



Bauteilnachweis

Projekt Sanierung und Teilneubau Geschwister-Scholl-Realschule

Gebäude Sanierung Bauabschnitt 2
Albert-Schweitzer-Straße 4
58840 Plettenberg

Aussteller Marco Rannacher
Dipl.- Ing. (FH) Architekt Marco Rannacher
Werler Straße 61
59469 Ense

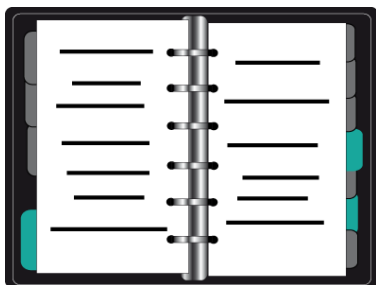
Auftraggeber Stadt Plettenberg
Grünestraße 12
58840 Plettenberg

Erstellungsdatum 02.09.2026



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Allgemein.....	3
Projektdaten	3
Nachweisergebnisse	4
Gebäudeergebnisse.....	6
BEG-Ergebnisse	6
Strom aus erneuerbaren Energien nach GModG § 23.....	9
Bautechnik	12
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2.....	12
Übersicht der verwendeten Konstruktionen.....	13
Verwendete Konstruktionen	14
Fenstertypen.....	35
Tabellarische Übersicht der Zonen	38
Nutzungszeiten	39
Anlagentechnik	40
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung	40
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser	43
Anlagentechnik: Kälteerzeugungseinheiten	45
Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen	47
Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung.....	51
Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser	57
Anlagentechnik: Verteilsystem Kälte	58
Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft	60
Referenzgebäude.....	62
Bestimmung des Anforderungswerts Primärenergie	62



Allgemein

Projektdaten

Projekt

Projektname	Sanierung und Teilneubau Geschwister-Scholl-Realschule
Erstellungsdatum	02.09.2026
Programmversion	ZUB Helena v7.161 Ultra

Aussteller

Name	Marco Rannacher
Firma	Dipl.- Ing. (FH) Architekt Marco Rannacher
Berufsbezeichnung	Dipl.- Ing. Architekt
Straße, Hausnr.	Werler Straße 61
PLZ / Ort	59469 Ense
Telefon	029385571856
E-Mail	info@marco-rannacher.de

Auftraggeber / Eigentümer

Auftraggeber / Eigentümer	Stadt Plettenberg
Straße, Nr.	Grünestraße 12
PLZ, Ort	58840 Plettenberg

Gebäude

Name/Bezeichnung	Schulsanierung
Gebäudeteil	Bauabschnitt 2
Straße, Hausnr.	Albert-Schweitzer-Straße 4
PLZ, Ort	58840 Plettenberg



Baujahr	1970
Jahr der baulichen Änderung	2026
Baujahr des Wärmeerzeugers	2026
Baujahr der Klimaanlage	2026

Berechnungsverfahren

Gebäudeart	Nichtwohngebäude nach DIN V 18599
Randbedingungen	Nachweis nach GModG
Berechnung gemäß	GModG bis 31.12.2026
Art des GModG-Nachweises	Neubau (auch BEG-Effizienzhaus im Bestand)
keine Verrechnung von Energieträger Nachtstrom bei GModG §23	nein
Art des Gebäudes	Bestandsgebäude
Vereinfachte Flächenerfassung nach DIN V 18599-1 Anhang D	nein

Randbedingungen der Berechnung

Klimastandort	Region 4 - Potsdam (GModG Referenzklima)
---------------	--

Nachweisergebnisse

Projekt: Sanierung und Teilneubau Geschwister-Scholl-Realschule, Albert-Schweitzer-Straße 4, 58840 Plettenberg

Berechnung: Nichtwohngebäude nach GmODG 202&, Verfahren nach DIN V 18599:2018, Sanierung mit Neubau-Berechnung

GModG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	52,41	–	–



Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile (> = 19 °C)	0,20	0,28	71,4 %
Transparente Außenbauteile (> = 19 °C)	1,1	1,5	73,3 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,34	0,50	68,0 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GModG Anlage 9 betragen: 16,3 kg/(m²a).

Beim Einbau von neuen Heizungsanlagen sind für Wärmeerzeuger mit fossilen Energieträgern oder fester Biomasse, thermische Solaranlagen und Stromdirektheizungen die Anforderungen nach GModG §42-46 einzuhalten. Dies wurde in der Berechnung nicht geprüft.

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 ist erfüllt.

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 werden eingehalten.

Nachgewiesene Räume:

Raum (Nachweis: vereinfachtes Verfahren)	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
DAZ 02.01 (2. OG)	0,031 (zulässig)	0,072

Ense, 02.09.2026



Marco Rannacher



Gebäudeergebnisse

BEG-Ergebnisse

Ergebnisse	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert	Soll-Wert für Effizienzgebäude 55
spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	52,4	95,3	55 %	55 %
Primärenergiebedarf [kWh/a]	195.105,4	354.708,2	55 %	55 %
mittl. U-Wert Opake Außenbauteile (≥ 19 °C) [W/(m²K)]	0,17	0,22	77 %	100 %
mittl. U-Wert Transparente Außenbauteile (≥ 19 °C) [W/(m²K)]	1,1	1,2	92 %	100 %
mittl. U-Wert Oberlichter,Türen,Tore (≥ 19 °C) [W/(m²K)]	2,0	2,0	100 %	100 %
mittl. U-Wert Opake Außenbauteile (< 19 °C) [W/(m²K)]	0,23	0,28	82 %	100 %
mittl. U-Wert Oberlichter,Türen,Tore (< 19 °C) [W/(m²K)]	2,5	2,5	100 %	100 %

Erreichter Effizienzhausstandard:

Effizienzgebäude 55 EE (Sanierung)



Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen

	Endenergie	Primärenergie	Treibhausgasemissionen
ohne Korrektur für regenerative Stromerzeugung	182.784 kWh/a		
Korrektur für regenerative Stromerzeugung	-74.392 kWh/a		
Gebäudeergebnis	108.392 kWh/a	195.105 kWh/a	60.699 kg/a
Einsparung gegenüber 0,55fachem Wert des GModG-Referenzgebäudes	63.737 kWh/a (-37 %)	-16 kWh/a (+0 %)	-6.650 kg/a (+12 %)

Regenerativ erzeugter Strom

Gesamter Strombedarf: 182.784 kWh/a

Gesamte Eigennutzung regenerativ erzeugten Stromes: 74.392 kWh/a

Deckungsanteil am Strombedarf: 40,7 %

Berechnung des PV-Ertrags nach DIN V 18599-9:2018-09: ja

Erfüllung der EE-Klasse nach BEG - Übersicht

Maßnahme	Erzeuger	Regenerativer Anteil des Energieträgers	Durch Maßnahme gedeckter Anteil
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	PV-Anlage		11,65 %
Wärmepumpe	Wärmepumpe 1	100,00 %	27,85 %
Wärmepumpe	Wärmepumpe 2	100,00 %	2,45 %
Wärmerückgewinnung			36,52 %
Gesamt			78,48 %

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse sind erfüllt

Erfüllung der EE-Klasse nach BEG - Detaillierte Darstellung

Berechnung des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes:



für Heizung ($Q_{h,outg} + Q_{h^*,outg}$)	306.326,3 kWh/a
für Trinkwarmwasser ($Q_{w,outg}$)	1.773,8 kWh/a
für Kühlung und Befeuchtung ($Q_{c,outg} + Q_{c^*,outg} + Q_{m^*,outg}$)	51.364,3 kWh/a
gesamter Wärmeenergiebedarf $Q_{outg, GEG}$	359.464,4 kWh/a

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien: PV-Anlage

	Stromerzeugung	Elektrische Endenergie [kWh]			
Monat	[kWh]	Heizung	Warmwasser	Kühlung	Anrechenbar
Jan.	2.296	24.335	151	0	2.296
Feb.	2.281	19.246	136	2	2.281
März	5.556	13.064	151	56	5.556
Apr.	9.643	5.087	146	381	5.614
Mai	10.561	1.804	151	1.454	3.408
Juni	10.710	877	146	2.523	3.546
Juli	9.551	415	150	3.743	4.307
Aug.	9.138	468	150	3.223	3.841
Sep.	6.977	1.937	146	895	2.977
Okt.	5.051	6.254	151	156	5.051
Nov.	1.822	15.630	146	2	1.822
Dez.	1.194	24.663	151	0	1.194
Gesamt	74.781	113.780	1.774	12.435	41.895

Jährliche Stromerzeugung	74.781 kWh/a
Strombedarf für Wärme-/Kälteerzeugung	127.989 kWh/a
anrechenbare Erzeugung	41.895 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	11,7 %

Wärmepumpe: Wärmepumpe 1

Von Erzeugereinheit bereit gestellte Wärmeenergie	161.043 kWh/a
Davon regenerativer Anteil für Heizung	100.119 kWh/a
Jahresarbeitszahl für Heizung der Erzeugereinheit	2,64
Davon regenerativer Anteil für Trinkwarmwasser	0 kWh/a
Jahresarbeitszahl für Trinkwarmwasser der Erzeugereinheit	0,00
Mit erneuerbaren Energien bereit gestellte Wärmeenergie	100.119 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	27,9 %



Wärmepumpe: Wärmepumpe 2

Von Erzeugereinheit bereit gestellte Wärmeenergie	15.004 kWh/a
Davon regenerativer Anteil für Heizung	8.811 kWh/a
Jahresarbeitszahl für Heizung der Erzeugereinheit	2,42
Davon regenerativer Anteil für Trinkwarmwasser	0 kWh/a
Jahresarbeitszahl für Trinkwarmwasser der Erzeugereinheit	0,00
Mit erneuerbaren Energien bereit gestellte Wärmeenergie	8.811 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	2,5 %

Wärmerückgewinnung

$Q_{\text{outg, ohne WRG}}$	359.464,4 kWh/a
$Q_{\text{outg, mit WRG}}$	228.171,1 kWh/a
Differenz	131.293,3 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	36,5 %

Strom aus erneuerbaren Energien nach GModG § 23

Verrechnungsart nach GModG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Energienutzung für Beheizung (Endenergie)	72.027 kWh/a
Stromnutzung für andere Bereiche	110.757 kWh/a
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GModG §23 Abs. 2

Photovoltaik gemäß GModG und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung P_{pk} [kW]	85,7 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	77,1 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	471,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Stark belüftete oder saugbelüftete Module, freistehende Module



Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,80
Ausrichtung	Süd
Winkel	30°

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlage

Monat	PV-Anlage [kWh/Monat]
Januar	2.295,98
Februar	2.281,17
März	5.556,27
April	9.643,11
Mai	10.561,50
Juni	10.709,63
Juli	9.551,27
August	9.137,99
September	6.976,81
Oktober	5.051,15
November	1.821,97
Dezember	1.193,91
Gesamt [kWh/Jahr]	74.780,75

Monatliche Verrechnung der Endenergie Strom nach GModG § 23 Abs. 2

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrektur n der Endenergie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
Januar	2.296,0	0,0	1.167,4	150,9	977,6	0,0
Februar	2.281,2	135,1	1.021,0	136,3	988,7	0,0
März	5.556,3	527,9	1.102,7	150,8	3.774,8	0,0
April	9.643,1	2.189,7	1.049,2	145,9	2.873,5	2.996,3
Mai	10.561,5	6.909,9	1.071,8	150,6	1.052,1	1.377,0
Juni	10.709,6	10.709,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Juli	9.551,3	9.551,3	0,0	0,0	0,0	0,0
August	9.138,0	9.138,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrektur n der Endenergie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
September	6.976,8	4.256,7	1.073,1	145,7	1.301,6	199,7
Oktober	5.051,2	1.115,6	1.139,7	150,7	2.645,2	0,0
November	1.822,0	171,6	1.141,7	146,0	362,7	0,0
Dezember	1.193,9	0,0	1.193,9	0,0	0,0	0,0
Gesamt	74.780,7	44.705,4	9.960,5	1.176,9	13.976,3	4.573,1

Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuer- bare Energien [kWh/a]	Deckungs- anteil
Heizung	72.027,4	13.976,3	19,4 %
Warmwasser	1.773,8	1.176,9	66,4 %
Kühlung	59.338,9	44.705,4	75,3 %
Beleuchtung	13.189,0	9.960,5	75,5 %
Lüftung	36.455,0	4.573,1	12,5 %
Gesamt	182.784,0	74.392,2	40,7 %



Bautechnik

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
Flachdach Vereinshaus	ja	7,10	1,20	
Flachdach Schule	ja	7,10	1,20	
Zwischendecke	nicht geprüft	1,66	-	
Kellerdecke Schule	ja	2,28	0,90	zu nicht beheiztem Keller
Bodenplatte Vereinshaus	ja	2,28	1,75	
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
AW VHF + MW im Gefach:	ja	6,00 6,95	1,00 1,75	inhomogenes Bauteil
IW 20 cm	nicht geprüft	4,52	-	



Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
IW 20 cm	nicht geprüft	4,52	-	
IW 24 cm	nicht geprüft	0,64	-	
IW 24 cm	nicht geprüft	0,64	-	
IW 10 cm	nicht geprüft	1,67	-	
IW 34,5 cm	nicht geprüft	4,52	-	
IW 30 cm	nicht geprüft	0,79	-	
IW 15 cm	nicht geprüft	3,10	-	
IW 11,5 cm	nicht geprüft	0,31	-	
IW 17,5 cm	nicht geprüft	0,47	-	
IW 25 cm	nicht geprüft	3,10	-	

Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	R_{si} / R_{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m^2]
Kellerdecke Schule (über Kriechkeller)	0,381	0,17 / 0,17	27,0	32	1.307,1
Zwischendecke	0,539	0,10 / 0,10	25,5	43	420,8
Flachdach Vereinshaus	0,138	0,10 / 0,04	31,0	8	256,8
AW VHF + MW	0,162	0,13 / 0,04	40,5	78	1.350,0
Bodenplatte Vereinshaus	0,401	0,17 / 0,04	27,0	5	245,7
IW GK 15 cm	0,298	0,13 / 0,13	15,0	113	869,4
IW GK 20 cm	0,209	0,13 / 0,13	20,0	59	1.167,0
IW GK 10 cm	0,519	0,13 / 0,13	10,0	1	30,2
IW 24 cm	1,117	0,13 / 0,13	26,0	41	430,7
IW 30 cm	0,953	0,13 / 0,13	32,0	2	41,6

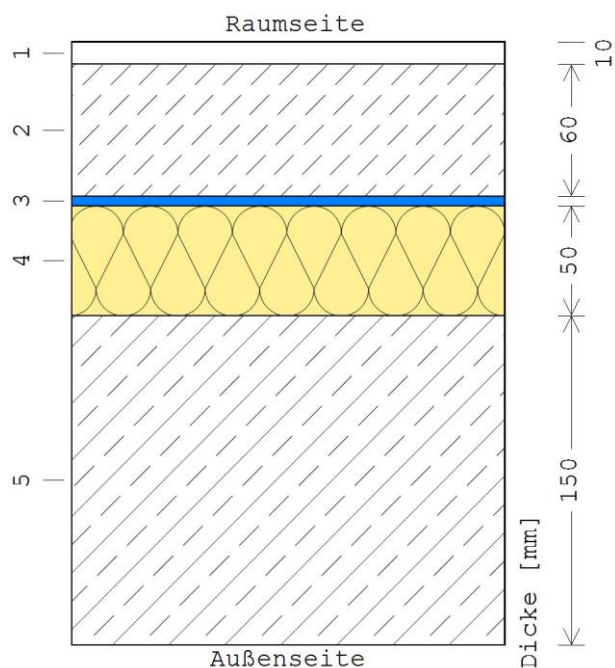


Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
IW 11,5 cm	1,740	0,13 / 0,13	13,5	1	3,1
IW 17,5 cm	1,372	0,13 / 0,13	19,5	2	4,5
Flachdach Schule	0,138	0,10 / 0,04	31,0	25	1.296,0

Verwendete Konstruktionen

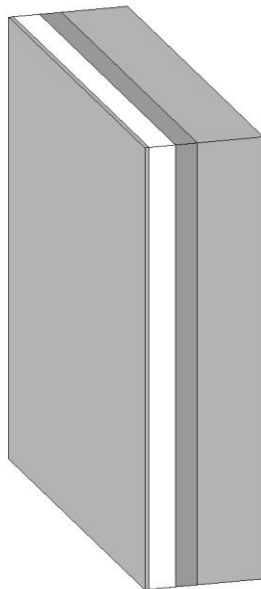
Kellerdecke Schule (über Kriechkeller)

U = 0,38 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,17 m²K/W und R_{se} = 0,17 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Platten Keramik/Porzellan	10	1,300	0,008
2	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	60	1,400	0,043
3	PE-Folie (sd = 50 m)	0	2,300	0,000
4	ISOVER Integra AP PIR alu Aufsparren-Dämmplatte	50	0,023	2,174
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	150	2,500	0,060
	gesamt	270		

