

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes

gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024)

Berechnung für Nichtwohngebäude nach
DIN V 18599:2018-09

Gebäude: Rettungswache inkl. Schulungszentrum
Ludwig-Guttmann-Straße 11A
67071 Ludwigshafen am Rhein
Gesamtgebäude

Bauherr: BG Ludwigshafen

Ersteller: Georg Keller, Dipl.Ing., Beratender Ing. St0262
SV für ENEV / GEG
Georg Keller + Co. Ingenieurgesellschaft mbH
Henriettenweg 8
72072 Tübingen

Projekt: 22-357
Datum: 12.03.2024

Berechnung des Referenzgebäudes

Berechnungen gemäß GEG 2024 mit den Normen DIN V 18599:2018-09

Geometrie:

beheiztes Volumen V_e	22550,0 m ³
Gebäudenutzfläche A_N	5350,0 m ²
Verhältnis A/V_e	0,25 1/m
Luftvolumen V	18200,0 m ³
Fläche Gebäudehülle A	5732,2 m ²

Zone: Gesamtgebäude

- diese Zone ist beheizt
- diese Zone ist mechanisch belüftet
- diese Zone hat einen Warmwasserbedarf
- diese Zone hat Energiebedarf für Beleuchtung
- Korrekturfaktor fließendes Grundwasser G_w (DIN 13370 Anhang H): 0,00
- Tiefe der Kellerbodenplatte für DIN 13370 z: -1,00 m
- Dauer der Beheizung in der Nutzungszeit: 145,1 d/a
- Dauer der Beheizung in der Nichtnutzungszeit: 52,8 d/a

Spezifischer Transmissionswärme-transferkoeffizient

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	F_x [-]	$F_x \cdot H_{T,H}$ [W/K]	$H_{T,c}$ [W/K]
AW Nord	Außenluft	517,20	0,280	1,00	364,52	364,52
enthaltene Fenster:						
Fenster Nord		169,00	1,300			
AW Ost	Außenluft	652,10	0,280	1,00	336,90	336,90
enthaltene Fenster:						
Fenster Ost		118,70	1,300			
AW Süd	Außenluft	642,10	0,280	1,00	500,50	500,50
enthaltene Fenster:						
Fenster Süd		246,70	1,300			
AW West	Außenluft	632,60	0,280	1,00	356,79	356,79
enthaltene Fenster:						
Fenster West		138,20	1,300			
Decke Fahrzeughalle	Unbeheizt (extern)	538,00	0,350	0,35	65,90	188,30
Decke über 5.OG	Außenluft	516,00	0,200	1,00	103,20	103,20
Decke über OG2	Außenluft	385,00	0,200	1,00	77,00	77,00
Decke über OG5	Außenluft	371,00	0,200	1,00	74,20	74,20
Innenwand FZ-Halle	Unbeheizt (extern)	211,60	0,350	0,35	25,92	74,06
Wärmebrückenzuschlag	Außenluft	5138,20	0,056	1,00	286,61	
Gesamt		5138,20			2191,54	2075,46

Stationärer thermischer Leitwert (DIN EN ISO 13370)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	L_s [W/K]
Boden UG	Erdreich	311,00	0,198	61,51
Wand im Erdreich	Erdreich	283,00	0,198	55,97
Gesamt		594,00		117,49

Solare Warmegewinne

Fenster	zu Zone	Fläche • F_F [m ²]	g_{\perp} [-]	g_{tot} [-]	F_V [-]	F_S [-]	$Q_{s,tr}$ [kWh/a]
Fenster Nord	Außenluft	101,40	0,60		0,90	0,90	45709
Fenster Ost	Außenluft	71,22	0,60		0,90	0,90	33251
Fenster Süd	Außenluft	148,02	0,60		0,90	0,90	70565
Fenster West	Außenluft	82,92	0,60		0,90	0,90	38401
Gesamt							187927

Zusammenfassung der Transmissionwärmeflusskoeffizienten:

Transmission nach Außen $H_{T,D}$	2075,46 W/K
Transmission nach Unbeheizt $H_{T,iu}$	0,00 W/K
Transmission zu anderen Zonen $H_{T,iz}$	0,00 W/K
Transmission nach Erdreich $H_{T,s}$	117,49 W/K

Monatliche spezifische Lüftungswärmeverluste in der Nutzungszeit

Monat	ϑ_i [°C]	$\vartheta_{v,mech}$ [°C]	n_{inf} [1/h]	$H_{v,inf}$ [W/K]	n_{win} [1/h]	$H_{v,win}$ [W/K]	n_{mech} [1/h]	$H_{v,mech}$ [W/K]	$H_{v,z}$ [W/K]
Januar	19,80	15,20	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Februar	19,85	15,60	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
März	20,02	17,00	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
April	20,29	19,20	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Mai	20,59	21,40	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Juni	20,74	22,80	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Juli	20,88	23,60	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
August	20,86	23,50	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
September	20,60	21,10	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Oktober	20,31	18,90	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
November	19,99	16,50	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00
Dezember	19,79	15,00	0,04	272,85	0,92	5665,89	0,15	928,20	0,00

Monatliche spezifische Lüftungswärmeverluste in der Nichtnutzungszeit

Monat	ϑ_i [°C]	$\vartheta_{v,mech}$ [°C]	n_{inf} [1/h]	$H_{v,inf}$ [W/K]	n_{win} [1/h]	$H_{v,win}$ [W/K]	n_{mech} [1/h]	$H_{v,mech}$ [W/K]	$H_{v,z}$ [W/K]
Januar	18,39	15,20	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Februar	18,51	15,60	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
März	18,87	17,00	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
April	19,46	19,20	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Mai	20,10	21,40	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Juni	20,44	22,80	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Juli	20,74	23,60	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
August	20,69	23,50	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
September	20,13	21,10	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Oktober	19,50	18,90	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
November	18,80	16,50	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Dezember	18,38	15,00	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00

Berechnungen Heizung:

Wärmesenken Heizung in der Nutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,sink}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	$\Delta Q_{c,sink}$ [kWh/a]	Q_{sink} [kWh/a]
Januar	19004	47256	0	211	12320	78792
Februar	16392	40715	0	129	11128	68365
März	15488	38239	0	9	11827	65563
April	10851	26388	0	0	3977	41215
Mai	6556	15703	0	0	146	22405
Juni	3954	9470	0	0	0	13424
Juli	1900	4552	0	0	0	6452
August	2280	5462	0	0	0	7742
September	6161	14756	0	0	1148	22065
Oktober	10927	26705	0	18	7379	45029
November	15540	38497	0	201	11923	66161
Dezember	19099	47557	0	294	12320	79271

Wärmequellen Heizung in der Nutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,source}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	Q_{source} [kWh/a]
Januar	0	0	16173	2345	18518
Februar	0	0	14384	2083	16467
März	0	0	15231	5153	20384
April	0	0	14120	8832	22952
Mai	0	308	14256	9373	23937
Juni	0	754	13713	9378	23845
Juli	0	1029	14164	8777	23970
August	0	1000	14200	8098	23298
September	0	184	13919	6434	20537
Oktober	0	0	14799	4816	19616
November	0	0	15202	1744	16946
Dezember	0	0	16362	1207	17569

Wärmesenken Heizung in der Nichtnutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,sink}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	$\Delta Q_{c,sink}$ [kWh/a]	Q_{sink} [kWh/a]
Januar	14503	5215	0	174	0	19893
Februar	12510	4499	0	107	0	17115
März	11820	4250	0	8	0	16078
April	8281	2978	0	0	0	11258
Mai	5004	1799	0	0	0	6803
Juni	3018	1085	0	0	0	4103
Juli	1450	522	0	0	0	1972
August	1740	626	0	0	0	2366
September	4702	1691	0	0	0	6393
Oktober	8339	2999	0	15	0	11353
November	11860	4265	0	166	0	16290
Dezember	14575	5241	0	243	0	20059

