter Dämmebene. Die Bauteilberechnungen können den weiteren Punkten entnommen werden. Die U-Werte der eingesetzten und geplanten Bauteile sind.

- DA01, Flachdach Fahrzeughalle, äquivalente Dämmschichtd.	$U = 0,16 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- DA02, Flachdach Sozialtrakt, äquivalente Dämmschichtdicke	$U = 0,13 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- AW01, Außenwand Fahrzeughalle, Brettschichtholz	$U = 0,18 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- AW02, Außenwand Sozialtrakt, Brettschichtholz	$U = 0,17 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- AW03, Stützen Fahrzeughalle Torbereich, Brettschichtholz	$U = 0,17 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- BP01, Bodenplatte (sofern keine Flächenheizung im EG)	$U = 0,79 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- BP02, Bodenplatte 5-m-Randstreifen	$U = 0,26 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- FE01, Fenster/Fenstertüren	$U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- PR01, Pfosten-Riegel-Fassade	$U_{cw} \leq 1,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- TR01, Außentüren	$U_d \leq 1,50 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
- TO01, Tore Fahrzeughalle	$U_d \leq 2,80 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Für Fenster, Türen und weitere Einbauteile wird ein pauschaler Wärmedurchgangskoeffizient für das jeweilige Gesamtbauteil berücksichtigt.

Für den Nachweis des durchschnittlichen U-Werte sind nur Bereiche der Bodenplatte in einem 5m Streifen, gemessen von der Außenwand, relevant. Im inneren Bereiche kann auf die Bodenplattendämmung verzichtet werden, sofern keine Flächenheizung ohne weitere Dämmung eingesetzt wird.

Die in der Nachweisführung berücksichtigten Bauteileigenschaften sind durch Prüfzeugnisse des Herstellers bei Angebotsabgabe bzw. spätestens bei Ausführung nachzuweisen.

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt (+ 0,10 W/(m² K)).

5. GEBÄUDETECHNIK

Das Gebäude wird durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Wärme versorgt. Für die Bilanzierung der Wärmepumpe werden die Standardwerte der DIN V 18599 berücksichtigt. Im weiteren Planungsverlauf können die weitaus günstigeren Herstellerdaten berücksichtigt werden.

Für den Nachweis wurden weitere Angaben der Haustechnikplanung übernommen. Die wichtigsten Angaben sind im Einzelnen:

- Flächendeckende Fußbodenheizung VL/RK 35/28°C, ΔT 7K
- Wärmeerzeugung durch Luft-Wasser-Wärmepumpe, Leistungszahl COP 3.8
- Warmwasserbereitung dezentral mit elektrischen Durchlauferhitzern
- Zu-/Abluftanlage bei innliegenden Räumen inkl. Sanitärräumen mit Wärmerückgewinnung, Annahme mind. 60 % Wärmerückgewinnungsgrad
- natürliche Fensterlüftung in allen sonstigen Bereichen mit Fenstern
- Halle und Lagerbereich niedrig beheizt, alle sonstigen Bereiche normal beheizt

Für den Neubau ist eine Photovoltaikanlage auf dem Dach geplant. Im Nachweis wird eine Gesamtfläche der Photovoltaikanlage von 50 m², ausgerichtet 15 °C nach Süden, mäßig belüftet angerechnet (ca. 9 kWpeak). Dieser Wert kann in der weiteren Planung noch angepasst werden. Der Anschluss der Anlage im räumlichen Verbund an das Gebäude ist sicherzustellen, inkl. dem vorrangigen Verbrauch des Stromertrages in dem Gebäude.

Für die Beleuchtung sind in allen Bereichen LED-Leuchten als direkte/indirekte Beleuchtung, ohne Präsenzmelder, mit tageslichtabhängiger Dimmung berücksichtigt.

6. LUFTDICHTIGKEIT

Die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen ist dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik auszuführen (siehe auch § 13, GEG 2020). In der Berechnung ist eine Druckdifferenzmessung nach Fertigstellung bzw. nach Einbringen der inneren Luftdichtheitsebene berücksichtigt. Die Ergebnisse der Messungen sind dem Ersteller mitzuteilen.

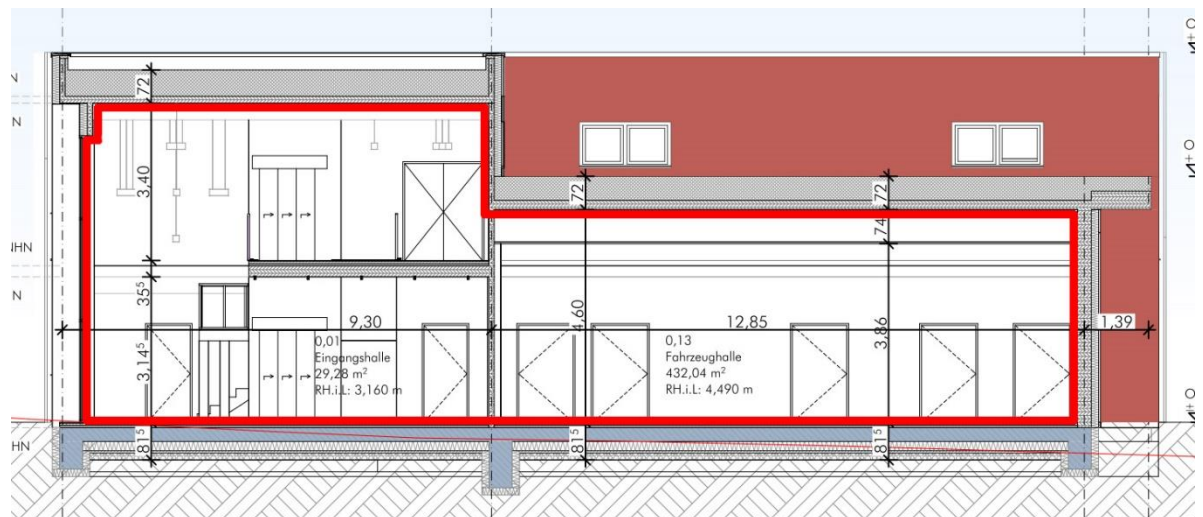


Abbildung 1 innere Dichteitsebene

7. SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt anhand des Nachweises der Übertemperaturgradstunden [Kh/a] für folgende Räume:

- 1.OG - 1.15 Führungskräfte/TEL, Südwest/Südost-Ausrichtung
- 1.OG - 1.02 Schulung, Nordost/Nordwest/Südwest-Ausrichtung

In Nichtwohngebäuden sind im Jahresverlauf 500 Kh/a zulässig.

1.OG - 1.15 Führungskräfte/TEL

Übertemperaturgradstunden zulässig 500 Kh/a

Übertemperaturgradstunden vorhanden 459 Kh/a

Anforderung erfüllt!

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt durch:

Südwestfassade: außenliegender Sonnenschutz Raffstore Lamellenstellung 45°,

Fenster Verglasung $g = 0,25$

Südostfassade: Streckmetall vor Fenster außen, innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend, Fenster Verglasung $g = 0,30$

Bei Bedarf erhöhte Taglüftung

1.OG - 1.02 Schulung, Nordost/Nordwest/Südwest-Ausrichtung

Übertemperaturgradstunden zulässig 500 Kh/a

Übertemperaturgradstunden vorhanden 416 Kh/a

Anforderung erfüllt!

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt durch

Nordostfassade: Streckmetall vor Fenster außen, innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend, Fenster Verglasung $g = 0,50$

Südwestfassade: innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend,

Fenster Verglasung $g = 0,40$

Bei Bedarf erhöhte Taglüftung

Bei gleicher Ausstattung mit Sonnenschutzeinrichtungen ist davon auszugehen, dass auch in den anderen Räumen mit jeweils gleicher Ausrichtung die zulässige Anzahl der Übertemperaturgradstunden eingehalten wird.

Ergebnistabelle unter Punkt 13.

8. NUTZUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEN

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

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = $49045 + 0 + 112151 + 0 = 161.196 \text{ kWh/Jahr}$ (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]	157.559	97,7 %	50,0 %	195,4 %
PV-Strom [PV-Strom]	7.442	4,6 %	15,0 %	30,7 %
				226,1 %

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)	0,49	0,46	5,8 %	15,0 %	38,7 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = $264,7 \% \geq \text{Nutzungspflichtanteil} = 100 \%$

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

9. NACHWEIS GEG 2020

Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/ (m²K)]	Fenster [W/ (m²K)]	Vorhangf. [W/ (m²K)]	Oberl. [W/ (m²K)]
U _{max}	T _i ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U _{max}	T _i < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen	T _i ≥ 19°C	0,15	0,95	1,20	1,50
Zonen	T _i < 19°C	0,15	0,95		2,73

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

" 5 F 0100 FG ", A_{Rand} = 448,8 - 236,2 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 10 F 0200 FG ", A_{Rand} = 33,5 - 0,0 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 14 F 0300 FG ", A_{Rand} = 149,5 - 61,1 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 17 F 0400 FG ", A_{Rand} = 71,3 - 31,2 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 21 F 0500 FG ", A_{Rand} = 73,3 - 31,7 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 27 F 0600 FG ", A_{Rand} = 54,0 - 11,3 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

" 36 F 0700 FG ", A_{Rand} = 96,3 - 14,5 m², U_{Rand} = 0,260 W/(m²K)

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 2,73 W/(m²K) = 3,10 W/(m²K) -12,0%

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten
Nachweis erbracht

Nachweis des Primärenergiebedarfs

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

zul q_{P,REF} = 187,8 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung

zul q_P = 187,8 - 45% = 103,3 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh q_P = 101.426 / 1331,7 = 76,2 kWh/(m²a)

vorh q_P = 76,2 ≤ 103,3 kWh/(m²a), **Grenzwert wird eingehalten**

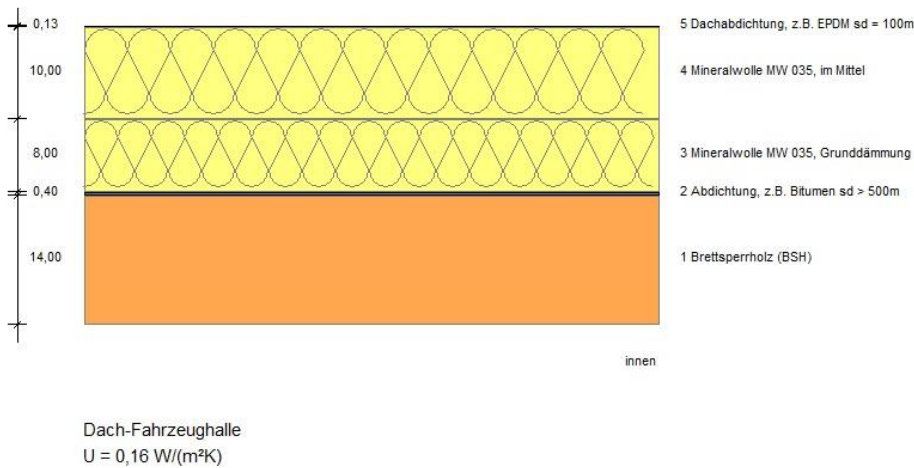
Grenzwert wird eingehalten

10. BAUTEILBERECHNUNG

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Dach-Fahrzeughalle (DA01)



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 Brettsperrholz (BSH)	14,00	600	84,0	0,130	1,077
02 Abdichtung, z.B. Bitumen sd > 50	0,40	1100	4,4	0,230	0,017
03 Mineralwolle MW 035, Grunddämmun	8,00	20	1,6	0,035	2,286
04 Mineralwolle MW 035, im Mittel	10,00	20	2,0	0,035	2,857
05 Dachabdichtung, z.B. EPDM sd = 1	0,13	-	1,6	-	-
R_{se}					0,040
	d = 32,53	G =	93,6	$R_T =$	6,38

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,157 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

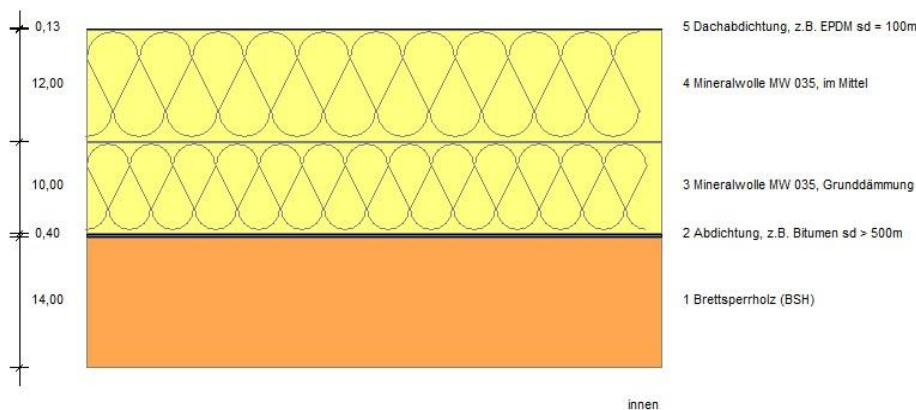
Wärme gedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

R 6,24 $\geq$ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Dach-Aufenthaltsräume (DA02)



Dach-Aufenthaltsräume
 $U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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 Brettsperrholz (BSH)	14,00	600	84,0	0,130	1,077
02 Abdichtung, z.B. Bitumen sd > 50	0,40	1100	4,4	0,230	0,017
03 Mineralwolle MW 035, Grunddämmun	10,00	20	2,0	0,035	2,857
04 Mineralwolle MW 035, im Mittel	12,00	20	2,4	0,035	3,429
05 Dachabdichtung, z.B. EPDM sd = 1	0,13	-	1,6	-	-
R_{se}					0,040
	d = 36,53	G =	94,4	$R_T =$	7,52

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,133 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

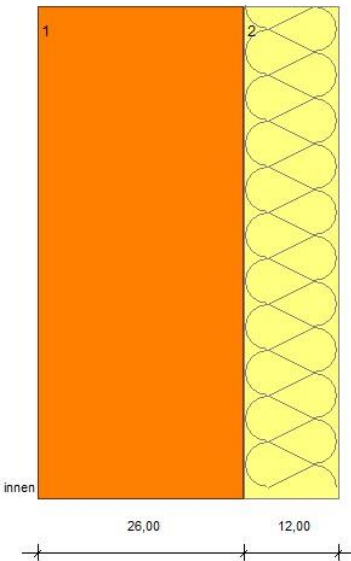
Wärmegeädämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

$R \quad 7,38 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Außenwand-Halle (AW01)



Außenwand-Halle
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
1 Brettsperrholz (BSH)
2 Mineralwolle MW 035

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 Brettsperrholz (BSH)	26,00	600	156,0	0,130	2,000
02 Mineralwolle MW 035	12,00	20	2,4	0,035	3,429
R_{se}					0,040
	d = 38,00	G =	158,4	$R_T =$	5,60

Wärmedurchgangskoeffizient

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

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

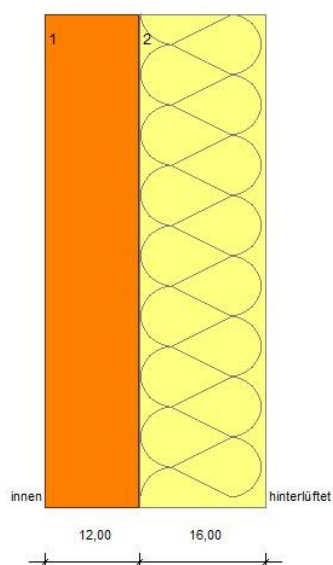
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,43 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Außenwand-Aufenthalt (AW02)



Außenwand-Aufenthalt
 $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Brettsperrholz (BSH)
 2 Mineralwolle MW 035

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Brettsperrholz (BSH)	12,00	600	72,0	0,130	0,923
02 Mineralwolle MW 035	16,00	20	3,2	0,035	4,571
R_{se}					0,130
	d = 28,00	G =	75,2	$R_T =$	5,75

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,174 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

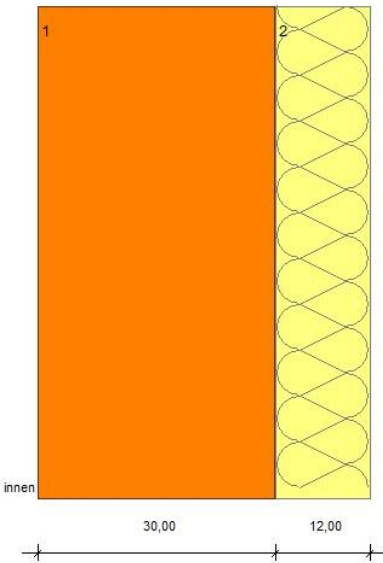
$R \quad 5,49 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

.....

Bauteil: Stützen-Halle-Torbereich (AW01)



Stützen-Halle-Torbereich
 $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
von innen
1 Brettsperrholz (BSH)
2 Mineralwolle MW 035

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 Brettsperrholz (BSH)	30,00	600	180,0	0,130	2,308
02 Mineralwolle MW 035	12,00	20	2,4	0,035	3,429
R_{se}					0,040
	d = 42,00	G = 182,4		$R_T = 5,91$	

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,169 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

.....