Flächenbezogene Masse: 504,5 kg/m²

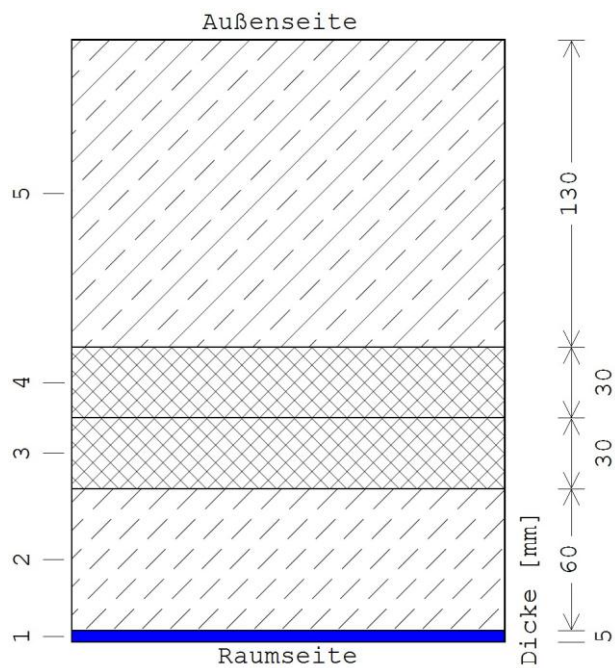
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
Kellerdecke Schule (1.307,1 m²)	0,17	0,17	0,38

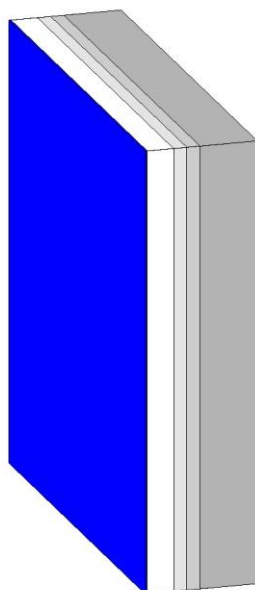


Zwischendecke

U = 0,54 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





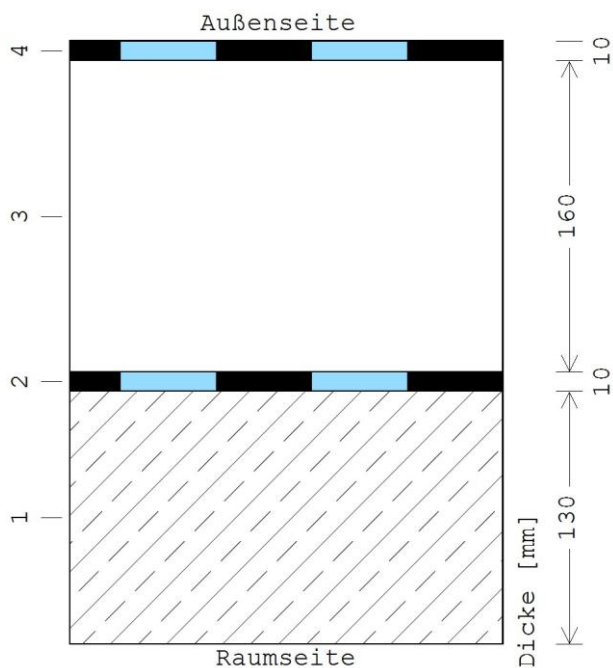
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Fussbodenbeläge Linoleum	5	0,170	0,029
2	DIN 4108 1.3.3 Calciumsulfat-Estrich (Anhydrit-Estrich)	60	1,200	0,050
3	BASF Styropor Trittschalldämmplatte (DES sm) 045	30	0,045	0,667
4	ISOVER Exporit EPS 100/035 Boden-Dämmplatte	30	0,035	0,857
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	130	2,500	0,052
	gesamt	255		

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Zwischendecke (420,8 m ²)	0,10	0,10	0,54

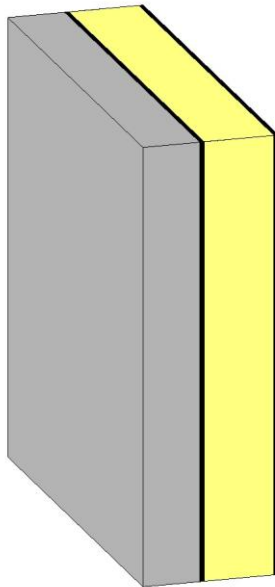
Flachdach Vereinshaus

U = 0,14 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,10 m²K/W und R_{se} = 0,04 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	130	2,300	0,057
2	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170	0,059
3	PIR WLS 023	160	0,023	6,957
4	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170	0,059
	gesamt	310		

Flächenbezogene Masse: 327,8 kg/m²

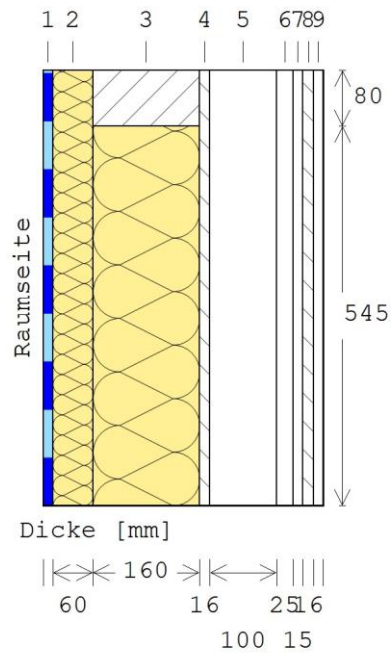
Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Flachdach Vereinshaus (256,8 m ²)	0,10	0,04	0,14

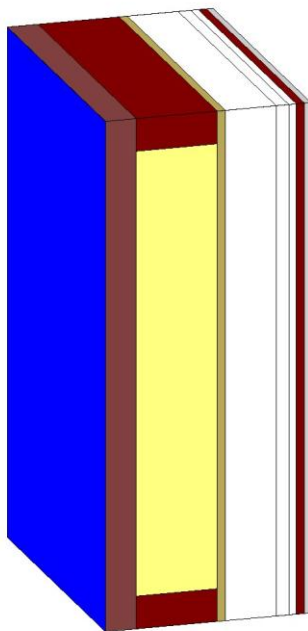


AW VHF + MW

U = 0,16 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Breite [mm]
1	Unterspannbahn sd=0,1m	0,5	0,220	0,002	
2	DIN 4108 5.10 Holzfaserdämmstoff nach DIN EN 13171 NW 0,038	60	0,040	1,500	
3	DIN EN ISO 10456 Nutzholz 500	160	0,130	1,231	80
	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	160	0,035	4,571	545
4	ESB-Platte	16	0,100	0,160	
5	DIN EN ISO 6946 Luftschicht 100mm (R=0,18 m ² K/W Wärmestrom horizontal - nicht belüftet)	100	0,556	0,180	
6	DIN EN ISO 6946 Luftschicht 25mm (R=0,18 m ² K/W Wärmestrom horizontal - nicht belüftet)	25	0,139	0,180	
7	DIN EN ISO 6946 Luftschicht 15mm (R=0,17 m ² K/W Wärmestrom horizontal - nicht belüftet)	15	0,088	0,170	
8	DIN EN ISO 10456 Holzwerkstoffe OSB-Platten	16	0,130	0,123	
9	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060	
	gesamt	405			