Wärmequellen Heizung in der Nichtnutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,source}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	Q_{source} [kWh/a]
Januar	0	0	148	1934	2082
Februar	0	0	107	1718	1825
März	0	0	0	4251	4251
April	0	0	0	7286	7286
Mai	0	0	0	7733	7733
Juni	0	0	0	7737	7737
Juli	0	0	0	7241	7241
August	0	0	0	6680	6680
September	0	0	0	5308	5308
Oktober	0	0	0	3974	3974
November	0	0	65	1439	1503
Dezember	0	0	176	996	1172

Wärmebilanz Heizung für die Nutzungszeit (200,0 Tage)

Monat	Q_{Sink} [kWh/a]	Q_{Source} [kWh/a]	$\Delta Q_{C,b}$ [kWh/a]	τ [h]	a [-]	η [-]	$Q_{h,b}$ [kWh/a]
Januar	78792	18518	0	75,80	5,74	1,000	60277
Februar	68365	16467	0	75,80	5,74	1,000	51902
März	65563	20384	0	75,80	5,74	0,999	45197
April	41215	22952	0	75,80	5,74	0,984	18624
Mai	22405	23937	0	75,80	5,74	0,822	2729
Juni	13424	23845	0	75,80	5,74	0,554	222
Juli	6452	23970	0	75,80	5,74	0,269	0
August	7742	23298	0	75,80	5,74	0,332	0
September	22065	20537	0	75,80	5,74	0,880	3986
Oktober	45029	19616	0	75,80	5,74	0,995	25508
November	66161	16946	0	75,80	5,74	1,000	49220
Dezember	79271	17569	0	75,80	5,74	1,000	61704
Gesamt	516484	248038	0				319368

Wärmebilanz Heizung für die Nichtnutzungszeit (165,0 Tage)

Monat	Q_{Sink} [kWh/a]	Q_{Source} [kWh/a]	$\Delta Q_{C,b}$ [kWh/a]	τ [h]	a [-]	η [-]	$Q_{h,b}$ [kWh/a]
Januar	19893	2082	12320	217,30	14,58	1,000	5490
Februar	17115	1825	11128	217,30	14,58	1,000	4162
März	16078	4251	11827	217,30	14,58	1,000	0
April	11258	7286	3977	217,30	14,58	0,999	0
Mai	6803	7733	146	217,30	14,58	0,861	0
Juni	4103	7737	0	217,30	14,58	0,530	0
Juli	1972	7241	0	217,30	14,58	0,272	0
August	2366	6680	0	217,30	14,58	0,354	0
September	6393	5308	1148	217,30	14,58	0,988	0
Oktober	11353	3974	7379	217,30	14,58	1,000	0
November	16290	1503	11923	217,30	14,58	1,000	2864
Dezember	20059	1172	12320	217,30	14,58	1,000	6567
Gesamt	133682	56793	72168				19083

Berechnungen Warmwasser:

Wärmebedarf Warmwasser Q_w : 69550 kWh/a

Berechnungen Beleuchtungsbereiche:

Energiebedarf Beleuchtung Q_i : 6072 kWh/a

Zusammenfassung nach Prozessbereichen:

Energieanteile Prozessbereiche

Bereich	Heizung [kWh/a]	Warmwasser [kWh/a]	Beleuchtung [kWh/a]	Lüftung [kWh/a]	Kühlung/RLT [kWh/a]	Summe [kWh/a]
f_{total}	443799	102490	10626	0	0	556915
f	441541	100936	10626	0	0	553103
aux	2259	1554	0	9100	0	12912
reg	0	56124	0	0	0	56124
g	32186	689	0	0	0	32875
outg	409354	100247	10626	0	0	520228
s	0	670	0	0	0	670
d	25523	30027	0	0	0	55550
ce	45381	0	0	0	0	45381
b	338451	69550	10626	0	0	418627

Berechnungen Anlage Referenzgebäude:

Trinkwasser-Bereitung

Kreis TW

Laufzeit der Zirkulationspumpe/Rohrbegleitheizung z: 7,0 h/d
 Temperaturspreizung in der Zirkulationsleitung ΔH_z : 5,0 °C
 tägliche Nutzungsdauer $t_{\text{Nutz,T}}$ mit Temperatur $\vartheta_{w,m}$ ohne Zirkulation: 17,0 h/d
 tägliche Nutzungsdauer $t_{\text{Nutz,T}}$ mit Temperatur $\vartheta_{w,m}$ mit Zirkulation: 7,0 h/d
 Auslegungs-Wärmeverlustrleistung im Zirkulationsnetz $Q_{w,d}$: 11083,3 W
 Nutzenergiebedarf TW-Kreis Q_w : 69550 kWh/a
 Hilfsenergiebedarf TW-Kreis W_w : 0 kWh/a

Verteilerleitungen

Länge der Leitung L: 627,8 m
 U-Wert der Leitung U: 0,20 W/(mK)
 jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 9564 kWh/a

Strangleitungen

Länge der Leitung L: 698,4 m
 U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
 jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 13070 kWh/a

Stichleitungen

Länge der Leitung L: 481,5 m
 U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
 jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 7393 kWh/a

Übergabe Gesamtgebäude

Nutzenergieabgabe an die Zone $Q_{w,b}$: 69550 kWh/a

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Trinkwarmwasser zentral

Nutzenergiebedarf $Q_{w,b}$: 69550 kWh/a
 Hilfsenergiebedarf W_w : 1554 kWh/a
 Erzeugernutzwärme $Q_{w,outg}$: 100247 kWh/a

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Trinkwarmwasser zentral Erzeuger, kombinierte Erzeugung

Nennwärmeleistung Q_n : 284,5 kW
 vom Erzeuger gedeckte Wärmeenergie TW $Q_{w,outg}$: 44123 kWh/a
 Primärenergiefaktor Erdgas $H f_p$: 1,10
 (weitere Daten siehe zugehöriger Heizungs-Erzeuger)

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Trinkwarmwasser zentral Erzeuger solar

Kollektorfläche (Aperturfläche) A_c :	158,9 m ²
Hilfsenergie der Solarpumpe $W_{w,sol}$:	1403,1 kWh/a
Jahresenergieeintrag Solaranlage für Trinkwassererwärmung $Q_{w,sol}$:	56124 kWh/a
Deckungsanteil Solaranlage für Trinkwassererwärmung $\alpha_{w,sol}$:	56,0 %

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Trinkwarmwasser zentral Speicher

Speichervolumen Bereitschaftsteil $V_{S,aux}$:	491 l
Speichervolumen Solarteil $V_{S,sol}$:	6193 l
Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,s}$:	3,16 kWh/d
Nennleistung Speicherladepumpe P_{Pumpe} :	79,3 W
Laufzeit Speicherladepumpe t_p :	193,8 h/a
jährliche Hilfsenergie Speicher $W_{w,s}$:	15 kWh/a

Heizung

GEG Referenzanlage - Heizkreis

Vorlauftemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen ϑ_{VA} :	55 °C
Rücklauftemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen ϑ_{RA} :	45 °C
mittlere Temperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen $\vartheta_{HK,A}$:	50 °C
mittlere Übertemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen $\Delta\vartheta_A$:	29 °C
Nutzenergiebedarf $Q_{h,b}$:	338451 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_h :	1160 kWh/a

GEG Referenzanlage - Heizkreis Rohrabschnitt V

Länge der Leitung L:	2058,3 m
U-Wert der Leitung U:	0,20 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$:	17557 kWh/a

GEG Referenzanlage - Heizkreis Rohrabschnitt S

Länge der Leitung L:	62,2 m
U-Wert der Leitung U:	0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$:	476 kWh/a

GEG Referenzanlage - Heizkreis Rohrabschnitt A

Länge der Leitung L:	979,9 m
U-Wert der Leitung U:	0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$:	7491 kWh/a