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

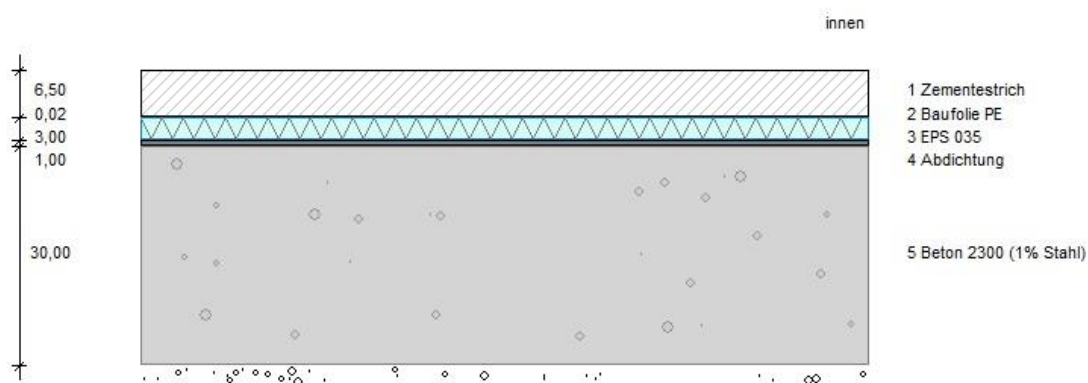
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,74 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Bodenplatte (BP01)



Bodenplatte
 $U = 0,79 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
02 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
03 EPS 035	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Abdichtung	1,00	1050	10,5	0,170	0,059
05 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
R_{se}					0,000
d =	40,52	G =	831,3	$R_T =$	1,26

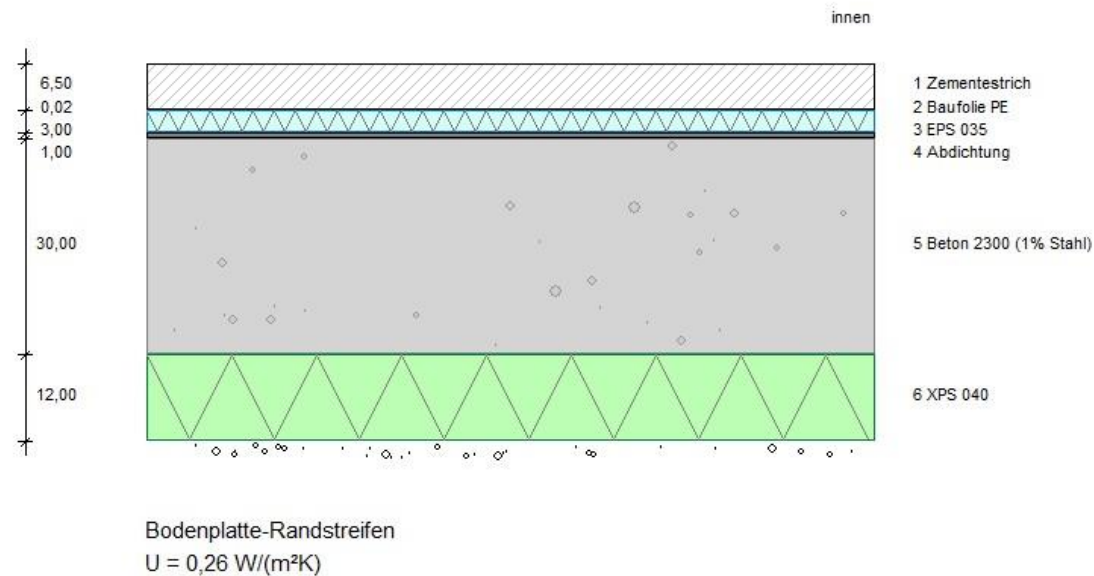
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,792 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Bodenplatte-Randstreifen (BP02)



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 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
02 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
03 EPS 035	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Abdichtung	1,00	1050	10,5	0,170	0,059
05 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
06 XPS 040	12,00	25	3,0	0,046	2,609
R_{se}					0,000
	d = 52,52	G = 834,3	$R_T = 3,87$		

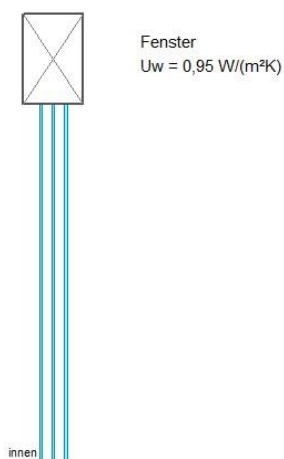
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,258 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Fenster (FE01)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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 Glas	0,40	2500	10,0	0,800	0,005
02 Scheibenzwischenraum	1,20	–	–	–	0,170
03 Glas	0,40	2500	10,0	0,800	0,005
04 Scheibenzwischenraum	1,20	–	–	–	0,170
05 Glas	0,40	2500	10,0	0,800	0,005
R_{se}					0,040
d =	3,60	G =	30,0	$R_T =$	0,53

Fenster

Isolierverglasung 4-8-4-8-4, Kryptonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, U_g 0,7, $t_{D65} = 0,78$
Holzrahmen thermisch verbessert

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 0,94$ (0,9) W/(m²K)

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, verbesserter Randverbund, 30%
Rahmenanteil, Tab. H.3
mit $U_g = 0,70$ und $U_f = 1,00$ W/(m²K)

$U_W = 0,94$ W/(m²K)

Wärmedurchgangskoeffizient

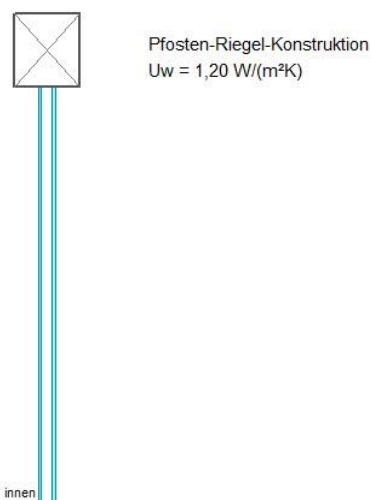
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950$ W/(m²K) (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 60\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,78$)

Angaben zum sommerlichen Wärmeschutz in Abschnitt 7 beachten!

Bauteilquerschnitt

Projekt Feuerwache Nord Hattingen

Bauteil: Pfosten-Riegel-Konstruktion (FE2)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

Fenster

Isolierverglasung 4-8-4-8-4, Xenonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, $U_g 0,5$, $t_{D65} = 0,78$

Rahmen aus Profilen $U_f < 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW} 0,8$

Fenster DIN V 4108-4:2004 Tab.8 VORNORM

Tabellenwert	$U_w = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_{w,BW} = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$g = 60 \%$
--------------	--------------------------------------	---	-------------

U-Wert des Fensters mit Dreischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004

mit $U_f = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $U_{f,BW} = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (Tab.9) und $U_g = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Indizes: $U_w = U_{\text{Fenster}}$ $U_f = U_{\text{Rahmen}}$ $U_g = U_{\text{Verglasung}}$ BW = Bemessungswert

Einzelnachweis für die Verglasung $U_{g,BW} = U_g = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 60\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,78$)

11. GEBÄUDEBERECHNUNG

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Feuerwache Nord Hattingen

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 "240315-Wache-Nord-GEG2020dwe"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023) mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Referenzberechnung: 240315-Wache-Nord-GEG2020dwe-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
<1> Fahrzeughalle	522 Gewerbliche	230	17,0	14,7	431	2136
<2> Technik/Lager	220 Lager, Techn	250	17,0	15,2	135	455
<3> Sanitär	216 WC und Sanit	250	21,0	19,2	262	868
<4> Verkehr	219 Verkehrsfläch	250	21,0	19,2	174	590
<5> Aufenthalt	204 Besprechung,	250	21,0	19,2	280	988
<6> Büro	201 Einzelbüro	250	21,0	19,2	50	184
					1.332	5.221

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 1331,7 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

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

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

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

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

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 (Umax-Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Fahrzeughalle						
1 F 0109 FD	1:0	448,8	0,157	1,00 F _D	50	70,5
2 F 0101 FAW S-W	1:0	77,4	0,179	1,00 FAW	50	13,9
3 F 0108 FAW N-W	1:0	67,6	0,179	1,00 FAW	50	12,1
4 T 0101 FAW S-W , Tür	1:0	102,1	2,800	1,00 FAW	50 85	285,9
5 F 0100 FG	1:0	448,8	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	142,2
Technikräume 0,15-0,17						
6 F 0201 FAW S-W	2:0	9,6	0,174	1,00 FAW	50	1,7
7 F 0204 FAW N-O	2:0	12,7	0,174	1,00 FAW	50	2,2
8 F 0205 FAW N-W	2:0	27,5	0,174	1,00 FAW	50	4,8
9 T 0205 FAW N-W , Tür	2:0	6,0	1,500	1,00 FAW	50 85	9,0
10 F 0200 FG	2:0	33,5	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	10,6
Sanitär und Umkleideraum						
11 F 0303 FAW S-O	3:0	1,9	0,174	1,00 FAW	50	0,3
12 F 0304 FAW N-O	3:0	44,3	0,174	1,00 FAW	50	7,7
13 A 0304 FF N-O	3:0	12,2	0,950	1,00 FF	50 02	11,6
14 F 0300 FG	3:0	149,5	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	47,4
Eingangshalle EG 0.01						
15 F 0403 FAW N-O	4:0	1,3	0,174	1,00 FAW	50	0,2
16 A 0403 FF N-O	4:0	27,2	1,200	1,00 FF	75 50 02	32,7
17 F 0400 FG	4:0	71,3	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	22,6
Sanitär und Umkleideraum						
18 F 0503 FAW N-O	3:0	24,3	0,174	1,00 FAW	50	4,2
19 F 0504 FAW N-W	3:0	1,9	0,174	1,00 FAW	50	0,3
20 A 0503 FF N-O	3:0	3,4	0,950	1,00 FF	50 02	3,2
21 F 0500 FG	3:0	73,3	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	23,2
Bereitschaft 0.07						
22 F 0605 FAW S-O	5:0	11,3	0,174	1,00 FAW	50	2,0
23 F 0606 FAW N-O	5:0	19,0	0,174	1,00 FAW	50	3,3
24 A 0605 FF S-O	5:0	4,4	0,950	1,00 FF	50 02	4,2
25 A 0606 FF N-O	5:0	7,8	0,950	1,00 FF	50 02	7,4
26 T 0605 FAW S-O , Tür	5:0	2,0	1,500	1,00 FAW	50 85	3,0
27 F 0600 FG	5:0	54,0	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	17,1
Lager/Werkstatt 0.09-0.1						
28 F 0702 FAW N-W	2:0	4,7	0,174	1,00 FAW	50	0,8
29 F 0703 FAW S-W	2:0	19,8	0,174	1,00 FAW	50	3,4
30 F 0704 FAW S-O	2:0	32,8	0,174	1,00 FAW	50	5,7
31 F 0705 FAW S-O	2:0	3,2	0,174	1,00 FAW	50	0,6
32 F 0706 FAW S-O	2:0	13,1	0,174	1,00 FAW	50	2,3
33 A 0704 FF S-O	2:0	11,0	0,950	1,00 FF	50 02	10,4
34 A 0705 FF S-O	2:0	2,2	0,950	1,00 FF	50 02	2,1
35 A 0706 FF S-O	2:0	4,4	0,950	1,00 FF	50 02	4,2
36 F 0700 FG	2:0	96,3	0,792	0,40 F _{fb}	18 50 19 25	30,5
Schulung/Küche 1.02-1.04						
37 F 0807 FD	5:0	182,6	0,133	1,00 F _D	50	24,3
38 F 0802 FAW S-W	5:0	35,8	0,174	1,00 FAW	50	6,2
39 F 0804 FAW S-O	5:0	2,1	0,174	1,00 FAW	50	0,4