Flächenbezogene Masse: 51,0 kg/m²

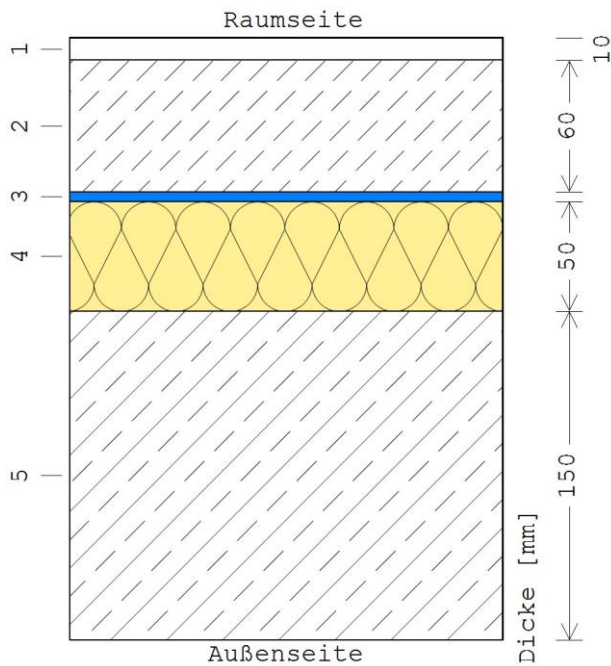
Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
AW VHF + MW (136,7 m ²)	0,13	0,04	0,16
AW VHF + MW (37,7 m ²)			
AW VHF + MW (419,9 m ²)			
AW VHF + MW (59,0 m ²)			
AW VHF + MW (1,1 m ²)			
AW VHF + MW (16,3 m ²)			
AW VHF + MW (459,9 m ²)			
AW VHF + MW (177,6 m ²)			
AW VHF + MW (4,8 m ²)			
AW VHF + MW (37,0 m ²)			

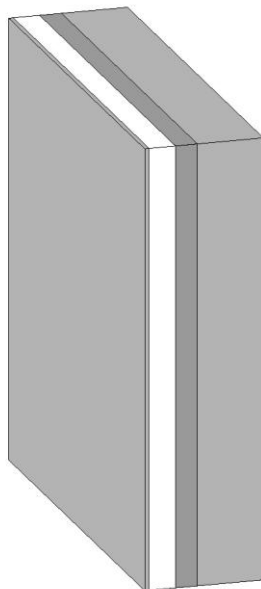


Bodenplatte Vereinshaus

U = 0,40 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Platten Keramik/Porzellan	10	1,300	0,008
2	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	60	1,400	0,043
3	PE-Folie (sd = 50 m)	0	2,300	0,000
4	ISOVER Integra AP PIR alu Aufsparren-Dämmplatte	50	0,023	2,174
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	150	2,500	0,060
	gesamt	270		

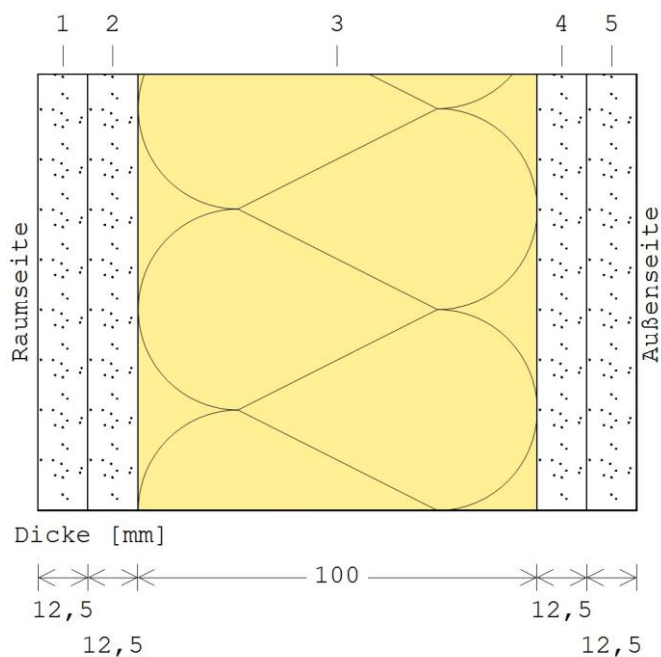
Flächenbezogene Masse: 504,5 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Bodenplatte Vereinshaus (245,7 m ²)	0,17	0,04	0,40

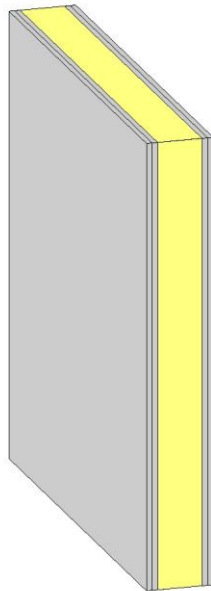
IW GK 15 cm

U = 0,30 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,13 m²K/W und R_{se} = 0,13 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
2	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	100	0,035	2,857
4	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
5	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
	gesamt	150		