GEG Referenzanlage - Heizkreis Pumpe

Differenzdruck Wärmeerzeuger Δp_{WE} :	1 kPa
Differenzdruck im Auslegungspunkt Δp :	56 kPa
Pumpenleistung P_{Pump} :	567 W
Aufwandszahl für Betrieb der Heizpumpe $e_{h,d,aux}$:	5,08
jährliche Hilfsenergie Pumpe $W_{h,d}$:	1160 kWh/a

GEG Referenzanlage - Heizkreis Übergabe Radiator 1

Durch alle Verluste verursachte Temperaturschwankung $\Delta\vartheta_{ce}$:	2,10 K
Nutzenergieabgabe an die Zone $Q_{h,b}$:	338451 kWh/a
jährlicher Wärmeverlust Übergabe $Q_{h,ce}$:	45381 kWh/a
jährliche Hilfsenergie Übergabe $W_{h,ce}$:	0 kWh/a

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Heizung

Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b}$:	338451 kWh/a
Nutzenergiebedarf RLT $Q_{h,b}$:	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Absorptionskältemaschine $Q_{h,r,b}$:	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Gesamt $Q_{h,b}$:	338451 kWh/a
Erzeugernutzwärme Heizung $Q_{h,outg}$:	409354 kWh/a
Erzeugernutzwärme RLT $Q_{h,outg}$:	0 kWh/a
Erzeugernutzwärme Absorptionskältemaschine $Q_{h,outg,r}$:	0 kWh/a
Erzeugernutzwärme Gesamt $Q_{h,outg}$:	409354 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_h :	2259 kWh/a

GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Heizung Erzeuger

Vorlauftemperatur ϑ_{VA} :	55 °C
Rücklauftemperatur ϑ_{RA} :	45 °C
mittlere Kesseltemperatur $\vartheta_{g,m}$:	42,9 °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,70}$:	0,004
Nennwärmeleistung Q_n :	285 kW
Kesselwirkungsgrad bei Nennleistung $\eta_{k,Pn}$:	0,96
Kesselwirkungsgrad bei Teilleistung $\eta_{k,Pint}$:	1,05
tägliche Erzeugungsverluste des Heizkessels $Q_{h,g,v}$:	160,8 kWh/d
Leistungsaufnahme Hilfsenergie:	0,479 kW
vom Erzeuger gedeckte Wärmeenergie H $Q_{h,outg}$:	409355 kWh/a
vom Erzeuger gedeckte Wärmeenergie TW $Q_{w,outg}$:	44123 kWh/a
Erzeugerverluste Q_g :	32186 kWh/a
Endenergiebedarf Erdgas H (brennwertbezogen) Q_f :	485664 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_g :	1099 kWh/a
Primärenergiefaktor Erdgas H f_p :	1,10
Primärenergiebedarf Erdgas H Q_p :	481288 kWh/a
Primärenergiebedarf Strom Q_p :	1977 kWh/a
Primärenergiebedarf Gesamt Q_p :	483266 kWh/a

Lüftung

Kreis RLT

Nutzenergiebedarf Heizen $Q_{h,b}^*$:	0 kWh/a
Verteilungsverluste Heizen $Q_{vh,d}$:	0 kWh/a
Übergabeverluste Heizen $Q_{vh,ce}$:	0 kWh/a
Wärmeergebedarf Heizen $Q_{vh,b}$:	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m,b}$:	0 kWh/a
Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m :	0 kWh/a

Übergabe Gesamtgebäude

Nutzungsgrad Übergabe Wärme an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$:	0,90
Faktor für spez. Energiebedarf der Übergabe (Ventilatoren) $f_{c,ce,aux}$:	0,000 kWh/kWh

Erzeugungseinheit RLT

mittlerer monatlicher Zukunftvolumenstrom V_{mech} :	7280 m³/h
Energiebedarf Befeuchtung:	0 kWh/a
Energiebedarf Heizung über RLT:	0 kWh/a
Energiebedarf Kühlung über RLT:	0 kWh/a
spezifische Ventilatorleistung Zuluft:	1,50 kW/(m³/s)
spezifische Ventilatorleistung Abluft:	1,00 kW/(m³/s)
Hilfsenergiebedarf Wärmerückgewinnung:	0 kWh/a

Kühlung

Zusammenfassung der Ergebnisse des Referenzgebäudes nach GEG 2024

Primärenergie: (Referenzgebäude)	Primärenergiebedarf gesamt Q_p	524340 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	441628 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	47205 kWh/a
	Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$	19127 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$	16380 kWh/a
Endenergie: (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt Q_f	509891 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	443799 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	46366 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,e}$	10626 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	9100 kWh/a
Endenergie: (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	441541 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h,f}^*$	0 kWh/a
	Wärmeerzeugung Absorptionskältemaschine $Q_{h,AKM,f}$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Kühlfunktion $Q_{c,f}^*$	0 kWh/a
	Dampferzeugung/Befeuchtung (nur Dampf) $Q_{m,f}$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	44812 kWh/a
	Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$	9100 kWh/a
	Beleuchtung $Q_{l,f}$	10626 kWh/a

Hilfsenergie: (Referenzgebäude)	Hilfsenergiebedarf gesamt W_f	12912 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_h^*$	2259 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf KÜHLSYSTEM W_c	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kälte RLT-Anlage W_c^*	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Absorptionskältemaschine $W_{c,f,therm}$	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser W_w	1554 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung W_v	9100 kWh/a
Nutzenergie: (Referenzgebäude)	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b	414073 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$	338451 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	69550 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$	6072 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$	338451 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung statisch $Q_{c,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung Luftaufbereitung $Q_{vc,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Heizregister $Q_{h^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^*,b}$	0 kWh/a
	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,423 W/(m²K)
	CO ₂ -Emission Referenzgebäude:	118339 kg/a

Berechnung der Anlage nach DIN V 18599:2018-09

Trinkwarmwasser Kreis zentral: Kreis TW

Nutzenergiebedarf TW-Kreis Q_w : 69550 kWh/a
Hilfsenergiebedarf TW-Kreis W_w : 0 kWh/a

Trinkwarmwasser Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit TW

Nutzenergiebedarf $Q_{w,b}$: 69550 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_w : 0 kWh/a
Erzeugernutzwärme $Q_{w,outg}$: 87378 kWh/a

Trinkwarmwasser Übergabe: Übergabe Gesamtgebäude

Nutzenergieabgabe an die Zone $Q_{w,b}$: 69550 kWh/a

Trinkwarmwasser Verteilerleitungen: Verteilerleitungen

Länge der Leitung L: 313,9 m
U-Wert der Leitung U: 0,20 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 4273 kWh/a

Trinkwarmwasser Strangleitungen: Strangleitungen

Länge der Leitung L: 349,2 m
U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 5361 kWh/a

Trinkwarmwasser Sticleitungen: Sticleitungen

Länge der Leitung L: 481,5 m
U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{w,d}$: 7393 kWh/a

Trinkwarmwasser indirekt beheizter TW-Speicher: indirekt beheizter TW-Speicher

Speichervolumen V_s : 1124 l
Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,s}$: 5,06 kWh/d
Nennleistung Speicherladepumpe P_{Pumpe} : 0,0 W
Laufzeit Speicherladepumpe t_p : 0,0 h/a
jährliche Hilfsenergie Speicher $W_{w,s}$: 0 kWh/a

Lüftung Warmluftkreis: Kreis RLT

Nutzenergiebedarf Heizen $Q_{h,b}$: 0 kWh/a
Verteilungsverluste Heizen $Q_{vh,d}$: 0 kWh/a
Übergabeverluste Heizen $Q_{vh,ce}$: 0 kWh/a
Wärmeenergiebedarf Heizen $Q_{vh,b}$: 0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m,b}$: 0 kWh/a
Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m : 0 kWh/a