40 F 0805 FAW N-O	5:0	59,0	0,174	1,00 FAW	50	10,3
41 F 0806 FAW N-W	5:0	36,7	0,174	1,00 FAW	50	6,4
42 A 0802 FF S-W	5:0	6,0	0,950	1,00 FF	50 02	5,7
43 A 0805 FF N-O	5:0	16,6	0,950	1,00 FF	50 02	15,8
44 T 0802 FAW S-W , Tür	5:0	2,0	1,500	1,00 FAW	50 85	3,0
Eingangshalle OG 1.05-1.						
45 F 0906 FD	4:0	71,3	0,133	1,00 FD	50	9,5
46 F 0902 FAW S-W	4:0	12,6	0,174	1,00 FAW	50	2,2
47 F 0904 FAW N-O	4:0	8,7	0,174	1,00 FAW	50	1,5
48 A 0904 FF N-O	4:0	19,8	1,200	1,00 FF	75 50 02	23,8
49 W 0902 FF S-W	4:0	4,0	0,950	1,00 FF	50 02	3,8
Sanitärräume 1.07-1.09						
50 F 1006 FD	3:0	47,6	0,133	1,00 FD	50	6,3
51 F 1003 FAW N-O	3:0	21,1	0,174	1,00 FAW	50	3,7
52 F 1004 FAW N-W	3:0	1,9	0,174	1,00 FAW	50	0,3
53 A 1003 FF N-O	3:0	2,4	0,950	1,00 FF	50 02	2,3
Multifunktionsraum 1.10						
54 F 1105 FD	5:0	62,8	0,133	1,00 FD	50	8,4
55 F 1102 FAW S-O	5:0	21,3	0,174	1,00 FAW	50	3,7
56 F 1103 FAW N-O	5:0	22,2	0,174	1,00 FAW	50	3,9
57 A 1102 FF S-O	5:0	4,4	0,950	1,00 FF	50 02	4,2
58 A 1103 FF N-O	5:0	8,8	0,950	1,00 FF	50 02	8,4
Flur 1.11						
59 F 1209 FD	4:0	39,8	0,133	1,00 FD	50	5,3
60 F 1202 FAW S-W	4:0	21,8	0,174	1,00 FAW	50	3,8
61 F 1204 FAW N-W	4:0	12,3	0,174	1,00 FAW	50	2,1
62 A 1204 FF N-W	4:0	2,0	0,950	1,00 FF	50 02	1,9
Lagerräume 1.12/1.13						
63 F 1305 FD	2:0	18,4	0,133	1,00 FD	50	2,4
64 F 1302 FAW S-O	2:0	18,1	0,174	1,00 FAW	50	3,1
65 A 1302 FF S-O	2:0	2,4	0,950	1,00 FF	50 02	2,3
LZF 1.14						
66 F 1405 FD	6:0	11,6	0,133	1,00 FD	50	1,5
67 F 1402 FAW S-O	6:0	11,7	0,174	1,00 FAW	50	2,0
68 A 1402 FF S-O	6:0	1,2	0,950	1,00 FF	50 02	1,1
Führungskräfte/TEL 1.15						
69 F 1506 FD	6:0	44,7	0,133	1,00 FD	50	5,9
70 F 1501 FAW S-W	6:0	13,1	0,174	1,00 FAW	50	2,3
71 F 1502 FAW S-O	6:0	24,2	0,174	1,00 FAW	50	4,2
72 F 1504 FAW N-W	6:0	16,3	0,174	1,00 FAW	50	2,8
73 A 1501 FF S-W	6:0	9,0	0,950	1,00 FF	50 02	8,6
74 A 1502 FF S-O	6:0	6,6	0,950	1,00 FF	50 02	6,3
75 A 1504 FF N-W	6:0	2,0	0,950	1,00 FF	50 02	1,9

 $\Sigma A [m^2] = 2.835,4$
 $\Sigma H_T [W/K] = 1.014,8$

Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 926,78 / 65,25 = 14,20$ m
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

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

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

15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit, $R_n > 2$ m²K/W).

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

- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
 75 Vorhangfassade
 85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 283,5$ W/K (27,9 %, 0,100 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Fahrzeughalle	497	142	0	639	0	0
<2> Technik/Lager	87	41	0	128	0	0
<3> Sanitär	78	71	0	149	0	0
<4> Verkehr	116	23	0	139	0	0
<5> Aufenthalt	176	17	0	193	0	0
<6> Büro	51	0	0	51	0	0
	1005	294		1298		

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

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.298,3 / 2.835,3 = 0,46$ W/(m²K)

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

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} $T_i \geq 19^\circ C$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ C$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ C$	0,15	0,95	1,20	1,50
Zonen $T_i < 19^\circ C$	0,15	0,95		2,73

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

" 5 F 0100 FG ", $A_{Rand} = 448,8 - 236,2$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 10 F 0200 FG ", $A_{Rand} = 33,5 - 0,0$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 14 F 0300 FG ", $A_{Rand} = 149,5 - 61,1$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 17 F 0400 FG ", $A_{Rand} = 71,3 - 31,2$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 21 F 0500 FG ", $A_{Rand} = 73,3 - 31,7$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 27 F 0600 FG ", $A_{Rand} = 54,0 - 11,3$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

" 36 F 0700 FG ", $A_{Rand} = 96,3 - 14,5$ m², $U_{Rand} = 0,260$ W/(m²K)

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 2,73$ W/(m²K) = 3,10 W/(m²K) -12,0%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 3 * 2835 / 5221 = 1,63 \text{ (Gl.68)}$

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 ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD			Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
		n50 h-1	V _A m³ / (m²h)	n _{nutz} h-1	n _{inf} h-1	n _{win} h-1	n _{m,ZUL} h-1	t _{V,m} h/d
<1> Fahrzeughalle	-	1,61	2,50	0,50	0,11	0,24	-	-
<2> Technik/Lager	-	2,08	0,15	0,04	0,15	0,10	-	-
<3> Sanitär	-	1,33	15,00	4,52	0,09	0,10	4,52	13
<4> Verkehr	-	1,48	0,00	0,00	0,10	0,10	-	-
<5> Aufenthalt	-	1,70	15,00	4,25	0,12	1,95	-	-
<6> Büro	-	2,29	4,00	1,09	0,16	0,49	-	-
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> Fahrzeughalle			0,00	0,00	0,11	0,10		
<2> Technik/Lager			0,00	0,00	0,15	0,10		
<3> Sanitär			0,00	0,00	0,09	0,10		
<4> Verkehr			0,00	0,00	0,10	0,10		
<5> Aufenthalt			0,00	0,00	0,12	0,10		
<6> Büro			0,00	0,00	0,16	0,10		

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 3923 / 3923 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

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

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

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

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win}} * t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win, mech}} * t_{V, \text{mech}} / 24$
 mit $n_{\text{win, min}} = 0,1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win, min}}$ = saisonal nach Gl.77

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 5 / 6 /

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

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

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

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

Transferkoeffizienten Lüftung	V m ³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
<1> Fahrzeughalle	2.136	0	82	173	255	0	15,2
<2> Technik/Lager	455	0	23	15	38	0	
<3> Sanitär	868	0	27	30	57	723	
<4> Verkehr	590	0	21	20	41	0	
<5> Aufenthalt	988	0	40	655	695	0	
<6> Büro	184	0	10	31	41	0	
		0	202	924	1126	723	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> Fahrzeughalle		0	82	73	154		
<2> Technik/Lager		0	23	15	38		
<3> Sanitär		0	27	30	57		
<4> Verkehr		0	21	20	41		
<5> Aufenthalt		0	40	34	74		
<6> Büro		0	10	6	16		
		0	202	178	380		