Flächenbezogene Masse: 37,0 kg/m²

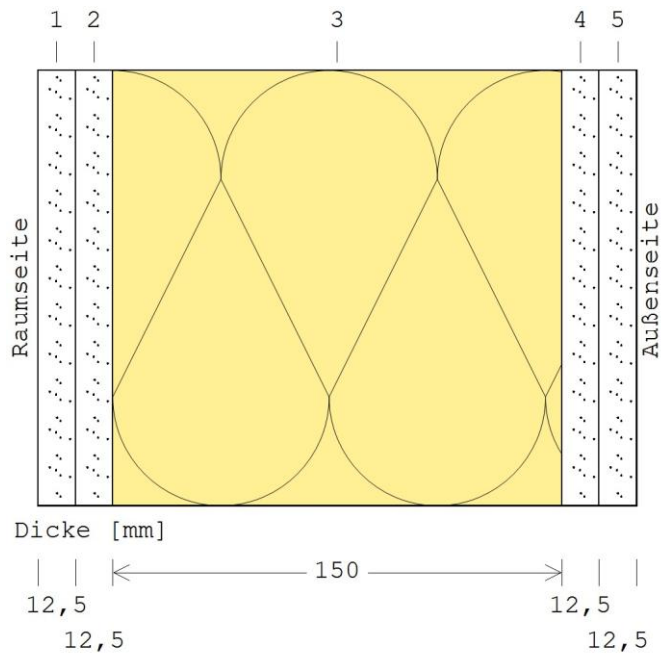
Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
IW 15 cm (787,8 m ²)	0,13	0,13	0,30
IW 25 cm (81,6 m ²)			

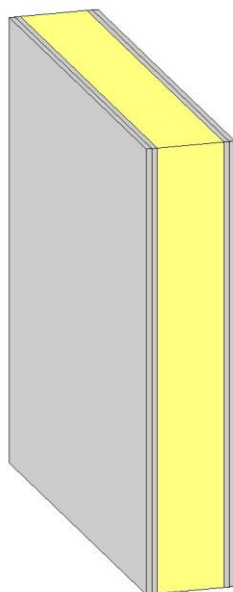


IW GK 20 cm

U = 0,21 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
2	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	150	0,035	4,286
4	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
5	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
	gesamt	200		

Flächenbezogene Masse: 38,0 kg/m²

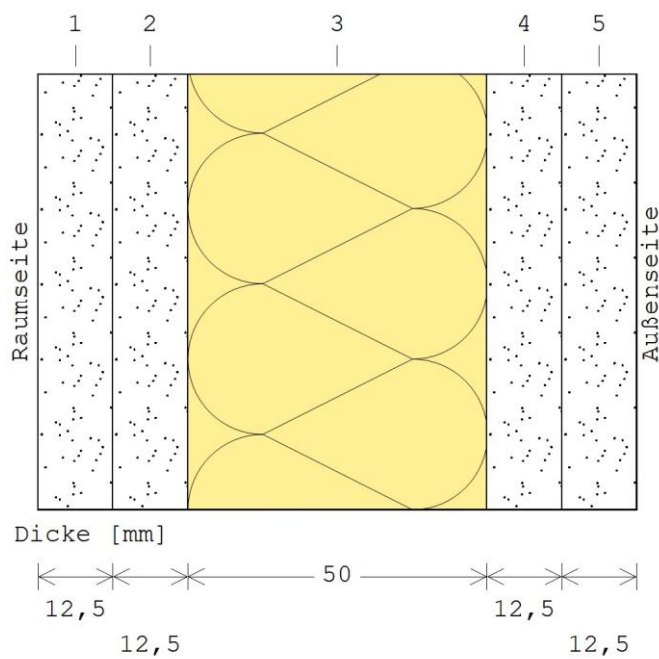
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 20 cm (54,7 m²)	0,13	0,13	0,21
IW 20 cm (51,2 m²)			
IW 34,5 cm (1.061,1 m²)			

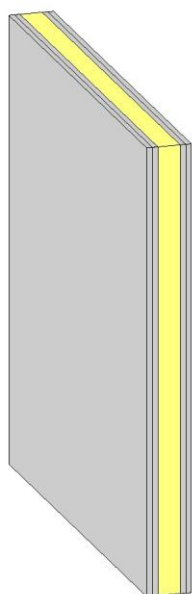


IW GK 10 cm

U = 0,52 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
2	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	50	0,035	1,429
4	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
5	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210	0,060
	gesamt	100		

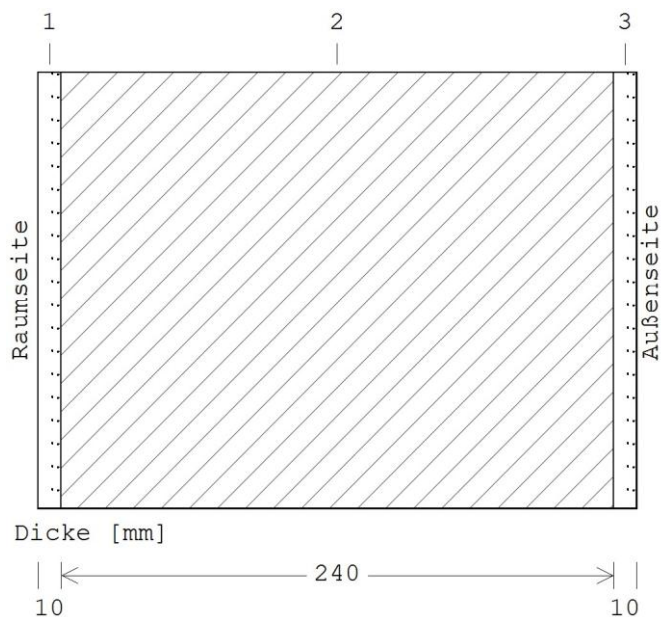
Flächenbezogene Masse: 36,0 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
IW 10 cm (30,2 m ²)	0,13	0,13	0,52