Lüftung Systemeinheit: Erzeugungseinheit RLT

mittlerer monatlicher Zukunftvolumenstrom V_{mech} : 7280 m³/h
Energiebedarf Befeuchtung: 0 kWh/a
Energiebedarf Heizung über RLT: 0 kWh/a
Energiebedarf Kühlung über RLT: 0 kWh/a
Hilfsenergiebedarf Wärmerückgewinnung: 0 kWh/a

Lüftung Luftübergabe: Übergabe Gesamtgebäude

Nutzungsgrad Übergabe Wärme an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$: 0,90
Faktor für spez. Energiebedarf der Übergabe (Ventilatoren) $f_{c,ce,aux}$: 0,000 kWh/kWh
Wärmeverlust Luftübergabe $Q_{vh,ce}$: 0,0 kWh/a
Nutzungsgrad Übergabe Kälte an den Raum - Luftführung Kühlen $\eta_{vh,ce}$: 1,00
Faktor für spez. Energiebedarf der Übergabe (Ventilatoren) $f_{c,ce,aux}$: 0,000 kWh/kWh
Kälteverlust Luftübergabe $Q_{vc,ce}$: 0,0 kWh/a

Lüftung Wärmerückgewinnung: Wärmerückgewinnung

elektrische Leistung Wärmetauscher $P_{el,av}$: 0 W

Heizung Heizkreis Raumheizung: Kreis H

Vorlauftemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen ϑ_{VA} : 45 °C

Rücklauftemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen ϑ_{RA} : 30 °C
mittlere Temperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen $\vartheta_{HK,A}$: 38 °C
mittlere Übertemperatur Heizmedium bei Auslegungsbedingungen $\Delta\vartheta_A$: 17 °C
Nutzenergiebedarf $Q_{h,b}$: 324776 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_h : 1378 kWh/a

Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit H

Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b}$: 324776 kWh/a
Nutzenergiebedarf RLT $Q_{h,b}$: 0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Absorptionskältemaschine $Q_{h,r,b}$: 0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Gesamt $Q_{h,b}$: 324776 kWh/a
Erzeugernutzwärme Heizung $Q_{h,outg}$: 386973 kWh/a
Erzeugernutzwärme RLT $Q_{h,outg}$: 0 kWh/a
Erzeugernutzwärme Absorptionskältemaschine $Q_{h,outg,r}$: 0 kWh/a
Erzeugernutzwärme Gesamt $Q_{h,outg}$: 386973 kWh/a
Hilfsenergiebedarf W_h : 1751 kWh/a

Heizung Übergabe bauteilintegrierte Heizflächen: Übergabe Gesamtgebäude

Durch alle Verluste verursachte Temperaturschwankung $\Delta\vartheta_{ce}$: 2,40 K
Nutzenergieabgabe an die Zone $Q_{h,b}$: 324776 kWh/a
jährlicher Wärmeverlust Übergabe $Q_{h,ce}$: 50386 kWh/a
jährliche Hilfsenergie Übergabe $W_{h,ce}$: 0 kWh/a

Heizung Verteilerleitungen: Verteilerleitungen

Länge der Leitung L: 2058,3 m
U-Wert der Leitung U: 0,20 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$: 7177 kWh/a

Heizung Strangleitungen: Strangleitungen

Länge der Leitung L: 62,2 m
U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$: 277 kWh/a

Heizung Anbindeleitungen: Anbindeleitungen

Länge der Leitung L: 979,9 m
U-Wert der Leitung U: 0,25 W/(mK)
jährlicher Wärmeverlust der Leitung $Q_{h,d}$: 4356 kWh/a

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

Differenzdruck Wärmeerzeuger Δp_{WE} : 1 kPa
Differenzdruck im Auslegungspunkt Δp : 81 kPa
Pumpenleistung P_{Pump} : 496 W
Aufwandszahl für Betrieb der Heizkreispumpe $e_{h,d,aux}$: 4,30
jährliche Hilfsenergie Pumpe $W_{h,d}$: 1378 kWh/a

Elektrowärmepumpe Heizung (Außenluft-Wasser): Wärmepumpe

Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung $\Delta\vartheta_M$: 5,0 K
Druckabfall der Sekundärseite (Wärmesenke) sDp_{sek} : 10 kPa
Volumenstrom der Sekundärseite (Wärmesenke) V_{sek} : 15 m³/h
Leistungsbedarf des Sekundärkreises (Wärmesenke) Φ_{sek} : 139 W
COP für Heizung einstufig

Quellen- temperatur	Senktemperatur					
	35 °C		45 °C		55 °C	
	COP	$\Phi_{g,rel}$	COP	$\Phi_{g,rel}$	COP	$\Phi_{g,rel}$
-7 °C	2,800	0,690	2,300	0,660	1,900	0,640
2 °C	3,200	0,850	2,700	0,820	2,100	0,800
7 °C	3,800	1,000	3,200	0,970	2,600	0,950

COP für Trinkwarmwasser

Quellen- temperatur	Senktemperatur	
	50 °C	
	COP _{w,t}	P _{s,P0} [W]
7 °C	3,060	49

Nennwärmeleistung Q_n :	188,9 kW
Heizgrenztemperatur ϑ_t :	11,0 °C
Einsatzgrenze (Abschalttemperatur) der Wärmepumpe ϑ_{ltc} :	-10,0 °C
Bivalenztemperatur ϑ_{bp} :	-6,0 °C
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe - TW SPF_w :	2,52
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe - Heizung SPF_h :	3,24
Erzeugernutzwärmeabgabe Gesamt TW $Q_{w,outg}$:	87378 kWh/a
Erzeugernutzwärmeabgabe Gesamt H $Q_{h,outg}$:	386973 kWh/a
Erzeugernutzwärmeabgabe Wärmepumpe TW $Q_{w,outg,g}$:	87378 kWh/a
Erzeugernutzwärmeabgabe Wärmepumpe H $Q_{h,outg,g}$:	386973 kWh/a
Erzeugernutzwärmeabgabe Zusatzheizung TW $Q_{w,outg,BU}$:	0 kWh/a
Erzeugernutzwärmeabgabe Zusatzheizung H $Q_{h,outg,BU}$:	2138 kWh/a
Endenergiebedarf H $Q_{h,f}$:	119232 kWh/a
Endenergiebedarf TW $Q_{w,f}$:	34620 kWh/a
Primärenergiefaktor Strom-Mix f_p :	1,80

Strom aus regenerativer Energie - PV-Anlage: PV

Gesamtfläche der PV-Anlage ohne Randeinbindung A_{Netto} :	360,00 m²
Systemleistungsfaktor f_{perf} :	0,750
flächenbezogener Peakleistungskoeffizient K_{pk} :	0,166

Bauphysikalische Berechnungen der Bauteilaufbauten

Bauteilaufbau: AW1

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

	Dicke d	λ	R	maßg. μ	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,130				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	25,0	2,300	0,109				
Mineralwolle (MW) 035/46,25 kg/m³ (Fassaden-Dämmung)	22,0	0,035	6,286				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,040				
	$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$		6,564				

$$U = 1/R_T = 0,15 \text{ W/(m²K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 585,2 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 6,39 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 63,89 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 1,32 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Aussenwand Erdreich

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

	Dicke d	λ	R	maßg. μ	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,130				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	25,0	2,300	0,109				
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) 035 nach DIN EN 13164	200,0	0,035	57,143				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,000				
	$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$		57,382				

$$U = 1/R_T = 0,02 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 655,0 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 57,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 63,89 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 1,61 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Dach 1

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,100				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	32,0	2,300	0,139				
Polyurethan-Hartschaum (PUR) 027 nach DIN EN 13165	17,0	0,027	6,296				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,040				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			6,575				

$$U = 1/R_T = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 742,8 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 6,44 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 63,89 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 1,56 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Bodenplatte UG