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

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

$H_{V,win,ohne\ RLT} = f_{win,seasonal} \cdot H_{V,win} = (0.04 \cdot \theta_e + 0.8) \cdot H_{V,win}$ [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	Ag m²	IS, Jan/Jul W/m²	Geff, Jan/Jul %	QS, Jan/Jul kWh/d
13 A 0304 FF N-O	3	8,54	11/ 112	44/ 44 7100	1,0/ 10,0
16 A 0403 FF N-O	4	19,06	11/ 112	44/ 44 "	2,2/ 22,4
20 A 0503 FF N-O	3	2,38	11/ 112	44/ 44 "	0,3/ 2,8
24 A 0605 FF S-O	5	3,08	50/ 132	44/ 44 "	1,6/ 4,3
25 A 0606 FF N-O	5	5,46	11/ 112	44/ 44 "	0,6/ 6,4
33 A 0704 FF S-O	2	7,70	50/ 132	44/ 44 "	4,0/ 10,7
34 A 0705 FF S-O	2	1,54	50/ 132	44/ 44 "	0,8/ 2,1
35 A 0706 FF S-O	2	3,08	50/ 132	44/ 44 "	1,6/ 4,3
42 A 0802 FF S-W	5	4,20	40/ 120	44/ 44 "	1,8/ 5,3
43 A 0805 FF N-O	5	11,62	11/ 112	44/ 44 "	1,3/ 13,7
48 A 0904 FF N-O	4	13,87	11/ 112	44/ 44 "	1,6/ 16,3
49 W 0902 FF S-W	4	2,80	40/ 120	44/ 44 "	1,2/ 3,5
53 A 1003 FF N-O	3	1,68	11/ 112	44/ 44 "	0,2/ 2,0
57 A 1102 FF S-O	5	3,08	50/ 132	44/ 44 "	1,6/ 4,3
58 A 1103 FF N-O	5	6,16	11/ 112	44/ 44 "	0,7/ 7,2
62 A 1204 FF N-W	4	1,40	11/ 95	44/ 44 "	0,2/ 1,4
65 A 1302 FF S-O	2	1,68	50/ 132	44/ 44 "	0,9/ 2,3
68 A 1402 FF S-O	6	0,84	50/ 132	44/ 44 "	0,4/ 1,2
73 A 1501 FF S-W	6	6,30	40/ 120	44/ 44 "	2,6/ 7,9

74 A 1502 FF S-O	6	4,62	50/ 132	44/ 44	"	2,4/ 6,4
75 A 1504 FF N-W	6	1,40	11/ 95	44/ 44	"	0,2/ 1,4
110,60						27/ 136

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

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

$g_{\text{eff}} = F_S \cdot F_w \cdot F_v \cdot g_{\text{tot}} = \text{wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung}$

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

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

$aW_i / aS_0 = \text{Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5}$

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 ...	-	-	-	-	-	-	-	-
<1> Fahrzeughalle	-	-	-	-	-	-	-	-
<2> Technik/La	489	415	141	105	228	173	410	5.137
<3> Sanitär	206	119	52	29	45	70	168	2.712
<4> Verkehr	657	396	168	98	159	221	532	8.308
<5> Aufenthalt	739	511	198	129	238	250	604	8.677
<6> Büro	428	338	122	89	176	141	347	4.401
	2.519	1.779	681	450	846	856	2.062	29.235

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

Zone	A_B m^2	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Fahrzeughalle	431	17,2	120,6	0,0	137,8
<2> Technik/Lager	135	-	-	0,0	0,0
<3> Sanitär	262	-	-	0,0	0,0
<4> Verkehr	174	-	-	0,0	0,0
<5> Aufenthalt	280	26,0	2,2	0,0	28,3
<6> Büro	50	1,5	2,2	0,0	3,7
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Fahrzeughalle	-	-	-	0,0	0,0
<2> Technik/Lager	-	-	-	0,0	0,0
<3> Sanitär	-	-	-	0,0	0,0
<4> Verkehr	-	-	-	0,0	0,0
<5> Aufenthalt	-	-	-	0,0	0,0
<6> Büro	-	-	-	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	0,0	16,0	0,3	0,0	0,0
<2> Technik/Lager	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0
<3> Sanitär	0,0	7,2	0,2	0,0	0,0
<4> Verkehr	0,0	2,3	0,1	0,0	0,0
<5> Aufenthalt	0,0	17,7	0,2	0,0	0,0
<6> Büro	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

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

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

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

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

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

Zone	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	639	255	0	363	154	0,425
<2> Technik/Lager	128	38	0	69	8	0,112
<3> Sanitär	149	57	723	210	9	0,042
<4> Verkehr	139	41	0	93	8	0,081
<5> Aufenthalt	193	694	0	437	54	0,123
<6> Büro	51	41	0	46	14	0,298

Zone	C _{wirk} Wh / (m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
<1> Fahrzeughalle	50	894	24,09	2,51	0,929	1,000
<2> Technik/Lager	50	166	40,77	3,55	1,000	0,999
<3> Sanitär	50	929	14,08	1,88	0,998	1,000
<4> Verkehr	50	180	48,47	4,03	1,000	1,000
<5> Aufenthalt	50	888	15,77	1,99	0,986	1,000
<6> Büro	50	91	27,51	2,72	0,974	0,997

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

Σ H_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

Σ 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

γ = 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 = a₀ + τ / τ₀ = 1 + τ / 16 = numerischer Parameter

η = Ausnutzungsgrad = (1 - γ^a) / (1 - γ^{a+1}), bei γ=1 gilt η = 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	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
$T_{i, 2}$	°C	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
$T_{i, 3}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i, 4}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i, 5}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i, 6}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i, 1}$	°C	14,7	14,7	14,7	14,7	15,5	16,8	18,0	17,8	15,6	14,7	14,7	14,7
$T_{i, 2}$	°C	15,2	15,2	15,2	15,2	15,9	16,9	17,8	17,6	15,9	15,2	15,2	15,2
$T_{i, 3}$	°C	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,5	20,3	20,1	19,2	19,2	19,2	19,2
$T_{i, 4}$	°C	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,4	20,2	20,1	19,2	19,2	19,2	19,2
$T_{i, 5}$	°C	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,4	20,3	20,1	19,2	19,2	19,2	19,2
$T_{i, 6}$	°C	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,3	20,2	20,1	19,2	19,2	19,2	19,2

7.1 Zone <1> Fahrzeughalle

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 (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,0$ °C und $Q_I = 137,8$ kWh/d

Wochenendbetrieb (37,0%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,426	0,769	0,896	0,930	0,929	0,921	0,888	0,588
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	260	381	369	381	381	345	381	3.189
t_h	h	235	744	720	744	744	672	744	5.593
$Q_{h,b,RE}$	kWh	115	1.212	2.990	4.328	4.289	3.555	2.864	20.761
$Q_{h,b,WE}$	kWh	12	745	1.861	2.621	2.600	2.171	1.792	12.599
Q_T	kWh	1.002	3.155	5.537	7.243	7.195	6.112	5.436	40.093
Q_V	kWh	365	1.116	1.927	2.510	2.494	2.121	1.894	14.000
Q_{S^*}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_{I^*}	kWh	1.241	2.314	2.612	2.803	2.800	2.507	2.673	20.732

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

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

7.2 Zone <2> Technik/Lager

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 15,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,692	0,985	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,688
$\eta_{source,WE}$		0,392	0,930	1,000	1,000	0,999	1,000	0,988	0,622
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	56	208	106	110	110	99	110	1.065
t_h	h	172	510	720	744	744	672	744	4.927
$Q_{h,b,RE}$	kWh	40	555	1.057	1.390	1.297	1.126	862	6.753
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	265	411	369	312	169	1.526
Q_T	kWh	218	658	1.134	1.476	1.466	1.247	1.115	8.245
Q_V	kWh	65	196	337	439	436	371	331	2.451
Q_S^*	kWh	292	401	141	105	228	173	407	2.733
Q_I^*	kWh	4	7	8	9	9	8	8	62

7.3 Zone <3> Sanitär

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,923	0,987	0,996	0,998	0,998	0,997	0,992	0,807
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,905
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	220	212	205	212	212	191	212	2.086
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.968
$Q_{h,b,RE}$	kWh	627	1.977	3.346	4.350	4.267	3.619	3.147	23.478
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	217	482	660	650	538	433	3.131
Q_T	kWh	657	1.211	1.751	2.164	2.153	1.855	1.743	14.282
Q_V	kWh	240	1.251	2.280	3.036	2.966	2.511	2.154	13.618
Q_S^*	kWh	195	118	51	29	45	70	167	1.942
Q_I^*	kWh	132	150	151	162	157	138	149	1.435

7.4 Zone <4> Verkehr

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,934	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,792
$\eta_{source,WE}$		0,783	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,727
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	181	141	136	141	141	127	141	1.577
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.881
$Q_{h,b,RE}$	kWh	313	875	1.468	1.858	1.811	1.511	1.223	9.876
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	141	424	596	572	459	300	2.492
Q_T	kWh	611	1.126	1.629	2.013	2.003	1.725	1.621	13.278
Q_V	kWh	180	333	481	595	592	510	479	3.922
Q_S^*	kWh	582	395	168	98	159	221	531	4.971
Q_I^*	kWh	41	48	50	55	52	45	47	451