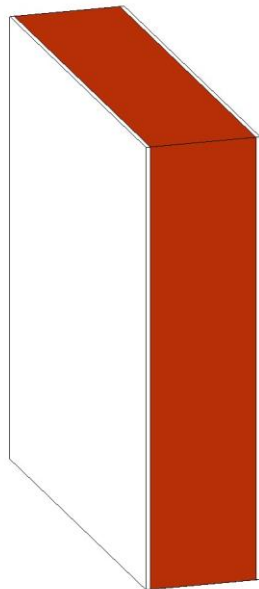
IW 24 cm

U = 1,12 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,13 m²K/W und R_{se} = 0,13 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
2	DIN 4108 4.1.3 Hochlochziegel HLzA und HLzB 800 NM/DM	240	0,390	0,615
3	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
	gesamt	260		

Flächenbezogene Masse: 228,0 kg/m²

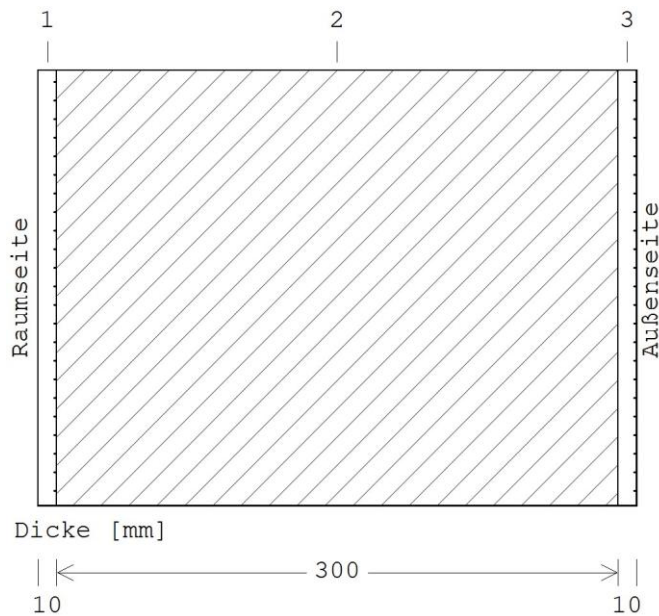
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 24 cm (76,9 m²)	0,13	0,13	1,12
IW 24 cm (353,8 m²)			

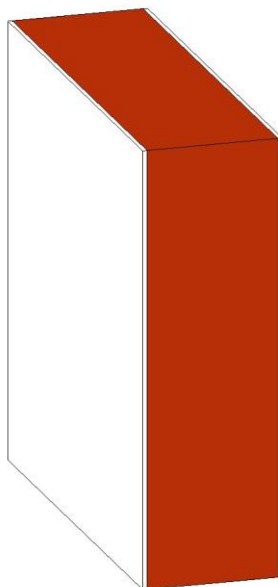


IW 30 cm

U = 0,95 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
2	DIN 4108 4.1.3 Hochlochziegel HLzA und HLzB 800 NM/DM	300	0,390	0,769
3	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
	gesamt	320		

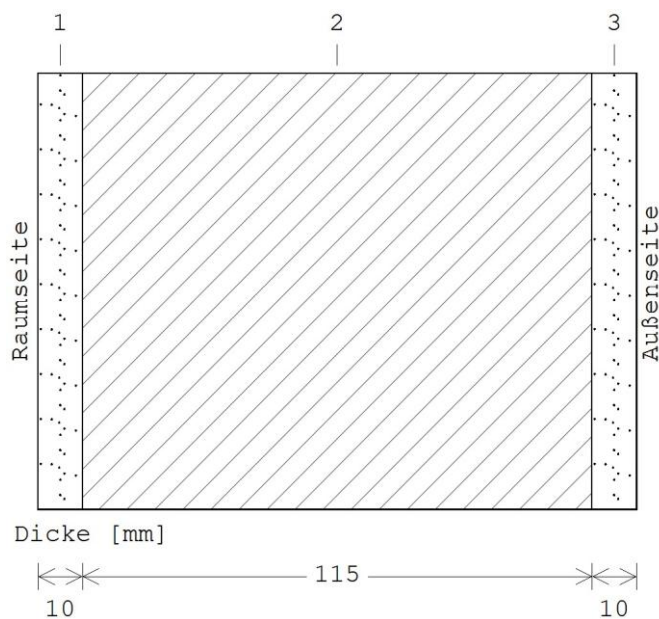
Flächenbezogene Masse: 276,0 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 30 cm (41,6 m²)	0,13	0,13	0,95

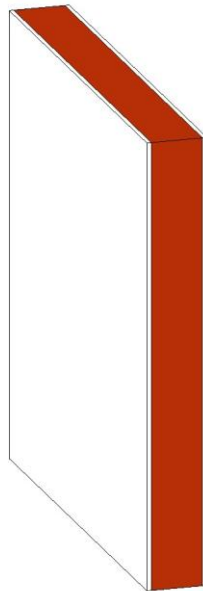
IW 11,5 cm

U = 1,74 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,13 m²K/W und R_{se} = 0,13 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
2	DIN 4108 4.1.3 Hochlochziegel HLzA und HLzB 800 NM/DM	115	0,390	0,295
3	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
	gesamt	135		

Flächenbezogene Masse: 128,0 kg/m²

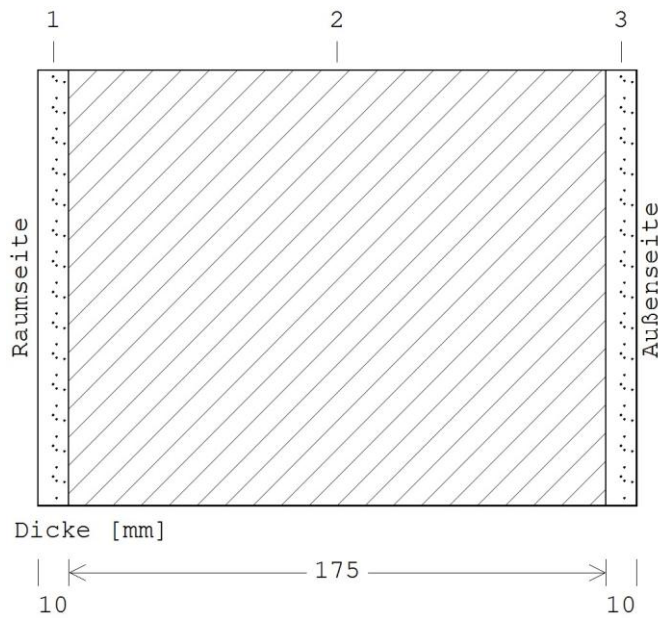
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 11,5 cm (3,1 m²)	0,13	0,13	1,74