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,170				
Zement-Estrich CT	6,0	1,400	0,043				
Mineralwolle (MW) 040/150 kg/m³ nach DIN EN 13162	2,0	0,040	0,500				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	32,0	2,300	0,139				
Polyurethan-Spritz-/Ortschaum (PUR/PIR) 040 nach DIN EN 14315-1 / 14318-1	16,0	0,040	4,000				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,000				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			4,852				

$$U = 1/R_T = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 866,2 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 4,68 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 34,19 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 1,75 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Decke über Fahrzeughalle

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,130				
Zement-Estrich CT	6,0	1,400	0,043				
Mineralwolle (MW) 050/150 kg/m³ nach DIN EN 13162	2,0	0,050	0,400				
Polyurethan-Hartschaum (PUR) 035 nach DIN EN 13165	6,0	0,035	1,714				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	32,0	2,300	0,139				
Mineralwolle (MW) 050/50 kg/m³ nach DIN EN 13162	4,0	0,050	0,800				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,130				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			3,356				

$$U = 1/R_T = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 862,6 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt $\min R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 3,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 34,19 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 0,34 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Boden Fahrzeughalle

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,170				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	28,0	2,300	0,122				
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) 035 nach DIN EN 13164	10,0	0,035	2,857				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,000				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			3,149				

$$U = 1/R_T = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 648,0 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt $\min R = 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 2,98 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 63,89 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 1,61 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

Bauteilaufbau: Wand zur FZ Halle (InnenW)

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

	Dicke d	λ	R	maßg. μ	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen R_{si}			0,130				
Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m³)	25,0	2,300	0,109				
Mineralische Innendämmplatte (045)	6,0	0,045	1,333				
Wärmeübergang außen R_{se}			0,130				
	$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$		1,702				

$U = 1/R_T = 0,59 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt $m' = 581,6 \text{ kg/m}^2$.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt $\min R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 1,44 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame flächenbezogene Wärmekapazität des Bauteilaufbaus (10-cm-Regel)

$C_{\text{wirk},i} = 63,89 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$

$C_{\text{wirk},e} = 1,83 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$

Berechnungen der einzelnen Zonen

Zone: Gesamtgebäude

- diese Zone ist beheizt
- diese Zone ist mechanisch belüftet
- diese Zone hat einen Warmwasserbedarf
- diese Zone hat Energiebedarf für Beleuchtung
- Korrekturfaktor fließendes Grundwasser Gw (DIN 13370 Anhang H): 0,00
- Dauer der Beheizung in der Nutzungszeit: 150,8 d/a
- Dauer der Beheizung in der Nichtnutzungszeit: 41,3 d/a
- Außenwandfläche der Zone: 3716,0 m²
- Fensterfläche der Zone: 672,6 m²
- Fensterflächenanteil der Zone: 15,3 %
- Wärmekapazität der Zone: 695500 Wh/K
(schwere Gebäudezone 130 Wh/(m²K))

Spezifischer Transmissionswärmetransferkoeffizient

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	F _x [-]	F _x · H _{T,H} [W/K]	H _{T,c} [W/K]
AW Nord	Außenluft	517,20	0,150	1,00	263,48	263,48
enthaltene Fenster:						
Fenster Nord		169,00	1,100			
AW Ost	Außenluft	652,10	0,150	1,00	228,38	228,38
enthaltene Fenster:						
Fenster Ost		118,70	1,100			
AW Süd	Außenluft	642,10	0,150	1,00	367,68	367,68
enthaltene Fenster:						
Fenster Süd		246,70	1,100			
AW West	Außenluft	632,60	0,150	1,00	246,91	246,91
enthaltene Fenster:						
Fenster West		138,20	1,100			
Decke Fahrzeughalle	Unbeheizt (extern)	538,00	0,300	0,35	56,49	161,40
Decke über 5.OG	Außenluft	516,00	0,150	1,00	77,40	77,40
Decke über OG2	Außenluft	385,00	0,150	1,00	57,75	57,75
Decke über OG5	Außenluft	371,00	0,150	1,00	55,65	55,65
Innenwand FZ-Halle	Unbeheizt (extern)	211,60	0,590	0,35	43,70	124,84
Wärmebrückenzuschlag	Außenluft	5732,20	0,050	1,00	286,61	
Gesamt		5138,20			1684,06	1583,50

Der Flächenansatz für den Wärmebrückenzuschlag beinhaltet auch die Bauteile, die nach DIN EN ISO 13370 berücksichtigt werden.

Stationärer thermischer Leitwert (DIN EN ISO 13370)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	L _s [W/K]
Boden UG	Erdreich	311,00	0,115	35,77
Wand im Erdreich	Erdreich	283,00	0,115	32,55
Gesamt		594,00		68,32

Solare Wärmegewinne

Fenster	zu Zone	Fläche • F_F [m²]	g_{\perp} [-]	g_{tot} [-]	F_V [-]	F_S [-]	$Q_{s,tr}$ [kWh/a]
Fenster Nord	Außenluft	101,40	0,52		0,90	0,90	39615
Fenster Ost	Außenluft	71,22	0,52		0,90	0,90	28817
Fenster Süd	Außenluft	148,02	0,52		0,90	0,90	61157
Fenster West	Außenluft	82,92	0,52		0,90	0,90	33281
Gesamt							162870

Zusammenfassung der Transmissionwärmeflusskoeffizienten:

Transmission nach Außen	$H_{T,D} = 1583,50 \text{ W/K}$	$H'_{T,D} = 0,276 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmission nach Unbeheizt	$H_{T,iu} = 0,00 \text{ W/K}$	$H'_{T,iu} = 0,000 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmission zu anderen Zonen	$H_{T,iz} = 0,00 \text{ W/K}$	$H'_{T,iz} = 0,000 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmission zum Erdreich	$H_{T,S} = 68,32 \text{ W/K}$	$H'_{T,S} = 0,012 \text{ W/m}^2\text{K}$

Monatliche spezifische Lüftungswärmeverluste in der Nutzungszeit

Monat	ϑ_i [°C]	$\vartheta_{v,mech}$ [°C]	n_{inf} [1/h]	$H_{v,inf}$ [W/K]	n_{win} [1/h]	$H_{v,win}$ [W/K]	n_{mech} [1/h]	$H_{v,mech}$ [W/K]	$H_{v,z}$ [W/K]
Januar	19,80	18,30	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Februar	19,86	18,50	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
März	20,02	19,40	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
April	20,29	20,80	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Mai	20,59	22,20	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Juni	20,74	23,30	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Juli	20,88	23,90	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
August	20,86	23,80	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
September	20,60	22,00	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Oktober	20,31	20,60	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
November	19,99	19,10	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00
Dezember	19,80	18,20	0,04	272,85	1,00	6177,48	0,15	928,20	0,00

Monatliche spezifische Lüftungswärmeverluste in der Nichtnutzungszeit

Monat	ϑ_i [°C]	$\vartheta_{v,mech}$ [°C]	n_{inf} [1/h]	$H_{v,inf}$ [W/K]	n_{win} [1/h]	$H_{v,win}$ [W/K]	n_{mech} [1/h]	$H_{v,mech}$ [W/K]	$H_{v,z}$ [W/K]
Januar	18,68	18,30	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Februar	18,79	18,50	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
März	19,11	19,40	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
April	19,63	20,80	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Mai	20,20	22,20	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Juni	20,50	23,30	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Juli	20,77	23,90	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
August	20,72	23,80	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
September	20,22	22,00	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Oktober	19,67	20,60	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
November	19,04	19,10	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00
Dezember	18,67	18,20	0,04	272,85	0,10	618,80	0,00	0,00	0,00

Berechnungen Heizung:

Wärmesenken Heizung in der Nutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,sink}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	$\Delta Q_{c,sink}$ [kWh/a]	Q_{sink} [kWh/a]
Januar	14858	50010	0	138	12320	77326
Februar	12816	43111	0	84	11128	67139
März	12109	40531	0	5	10098	62743
April	8483	28229	0	0	3462	40175
Mai	5126	17057	0	0	96	22280
Juni	3091	10287	0	0	0	13378
Juli	1486	4944	0	0	0	6430
August	1783	5933	0	0	0	7716
September	4817	16029	0	0	979	21825
Oktober	8543	28429	0	9	6289	43271
November	12150	40755	0	130	11669	64705
Dezember	14932	50293	0	188	12320	77734

Wärmequellen Heizung in der Nutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,source}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	Q_{source} [kWh/a]
Januar	0	0	16134	2020	18154
Februar	0	0	14242	1800	16042
März	0	0	14821	4393	19214
April	0	186	13427	7454	21066
Mai	0	611	13427	7898	21936
Juni	0	937	12878	7893	21708
Juli	0	1143	13294	7399	21835
August	0	1114	13322	6842	21278
September	0	513	13094	5462	19069
Oktober	0	109	14071	4118	18299
November	0	0	14789	1511	16300
Dezember	0	0	16314	1046	17360

Wärmesenken Heizung in der Nichtnutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,sink}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	$\Delta Q_{c,sink}$ [kWh/a]	Q_{sink} [kWh/a]
Januar	11529	5303	0	114	0	16946
Februar	9945	4574	0	70	0	14588
März	9396	4322	0	4	0	13722
April	6583	3028	0	0	0	9610
Mai	3977	1830	0	0	0	5807
Juni	2399	1103	0	0	0	3502
Juli	1153	530	0	0	0	1683
August	1383	636	0	0	0	2020
September	3738	1719	0	0	0	5457
Oktober	6629	3049	0	8	0	9686
November	9428	4337	0	108	0	13872
Dezember	11586	5330	0	155	0	17071

Wärmequellen Heizung in der Nichtnutzungszeit

Monat	Q_T [kWh/a]	Q_V [kWh/a]	$Q_{i,source}$ [kWh/a]	Q_S [kWh/a]	Q_{source} [kWh/a]
Januar	0	0	121	1666	1787
Februar	0	0	75	1485	1560
März	0	0	0	3624	3624
April	0	0	0	6149	6149
Mai	0	0	0	6516	6516
Juni	0	0	0	6512	6512
Juli	0	0	0	6104	6104
August	0	0	0	5644	5644
September	0	0	0	4506	4506
Oktober	0	0	0	3397	3397
November	0	0	31	1246	1277
Dezember	0	0	160	863	1023

Wärmebilanz Heizung für die Nutzungszeit (200,0 Tage)

Monat	Q_{Sink} [kWh/a]	Q_{Source} [kWh/a]	$\Delta Q_{C,b}$ [kWh/a]	τ [h]	a [-]	η [-]	$Q_{h,b}$ [kWh/a]
Januar	77326	18154	0	76,17	5,76	1,000	59175
Februar	67139	16042	0	76,17	5,76	1,000	51100
März	62743	19214	0	76,17	5,76	0,999	43544
April	40175	21066	0	76,17	5,76	0,988	19355
Mai	22280	21936	0	76,17	5,76	0,859	3445
Juni	13378	21708	0	76,17	5,76	0,601	328
Juli	6430	21835	0	76,17	5,76	0,294	0
August	7716	21278	0	76,17	5,76	0,363	0
September	21825	19069	0	76,17	5,76	0,903	4604
Oktober	43271	18299	0	76,17	5,76	0,996	25046
November	64705	16300	0	76,17	5,76	1,000	48410
Dezember	77734	17360	0	76,17	5,76	1,000	60376
Gesamt	504720	232259	0				315384

Wärmebilanz Heizung für die Nichtnutzungszeit (165,0 Tage)

Monat	Q_{Sink} [kWh/a]	Q_{Source} [kWh/a]	$\Delta Q_{C,b}$ [kWh/a]	τ [h]	a [-]	η [-]	$Q_{h,b}$ [kWh/a]
Januar	16946	1787	12320	263,05	17,44	1,000	2838
Februar	14588	1560	11128	263,05	17,44	1,000	1900
März	13722	3624	10098	263,05	17,44	1,000	0
April	9610	6149	3462	263,05	17,44	1,000	0
Mai	5807	6516	96	263,05	17,44	0,876	0
Juni	3502	6512	0	263,05	17,44	0,538	0
Juli	1683	6104	0	263,05	17,44	0,276	0
August	2020	5644	0	263,05	17,44	0,358	0
September	5457	4506	979	263,05	17,44	0,994	0
Oktober	9686	3397	6289	263,05	17,44	1,000	0
November	13872	1277	11669	263,05	17,44	1,000	925
Dezember	17071	1023	12320	263,05	17,44	1,000	3729
Gesamt	113965	48100	68362				9392

Berechnungen Lüftung:

Nutzenergie Heizung über RLT $Q_{v,h,b}$: 0,0 kWh/a

Nutzenergie Kühlung über RLT $Q_{v,c,b}$: 0,0 kWh/a
 Nutzenergie Dampfbefeuchtung $Q_{v,St,b}$: 0,0 kWh/a
 Energiebedarf Luftförderung $Q_{v,E}$: 14560 kWh/a

Monatlicher Energiebedarf für Luftförderung Nutzungszeit

Monat	V_{mech} [m³/h]	V_{ABL} [m³/h]	$V_{mech,max}$ [m³/h]	$V_{mech,b}$ [m³/h]	$Q_{v,E,ZUL}$ [kWh]	$Q_{v,E,ABL}$ [kWh]	$Q_{v,E}$ [kWh]
Januar	7280	7280	0	7280	618	618	1237
Februar	7280	7280	0	7280	558	558	1117
März	7280	7280	0	7280	618	618	1237
April	7280	7280	0	7280	598	598	1197
Mai	7280	7280	0	7280	618	618	1237
Juni	7280	7280	0	7280	598	598	1197
Juli	7280	7280	0	7280	618	618	1237
August	7280	7280	0	7280	618	618	1237
September	7280	7280	0	7280	598	598	1197
Oktober	7280	7280	0	7280	618	618	1237
November	7280	7280	0	7280	598	598	1197
Dezember	7280	7280	0	7280	618	618	1237
Gesamt					7280	7280	14560

Berechnungen Warmwasser:

mittlere Nettogrundfläche Wohneinheit $A_{NGF,WE,m}$: -1,00 m²
 Korrekturfaktor für hydraulisch geregelte Durchlauferhitzer f_{zapf} : 1,00
 Wärmebedarf Warmwasser Q_w : 69550 kWh/a

Berechnungen Beleuchtungsbereiche:

Energiebedarf Beleuchtung Q_i : 797 kWh/a

Zusammenfassung nach Prozessbereichen:

Energieanteile Prozessbereiche

Bereich	Heizung [kWh/a]	Warmwasser [kWh/a]	Beleuchtung [kWh/a]	Lüftung [kWh/a]	Kühlung/RLT [kWh/a]	Summe [kWh/a]
f_{total}	386585	87378	12161	0	0	486124
f	384834	87378	12161	0	0	484373
aux	1751	0	0	14560	0	16311
reg	265602	52757	0	0	0	318360
g	0	0	0	0	0	0
outg	386973	87378	12161	0	0	486511
s	0	801	0	0	0	801
d	11810	17027	0	0	0	28837
ce	50386	0	0	0	0	50386
b	324776	69550	12161	0	0	406487

Bauphysikalische Berechnungen der Fenster

Fenster: Fenster Nord

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,10 W/(m²K)

Fenster: Fenster Süd

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,10 W/(m²K)