7.5 Zone <5> Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0\text{ °C}$ und $Q_I = 28,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,880	0,954	0,982	0,987	0,986	0,985	0,973	0,849
$\eta_{source,WE}$		0,892	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,787
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	273	227	220	227	227	205	227	2.260
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.003
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.963	4.181	6.550	8.226	8.148	6.993	6.290	49.230
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	217	629	874	834	691	487	3.779
Q_T	kWh	852	1.571	2.272	2.809	2.794	2.407	2.262	18.527
Q_V	kWh	2.376	4.237	6.040	7.429	7.392	6.375	6.019	49.728
Q_S^*	kWh	653	495	196	128	236	248	593	6.332
Q_I^*	kWh	798	915	937	1.010	969	850	910	9.496

7.6 Zone <6> Büro

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0\text{ °C}$ und $Q_I = 3,7\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,658	0,850	0,971	0,983	0,974	0,975	0,919	0,712
$\eta_{source,WE}$		0,513	0,883	0,998	1,000	0,997	0,997	0,953	0,662
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	67	41	39	41	41	37	41	553
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.968
$Q_{h,b,RE}$	kWh	75	240	558	740	689	602	435	3.649
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	17	151	218	189	163	82	820

Q _T	kWh	224	412	596	737	733	631	593	4.857
Q _V	kWh	152	275	394	486	483	416	392	3.230
Q _S *	kWh	262	291	120	88	172	139	323	2.535
Q _I *	kWh	101	139	162	177	165	143	145	1.365

7.7 Summe Heizwärmebedarf

	Q _T kWh/a	Q _V kWh/a	Q _S *	Q _I *	Q _{h,b} kWh/a	Q _{h,b} kWh/(m ² a)
<1> Fahrzeughalle	40.093	14.000	-	20.732	33.360	77,5
<2> Technik/Lager	8.245	2.451	2.733	62	8.279	61,2
<3> Sanitär	14.282	13.618	1.942	1.435	26.609	101,8
<4> Verkehr	13.278	3.922	4.971	451	12.367	71,1
<5> Aufenthalt	18.527	49.728	6.332	9.496	53.010	189,3
<6> Büro	4.857	3.230	2.535	1.365	4.469	89,0
	99.281	86.949	18.513	33.541	138.092	103,7

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, $\theta_e = 1,0$ °C

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
<3> Sanitär	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 3923 / 3923$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

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

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	V _{mech,m} m ³ /h	t _V *d _V h/m	P _{V, SUP} kW	P _{V, ETA} kW	W _{V, Jan} kWh
<3> Sanitär	3923	276	0,00	1,09	301

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<3> Sanitär	291	301	291	301	301	272	301	3.542
	291	301	291	301	301	272	301	3.542

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

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

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

W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (25), 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	CTL %
1 A 0304 FAW N-O	N-O 3	200	70,2	12,2	gering	74
2 A 0403 FAW N-O	N-O 4	100	36,1	27,2	gut	98
3 A 0503 FAW N-O	N-O 3	200	29,3	3,4	gering	58
4 A 0605 FAW S-O	S-O 5	500	11,1	4,4	gut	83
5 A 0606 FAW N-O	N-O 5	500	22,5	7,8	gut	80
6 A 0704 FAW S-O	S-O 2	100	42,8	11,0	mittel	86
7 A 0705 FAW S-O	S-O 2	100	6,8	2,2	gut	89
8 A 0706 FAW S-O	S-O 2	100	10,7	4,4	gut	91
9 A 0802 FAW S-W	S-W 5	500	50,5	6,0	mittel	70
10 A 0805 FAW N-O	N-O 5	500	84,7	16,6	gut	77
11 W 0902 FAW S-W	S-W 4	100	10,1	4,0	gut	91
12 A 0904 FAW N-O	N-O 4	100	36,1	19,8	gut	97
13 A 1003 FAW N-O	N-O 3	200	28,4	2,4	gering	65
14 A 1102 FAW S-O	S-O 5	500	21,1	4,4	gut	79
15 A 1103 FAW N-O	N-O 5	500	27,8	8,8	gut	85
16 A 1204 FAW N-W	N-W 4	100	16,5	2,0	gering	60
17 A 1302 FAW S-O	S-O 2	100	23,6	2,4	gering	74
18 A 1402 FAW S-O	S-O 6	500	9,8	1,2	gering	61
19 A 1501 FAW S-W	S-W 6	500	14,1	9,0	gut	90
20 A 1502 FAW S-O	S-O 6	500	24,2	6,6	gut	83
21 A 1504 FAW N-W	N-W 6	500	14,6	2,0	gering	60
22 A 1701 FAW S-W	S-W 6	500	12,8	9,0	gut	90
23 A 1702 FAW S-O	S-O 6	500	22,9	6,6	gut	83
24 A 1802 FAW S-W	S-W 5	500	49,3	6,0	mittel	69
25 A 1805 FAW N-O	N-O 5	500	84,7	16,6	gut	76

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
<1> Fahrzeughalle	431	-	431
<2> Technik/Lager	135	84	51
<3> Sanitär	262	128	134
<4> Verkehr	174	99	75
<5> Aufenthalt	280	352	-72
<6> Büro	50	98	-48

ATL = 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 Nutzenebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

ARB = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

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

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

CTL = 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			C_{TL}	$C_{TL, kon}$	F_{TL}						
						Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
						%	%	%	%	%	%
1	A	0304 FAW N-O	3	74	50	69	64	61	59	57	57
2	A	0403 FAW N-O	4	98	60	50	43	38	34	32	31
3	A	0503 FAW N-O	3	58	50	75	72	69	67	66	66
4	A	0605 FAW S-O	5	83	57	60	54	50	47	45	45
5	A	0606 FAW N-O	5	80	57	61	56	52	49	47	47
6	A	0704 FAW S-O	2	86	55	60	54	50	47	45	45
7	A	0705 FAW S-O	2	89	55	59	53	48	45	43	43
8	A	0706 FAW S-O	2	91	60	54	47	42	39	37	36
9	A	0802 FAW S-W	5	70	52	69	64	61	59	57	57
10	A	0805 FAW N-O	5	77	52	66	61	57	55	53	53
11	W	0902 FAW S-W	4	91	60	54	47	42	39	37	36
12	A	0904 FAW N-O	4	97	60	51	44	38	35	32	32
13	A	1003 FAW N-O	3	65	50	73	69	66	64	63	62
14	A	1102 FAW S-O	5	79	52	65	60	57	54	53	52
15	A	1103 FAW N-O	5	85	57	59	53	49	46	44	43
16	A	1204 FAW N-W	4	60	50	75	71	68	66	65	65
17	A	1302 FAW S-O	2	74	50	68	64	61	58	57	56
18	A	1402 FAW S-O	6	61	47	76	72	69	68	67	66
19	A	1501 FAW S-W	6	90	57	56	50	46	42	40	40
20	A	1502 FAW S-O	6	83	57	60	54	50	47	45	45
21	A	1504 FAW N-W	6	60	47	76	73	70	69	68	67
22	A	1701 FAW S-W	6	90	57	56	50	45	42	40	40
23	A	1702 FAW S-O	6	83	57	60	54	50	47	45	45
24	A	1802 FAW S-W	5	69	52	69	65	62	60	58	58
25	A	1805 FAW N-O	5	76	52	67	62	58	56	54	54

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

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

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (6)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen lx	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 <1> Fahrzeughalle	1	400	9-1-2	4,8	0,95	0	1917	49	348
2 <2> Technik/Lager	2	100	9-1-2	3,5	0,07	9	175	14	6
3 <3> Sanitär	3	200	9-1-2	5,2	0,55	84	1399	114	152
4 <4> Verkehr	4	100	9-1-2	2,6	0,60	71	1526	124	48
5 <5> Aufenthalt	5	500	9-1-2	8,9	0,75	107	1907	155	375
6 <6> Büro	6	500	9-1-2	10,1	0,85	116	2162	176	129

1058

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 1.451 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: nein, Konstantlichtregelung: Zonen 1/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Fahrzeughalle	303	313	303	313	313	283	313	3.682
<2> Technik/La	5	6	6	6	6	5	6	67
<3> Sanitär	142	149	148	157	152	134	146	1.737
<4> Verkehr	44	47	47	52	48	42	44	537
<5> Aufenthalt	324	355	368	416	375	316	330	4.036
<6> Büro	78	86	90	101	91	76	79	967
	896	955	962	1.044	985	856	918	11.026

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 = $p_j \cdot [ATL \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
<1> Fahrzeughalle	107	154	1,434	50,000	24,09	0,578
<2> Technik/Lager	12	20	1,646	50,000	40,77	0,562
<3> Sanitär	15	22	1,456	50,000	14,08	0,526
<4> Verkehr	13	46	3,532	50,000	48,47	0,282
<5> Aufenthalt	64	84	1,318	50,000	15,77	0,570
<6> Büro	7	24	3,662	50,000	27,51	0,267

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
$\Rightarrow Q_{C,b}$ (Raumklima)								
<1> Fahrzeugha	111	114	111	162	265	544	811	5.542
<2> Technik/La	-	-	-	1	16	44	103	521
<3> Sanitär	0	1	1	2	15	118	352	1.770
<4> Verkehr	-	-	-	1	60	282	523	2.042
<5> Aufenthalt	13	15	14	34	106	254	447	2.462
<6> Büro	4	8	6	31	133	233	311	1.683