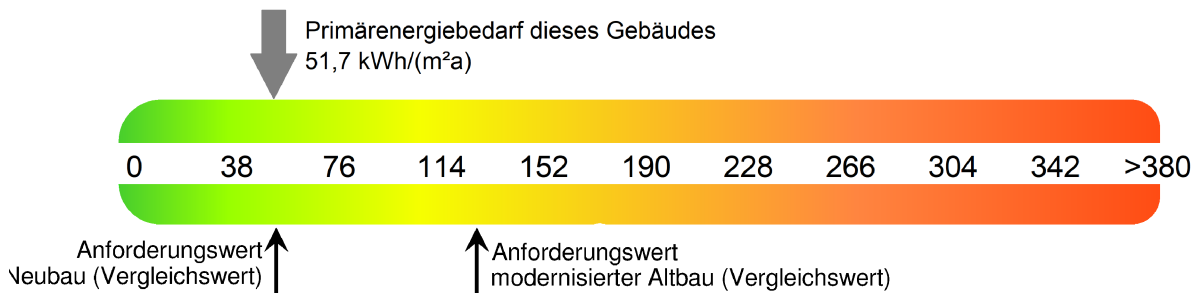
Fenster: Fenster Ost

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,10 W/(m²K)

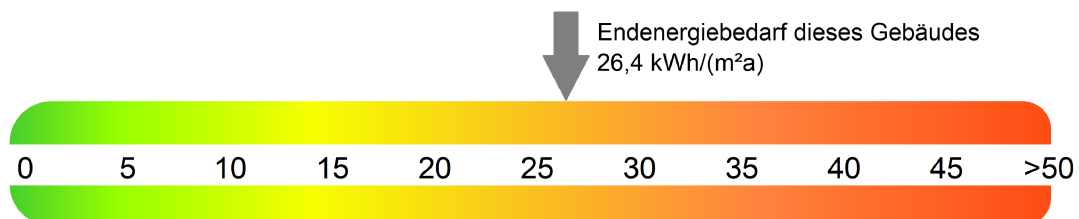
Fenster: Fenster West

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,10 W/(m²K)

Primärenergiebedarf "Gesamtenergieeffizienz"



Endenergiebedarf



Kurzergebnisse

Berechnung vom 12.03.2024 12:18:33

BKI Energieplaner Version 24.0.7

Berechnungsmodus: Energieausweis und GEG-Nachweis nach GEG § 80 Abs. 1 (Neubau, Umbau) - vereinfachtes Verfahren

Klimaregion: Referenzklima Deutschland

Berechnungsvorschrift: GEG 2024 mit DIN V 18599:2018-09

Bauphysik:	Gesamtgebäude	
	thermisch konditioniertes Volumen V_e	22550 m³
	Nettogrundfläche A_{NGF}	5350 m²
	Verhältnis A/V_e	0,25 1/m
	Luftvolumen V	18200 m³
	Fläche Gebäudehülle A	5732,2 m²
Primärenergie:	Primärenergiebedarf gesamt Q_p	276676 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	191048 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	38173 kWh/a
	Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$	11795 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$	13261 kWh/a
	Primärenergieanteil regenerativer Strom GEG 2024	73907 kWh/a
Endenergie: (mit Abzug des regen. Stromertrags)	Endenergiebedarf gesamt Q_f (brennwertbezogen)	141264 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,f}$	106138 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,f}$	21207 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,f}$	6553 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	7367 kWh/a
	angerechneter Endenergieanteil regenerativer Strom GEG 2024	41060 kWh/a
	Endenergiebedarf gesamt $Q_{f,Hi}$ (heizwertbezogen)	141264 kWh/a
Endenergie: (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt Q_f (brennwertbezogen)	182324 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,f}$	120983 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,f}$	34620 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,f}$	12161 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	14560 kWh/a
Endenergie: (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	119232 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h,f}^*$	0 kWh/a
	Wärmeerzeugung Absorptionskältemaschine $Q_{h,AKM,f}$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung RLT-Kühlfunktion $Q_{c,f}^*$	0 kWh/a
	Dampferzeugung/Befeuchtung (nur Dampf) $Q_{m,f}$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	34620 kWh/a
	Hilfsenergie Lufttransport $W_{v,f}$	14560 kWh/a
	Beleuchtung $Q_{l,f}$	12161 kWh/a
Hilfsenergie:	Hilfsenergiebedarf gesamt W_f	16311 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_h^*$	1751 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kühlsystem W_c	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kälte RLT-Anlage W_c^*	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Absorptionskältemaschine $W_{c,f,therm}$	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser W_w	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung W_v	14560 kWh/a
Nutzenergie:	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b	395124 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$	324776 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m,b}^*$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	69550 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$	797 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$	324776 kWh/a

	Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung statisch $Q_{c,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung Luftaufbereitung $Q_{vc,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Heizregister $Q_{h^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^*,b}$	0 kWh/a
	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,338 W/(m²K)
Wärmebilanz Heizung:	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,338 W/(m²K)
	spezifischer Wärmebrückenverlust $H_{T,WB}'$:	0,050 W/(m²K)
	spezifischer Heizwärmebedarf q_h	60,7 kWh/(m²a)
	Transmissionswärmeverluste Q_t	177941 kWh/a
	Lüftungswärmeverluste Q_v	371369 kWh/a
	solare Warmegewinne Q_s	78162 kWh/a
	interne Warmegewinne Q_i	143788 kWh/a
	CO ₂ -Emission:	79108 kg/a
	Einsparung Endenergie gegenüber Referenzgebäude:	139176 kWh/a
	Einsparung Primärenergie gegenüber Referenzgebäude:	11711 kWh/a
	Einsparung CO ₂ -Emission gegenüber Referenzgebäude:	-14022 kg/a
	(Ergebnisse des Referenzgebäudes mit Faktor 0,55 abgemindert)	

Ergebnisse für das Referenzgebäude nach GEG 2024:

Primärenergie: (Referenzgebäude)	Primärenergiebedarf gesamt Q_p	524340 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	441628 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	47205 kWh/a
	Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$	19127 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$	16380 kWh/a
	Primärenergiebedarf für GEG-Nachweis Q_p	279708 kWh/a
Endenergie: (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt Q_f	509891 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	443799 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	46366 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,e}$	10626 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	9100 kWh/a
Endenergie: (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	441541 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h^*,f}$	0 kWh/a
	Wärmeerzeugung Absorptionskältemaschine $Q_{h,AKM,f}$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Kühlfunktion $Q_{c^*,f}$	0 kWh/a
	Dampferzeugung/Befeuchtung (nur Dampf) $Q_{m^*,f}$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	44812 kWh/a
	Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$	9100 kWh/a
	Beleuchtung $Q_{l,f}$	10626 kWh/a
Hilfsenergie: (Referenzgebäude)	Hilfsenergiebedarf gesamt W_f	12912 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_{h^*}$	2259 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kühlsystem W_c	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kälte RLT-Anlage W_{c^*}	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Absorptionskältemaschine $W_{c,f,therm}$	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser W_w	1554 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung W_v	9100 kWh/a
Nutzenergie: (Referenzgebäude)	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b	414073 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$	338451 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	69550 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$	6072 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$	338451 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$	0 kWh/a

Nutzenergiebedarf Kühlung statisch $Q_{c,b}$	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Kühlung Luftaufbereitung $Q_{vc,b}$	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m,b}^*$	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf für RLT-Heizregister $Q_{h,b}^*$	0 kWh/a
Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c,b}$	0 kWh/a
spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,423 W/(m²K)
CO ₂ -Emission Referenzgebäude:	118339 kg/a

Strom aus erneuerbaren Energien gemäß GEG 2024

Stromertrag aus Berechnung nach DIN V 18599-9:2018-09

Die Berechnung erfolgt nach DIN V 18599-9:2018-09. Für die solare Einstrahlung wird die Strahlungsstärke des Referenzklimas Potsdam unter Verwendung von Neigung und Ausrichtung angesetzt.

gesamte Peakleistung/Nennleistung der PV-Anlagen

59,76 kW

PV-Erträge

Monat	Stromertrag aus PV	Strom Bedarf Wärme/Kälte	Strom Bedarf Hilfsenergie	angerechneter Stromertrag
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Januar	1501	26777	2672	1501
Februar	1491	23659	2326	1491
März	3631	20222	2437	3631
April	6302	9038	2248	6302
Mai	6903	3512	2239	5751
Juni	6999	2167	2106	4273
Juli	6242	1931	2180	4111
August	5972	1960	2208	4168
September	4560	3802	2249	4560
Oktober	3301	11106	2457	3301
November	1191	21780	2549	1191
Dezember	780	27899	2801	780
Gesamt	48874	153853	28471	41060

gesamter Strombedarf (Endenergie/Hilfsenergie) des Gebäudes:

182324 kWh/a

durch regenerativ erzeugten Strom gedeckter Bedarf (Endenergie):

41060 kWh/a

Deckungsanteil regenerativer Strom am gesamten Strombedarf:

22,5 %

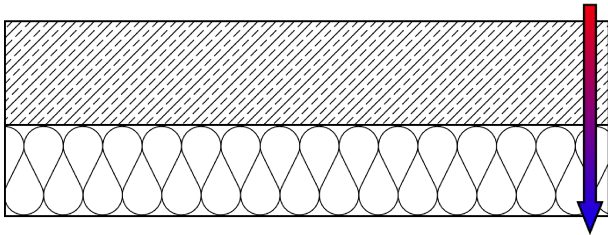
gesamte angerechnete Primärenergie aus regenerativ erzeugtem Strom:

73907 kWh/a

Übersicht über die Bauteilaufbauten

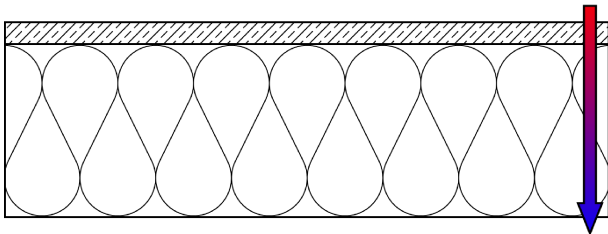
Bauteil: AW1 ($U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	25,00	Beton armiert mit 1% Stahl ($2300 \text{ kg}/\text{m}^3$)
2	22,00	Mineralwolle (MW) 035/46,25 kg/m^3 (Fassaden- Dämmung)



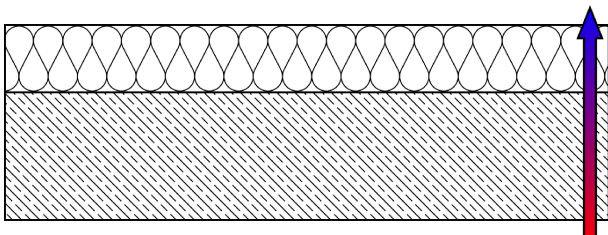
Bauteil: Außenwand Erdreich ($U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	25,00	Beton armiert mit 1% Stahl ($2300 \text{ kg}/\text{m}^3$)
2	200,00	Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) 035 nach DIN EN 13164



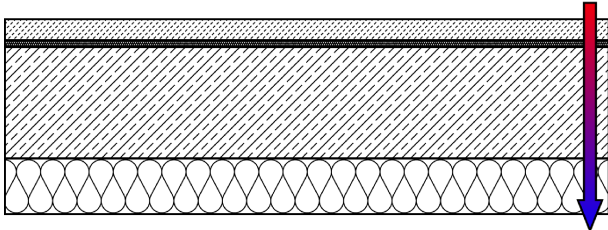
Bauteil: Dach 1 ($U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	32,00	Beton armiert mit 1% Stahl ($2300 \text{ kg}/\text{m}^3$)
2	17,00	Polyurethan-Hartschaum (PUR) 027 nach DIN EN 13165



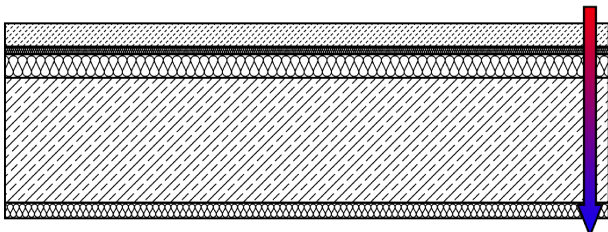
Bauteil: Bodenplatte UG ($U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	6,00	Zement-Estrich CT
2	2,00	Mineralwolle (MW) 040/150 kg/m ³ nach DIN EN 13162
3	32,00	Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m ³)
4	16,00	Polyurethan-Spritz-/Ortschaum (PUR/PIR) 040 nach DIN EN 14315-1 / 14318-1



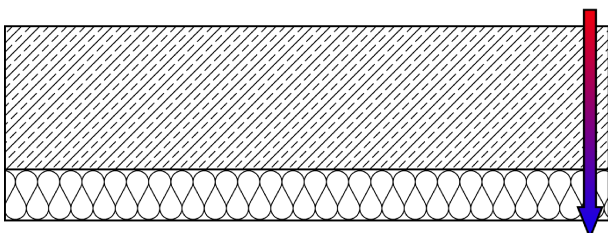
Bauteil: Decke über Fahrzeughalle ($U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	6,00	Zement-Estrich CT
2	2,00	Mineralwolle (MW) 050/150 kg/m ³ nach DIN EN 13162
3	6,00	Polyurethan-Hartschaum (PUR) 035 nach DIN EN 13165
4	32,00	Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m ³)
5	4,00	Mineralwolle (MW) 050/50 kg/m ³ nach DIN EN 13162



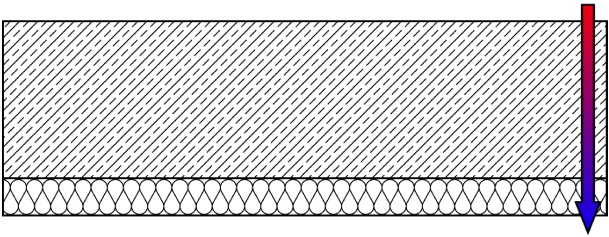
Bauteil: Boden Fahrzeughalle ($U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	28,00	Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m ³)
2	10,00	Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) 035 nach DIN EN 13164



Bauteil: Wand zur FZ Halle (InnenW) ($U = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	25,00	Beton armiert mit 1% Stahl (2300 kg/m ³)
2	6,00	Mineralische Innendämmplatte (045)



Übersicht der transparenten Bauteile

Fenster: Fenster Nord

Fensteraufbau: Fenster N

Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	1,10 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,52	Sonnenschutz g_{tot}	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90	Verschattung $F_{s,Sommer}$	0,90
Abminderungsfaktor F_v	0,90	Transmissionsgrad τ_{D65}	0,65
Zone innen	Gesamtgebäude	Zone außen	Außenluft
Fläche	169,00 m²		

Fenster: Fenster Süd

Fensteraufbau: Fenster N

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	1,10 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,52	Sonnenschutz g_{tot}	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90	Verschattung $F_{s,Sommer}$	0,90
Abminderungsfaktor F_v	0,90	Transmissionsgrad τ_{D65}	0,65
Zone innen	Gesamtgebäude	Zone außen	Außenluft
Fläche	246,70 m²		

Fenster: Fenster Ost

Fensteraufbau: Fenster N

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	1,10 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,52	Sonnenschutz g_{tot}	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90	Verschattung $F_{s,Sommer}$	0,90
Abminderungsfaktor F_v	0,90	Transmissionsgrad τ_{D65}	0,65
Zone innen	Gesamtgebäude	Zone außen	Außenluft
Fläche	118,70 m²		

Fenster: Fenster West

Fensteraufbau: Fenster N

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	1,10 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,52	Sonnenschutz g_{tot}	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90	Verschattung $F_{s,Sommer}$	0,90
Abminderungsfaktor F_v	0,90	Transmissionsgrad τ_{D65}	0,65
Zone innen	Gesamtgebäude	Zone außen	Außenluft
Fläche	138,20 m²		