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
<1> Fahrzeughalle	10	14,7	10,5	nein
<2> Technik/Lager	13	4,2	4,0	nein
<3> Sanitär	13	4,2	-0,6	nein
<4> Verkehr	13	8,7	4,8	nein
<5> Aufenthalt	13	12,8	6,8	nein
<6> Büro	13	4,4	4,3	nein
		49,0	29,8	

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

 mit $t_{C,\text{op,d}}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K
12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)**12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser**

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d	je	Menge	$Q_{w,b, \text{Jan}}$ kWh/M
<1> Fahrzeughalle	nicht relevant				-
<2> Technik/Lager	nicht relevant				-
<3> Sanitär	Sportanlage mit	1,800	Person	8	306 a
<4> Verkehr	nicht relevant				-
<5> Aufenthalt	nicht relevant				-
<6> Büro	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)

a)

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung 2	3/	1,00	3.600

12.3 Verteilungsnetze

nicht vorgesehen

12.4 Warmwasserspeicher

nicht vorgesehen

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 3 $Q_{w,outg}$ kWh	296	306	296	306	306	276	306	3.600

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

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

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 3 $Q_{w,outg}$ kWh	296	306	296	306	306	276	306	3.600
$Q_{w,f}$ kWh	299	309	299	309	309	279	309	3.636

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

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w, \text{outg}}$	kWh	296	306	296	306	306	276	306	3.600
$Q_{w, f}$	kWh	299	309	299	309	309	279	309	3.636
$W_{w, f}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Strom-Mix	kWh	299	309	299	309	309	279	309	3.636

$Q_{w, \text{outg}} / Q_{w, f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

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

Ungeregelte Wärmeeinträge Q_l werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

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

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

Zone	$Q_{T, \text{max}}$ kW	$Q_{V, \text{max}}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V, \text{mech}}$ kW	$\Phi_{h, \text{max}}$ kW
<1> Fahrzeughalle	17,3	3,4	0	0,0	20,7
<2> Technik/Lager	4,1	0,6	0	0,0	4,7
<3> Sanitär	4,8	0,9	3924	17,1	22,8
<4> Verkehr	4,4	0,7	0	0,0	5,1
<5> Aufenthalt	6,2	11,1	0	0,0	17,3
<6> Büro	1,6	0,6	0	0,0	2,3

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

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

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

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

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h, b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h, \text{max}}$ kW	$Q_{N, h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem		*	138.093	72,8	105,2
2					
* = 1/2/3/4/5/6/					

<1> 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	3.145	10.376	19.781	26.271	25.714	21.739	18.086	138.093

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <5> Aufenthalt

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <5>$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	7.003
$t_{h,rL,d} <5>$	h/d	24	24	24	24	24	24	24	
$d_{h,rB} <5>$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	226
$t_{h,rL} <5>$	h/m	342	557	585	632	631	563	599	5.430

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

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

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

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

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) 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)

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

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

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	3.145	10.376	19.781	26.271	25.714	21.739	18.086	138.093
$Q_{h,ce}$	kWh	939	1.805	2.341	2.614	2.571	2.276	2.219	17.790
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	4.084	12.181	22.122	28.885	28.286	24.015	20.306	155.883

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

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

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

13.5 Heizwärmeverteilung

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "5 Werkhallen, Werkstätten", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1331,7$ m², Geschosshöhe i.M. = 3,50 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 35^\circ\text{C} / \vartheta_{RA} = 28^\circ\text{C}$, $T_{i,Soll,<5>} = 21,0^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 44 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	135,9 m	24,4 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem								
$\beta_{h,d}$	0,11	0,22	0,42	0,53	0,52	0,49	0,37	
$\theta_{VL,av}$ °C	22,9	24,6	27,4	28,9	28,8	28,3	26,7	
$\theta_{RL,av}$ °C	22,0	22,8	24,2	25,0	24,9	24,7	23,9	
$Q_{h,d}$ kWh	93	175	224	267	264	229	220	1.645
$W_{h,d}$ kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$ kWh	5	13	21	27	27	23	20	158

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

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

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

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

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

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

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

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

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$ kWh	4.177	12.356	22.346	29.152	28.550	24.245	20.526	157.528

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1000$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 0,4$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 80$ W

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

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

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

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	22	24	26	27	27	27	25	
$Q_{h,s}$	kWh	3	4	4	5	5	4	4	31
$W_{h,s}$	kWh	7	14	25	32	31	27	23	176

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

, 105,2 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, $Q_{h,f,hu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung

$Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,47

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	4.180	12.359	22.351	29.156	28.554	24.249	20.530	157.559
COP		4,67	4,00	3,66	3,42	3,45	3,45	3,67	
$t_{ON,g,d}$	h/d	1,3	4,0	8,0	10,9	10,8	9,9	7,2	
$Q_{h,f}$	kWh	1.048	3.287	6.324	8.755	8.600	7.245	5.850	45.408
$Q_{h,in}$	kWh	3.132	9.073	16.027	20.402	19.954	17.004	14.680	112.151

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/2/3/4/5/6 ($A_{NGF} = 1.332 \text{ m}^2$)

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	1.048	3.287	6.324	8.755	8.600	7.245	5.850	45.408
W_h	kWh	7	14	25	32	31	27	23	177
eco-Strom	kWh	1.048	3.287	6.324	8.755	8.600	7.245	5.850	45.408
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2023 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 9,10 kWp, quadratmeterbezogen 9,10 / (1331,7) = 0,007 kWp/m²

PV-Module Süd 30° Standort Deutschland (Potsdam)

Strom im örtlichen Zusammenhang erzeugt, vorrangig im Gebäude genutzt

Strombedarf für Warmwasser Heizwärme Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	2.540	4.865	7.900	10.441	10.226	8.678	7.400	63.790
Stromangebot	kWh	694	503	181	119	229	227	553	7.442
anrechenbar	kWh	694	503	181	119	229	227	553	7.442

Jahres-Stromproduktion = 7.442 kWh/a, Strombedarf = 63.790 kWh/a, anrechenbar = 7.442 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Warmwasser	3/	3.636	1,80	1,00	6.546
eco-Strom	Heizwärme	*	45.408	1,80	1,00	81.735
Strom-Mix	Beleuchtung	**	11.026	1,80	1,00	19.847
Strom-Mix	Hilfsenergie		3.719	1,80	1,00	6.694
Strom-Mix	Stromgutschrift		-7.442	1,80	1,00	-13.396
Σ [kWh/Jahr]			56.347			101.426

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

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

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 101.426 / 1.332 = 76,2$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 1.332$ m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 2,8 kWh/(m²a), Strom-Mix 11,0 kWh/(m²a), eco-Strom 34,1 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -5,6 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Strom-Mix	3.636	560	2.036	
eco-Strom	45.408	560	25.429	
Strom-Mix	11.026	560	6.175	
Strom-Mix	3.719	560	2.083	
Strom aus PV	-	560	-4.168	
	63.789		31.554	23,7

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom = - 35722,0 / 63789,0 * 7442 = -4.168 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m ²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> Fahrzeughalle	431	-	3.682	-	-	10.971	14.653
<2> Technik/Lager	135	-	67	-	-	2.724	2.792
<3> Sanitär	262	-	1.737	-	3.636	8.750	14.124
<4> Verkehr	174	-	536	-	-	4.069	4.605
<5> Aufenthalt	280	-	4.036	-	-	17.431	21.466
<6> Büro	50	-	968	-	-	1.472	2.439
Gebäude	1.332	-	11.026	-	3.636	45.417	60.080

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	2,7	8,3	0,0	2,7	103,7	117,3
Endenergiebedarf	2,7	8,3	0,0	2,7	34,2	47,9
Primärenergiebedarf	4,8	14,9	0,0	4,9	61,6	86,2

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "240315-Wache-Nord-GEG2020dwe-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

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

zul $q_{P,REF} = 187,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 187,8 - 45\% = 103,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 101.426 / 1331,7 = 76,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 76,2 \leq 103,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien

(detaillierter Nachweis siehe Abs. 17)

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

17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien

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

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = $49045 + 0 + 112151 + 0 = 161.196 \text{ kWh/Jahr}$ (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]	157.559	97,7 %	50,0 %	195,4 %
PV-Strom [PV-Strom]	7.442	4,6 %	15,0 %	30,7 %
				226,1 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit HT' Grenzwert = HT' Referenzberechnung, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs-
				erzielt	gefordert	anteil
HT' - Wert	W/(m²K)	0,49	0,46	5,8 %	15,0 %	38,7 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 264,7 % $\geq$ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

12. ZONIERUNG

Legende

Halle - mittelschwere Arbeit

Lager, Technik

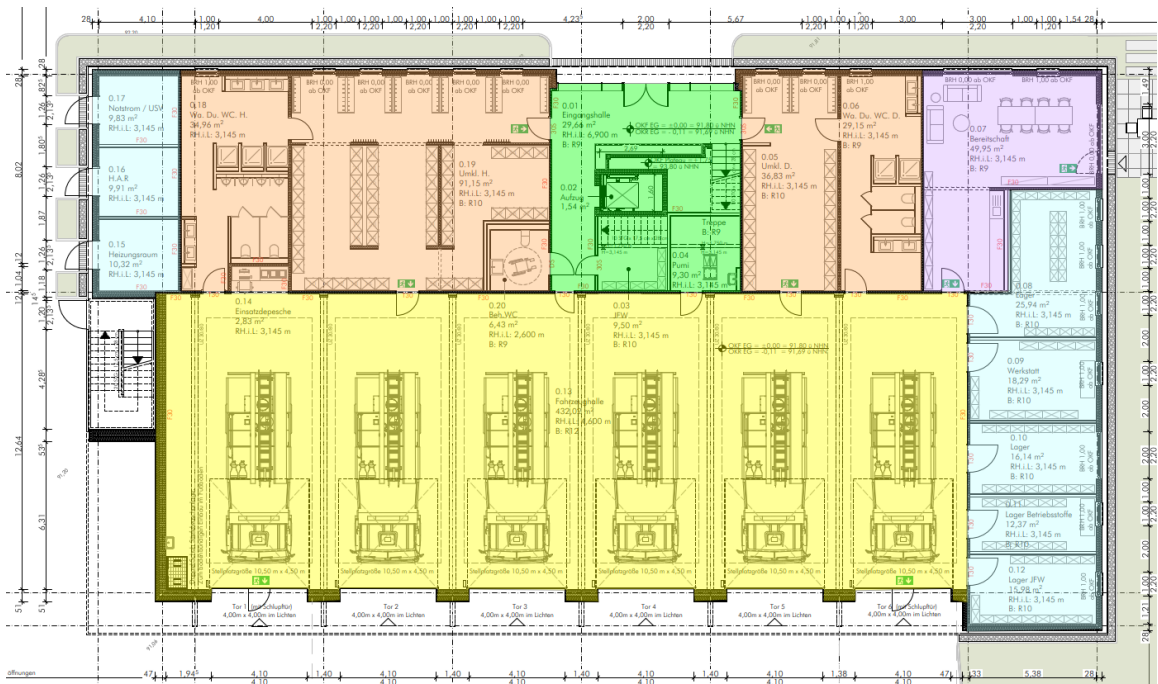
Sanitär

Verkehrsfläche

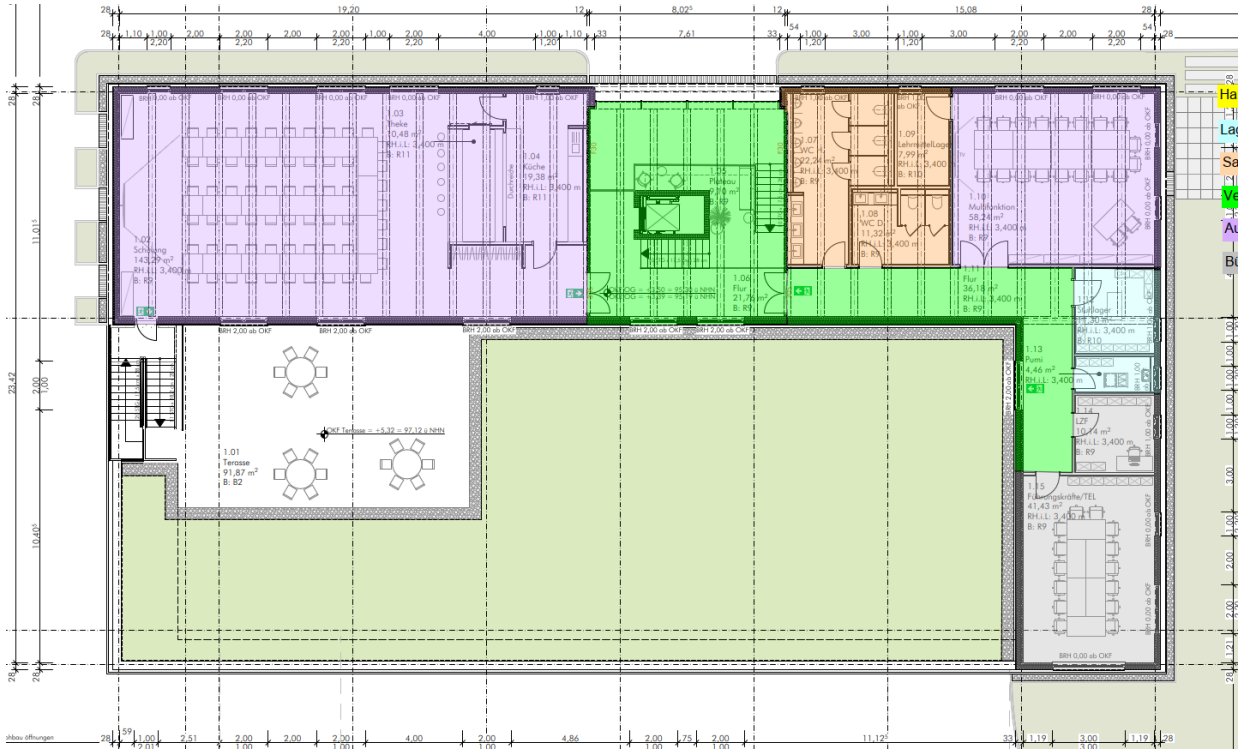
Aufenthalt

Büro

Zonierung Erdgeschoss



Zonierung 1. Obergeschoss



13. ERGEBNISTABELLE SWS

Neubau Wache Nord, Hattingen				
ERGEBNISTABELLE DER THERMISCHEN SIMULATION				
Sonnenschutzvorrichtung	<u>1.OG - 1.15 Führungskräfte/TEL</u> <u>Südwest/Südost-Ausrichtung</u>		<u>1.OG - 1.02 Schulung</u> <u>Nordost/Nordwest/Südwest-Ausrichtung</u>	
	Südwestfassade: außenliegender Sonnenschutz Raffstore Lamellenstellung 45°, Fenster Verglasung g = 0,25 Südostfassade: Streckmetall vor Fenster außen, innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend, Fenster Verglasung g = 0,30 bei Bedarf erhöhte Taglüftung		Nordostfassade: Streckmetall vor Fenster außen, innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend, Fenster Verglasung g = 0,50 Südwestfassade: innenliegender Sonnenschutz weiß/reflektierend, Fenster Verglasung g = 0,40 bei Bedarf erhöhte Taglüftung	
Software	DÄMMWERK vom 21.09.2023		DÄMMWERK vom 21.09.2023	
berechnet am	13.03.2024		13.03.2024	
Uhrzeit	13:11:08		13:30:53	
Projekt	Rechenblatt 240313-Flächen.REB		Rechenblatt 240313-Flächen.REB	
Variante	v-39		v-42	
Außenklima	C heiß (27°C)		C heiß (27°C)	
Gebäudeart	NWG		NWG	
Raumgrundfläche [m²]	44,71		182,56	
Raumvolumen [m³]	174,37		711,98	
Raum-Hüllflächen o. Fenster [m²]	179,6		535,4	
Bauteile	/Innendecke (DE1.3)/AußenwandAufenthalt(AW02)/Fenster- Neubau/Trennwand(TW01)/Innenwand- Aufenthalt(IW01)/DachAufenthalt(DA02) - SWS		/Innendecke (DE1.3)/AußenwandAufenthalt(AW02)/Fenster- Neubau/Aussentür/Trennwand(TW01)/DachAufentha lt(DA02) - SWS	
Außenwandflächen [m²]	55,5		135,6	
Innenwandflächen [m²]	34,6		34,7	
Fenster [m²]	15,6		22,6	
davon verglast [m²]	10,9		15,8	
Deckenflächen [m²]	89,4		365,1	
Grundflächen [m²]	0		0	
Mobiliar	leichte Möbel		leichte Möbel	
interne Wärmequellen (i.M.) [W]	268		1095	
Luftwechselzahl 1..12 Uhr [1/h]	0,2-1,0		0,2-1,0	
Luftwechselzahl 13..24 Uhr [1/h]	1,0-0,2		1,0-0,2	
erhöhte Taglüftung (Bedarf)	3 1/h		3 1/h	
erhöhte Nachtlüftung (Bedarf)	nein		nein	
Verschattungseinrichtungen	strahlungsabhängig		strahlungsabhängig	
fc-Werte	bauteilbezogen		bauteilbezogen	
Bestrahlungsstärke strahlungsabh. gest.	Normwerte		Normwerte	
bauliche Verschattung	0,9		0,9	
Diffusstrahlung mit Verschattung	ja		ja	
solarer Verlustfaktor nach aussen	0,05		0,05	
Bauteilschichten ohne R-Wert	vernachlässigt		vernachlässigt	
Berechnung der Raumtemperatur	Mindesttemperatur 21,0		Mindesttemperatur 21,0	
Berechnungszyklus [Tage]	6		6	
Berechnung gestartet am	01.01.		01.01.	
Berechnung beendet am	01.01.		01.01.	
Berechnungstage	365		365	
Berechnungszeit	202 sec (100,3 %) 0,55 sec/d		207 sec (100,3 %) 0,57 sec/d	
Übertemperaturgradstunden [Kh]	459		416	
Grenzwert eingehalten	ja		ja	
Grenzwert erreicht [%]	92		83	