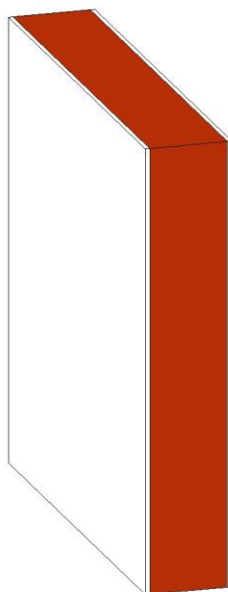


IW 17,5 cm

U = 1,37 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



3D-Ansicht





Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
2	DIN 4108 4.1.3 Hochlochziegel HLzA und HLzB 800 NM/DM	175	0,390	0,449
3	DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	10	1,000	0,010
	gesamt	195		

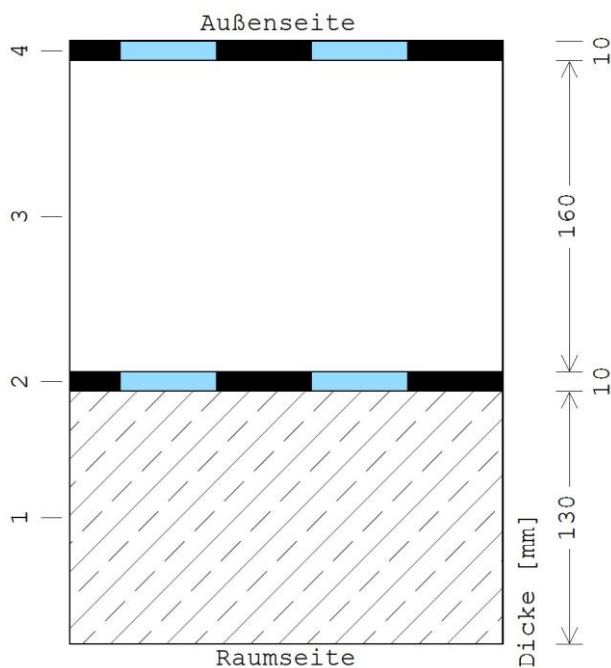
Flächenbezogene Masse: 176,0 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
IW 17,5 cm (4,5 m ²)	0,13	0,13	1,37

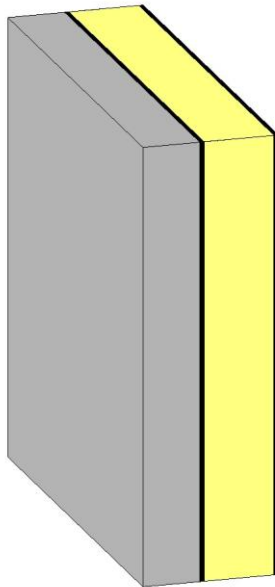
Flachdach Schule

U = 0,14 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,10 m²K/W und R_{se} = 0,04 m²K/W)





3D-Ansicht



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	130	2,300	0,057
2	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170	0,059
3	PIR WLS 023	160	0,023	6,957
4	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170	0,059
	gesamt	310		

Flächenbezogene Masse: 327,8 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Flachdach Schule (1.296,0 m ²)	0,10	0,04	0,14



Fenstertypen

Zweischeiben-Isolierverglasung

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,1
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,78
U-Vergrasung [W/(m²K)]	1,00
Sondervergrasung	nein
Beschreibung	U _w für Standardmaße 1,23m x 1,48m Achtung: Defaultwert für g und τ_{D65} bitte anpassen ! Richtwerte für τ_{D65} nach Tabelle 5 DIN V 18599-2 2007-02 Richtwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad nach DIN V 4108-6: 2003-06: Einfachvergrasung 0,87 ; Doppelvergrasung 0,75 ; Wärmeschutzvergrasung doppelverglast mit selektiver Beschichtung 0,50 - 0,70 ; Dreifachvergrasung, normal 0,60 - 0,70; Dreifachvergrasung, mit 2-fach selektiver Beschichtung 0,35 - 0,50; Sonnenschutzvergrasung 0,20 - 0,50;

Verwendung

Bauteil	Fläche
Fenster	652,6 m²

Berechnung der mittleren U-Werte

Opake Außenbauteile (≥ 19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Flachdach Vereinshaus	204,0	0,140	1,0	28,56
Außentür	65,3	2,00	1,0	130,52
Flachdach Schule	1.296,0	0,140	1,0	181,44



Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Kellerdecke Schule	1.307,1	0,380	0,5	248,35
Bodenplatte Vereinshaus	192,9	0,400	1,0	77,16
AW VHF + MW	136,7	0,160	1,0	21,87
AW VHF + MW	37,7	0,160	1,0	6,03
AW VHF + MW	419,9	0,160	1,0	67,18
AW VHF + MW	47,1	0,160	1,0	7,53
AW VHF + MW	16,3	0,160	1,0	2,61
AW VHF + MW	459,9	0,160	1,0	73,59
AW VHF + MW	177,6	0,160	1,0	28,41
AW VHF + MW	4,8	0,160	1,0	0,76
Summe/Mittelwert	4.365,2	0,200		874,01

Transparente Außenbauteile (>= 19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Fenster	652,6	1,10	1,0	717,88
Summe/Mittelwert	652,6	1,10		717,88

Opake Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Flachdach Vereinshaus	52,8	0,140	1,0	7,40
Garagentor	7,6	2,50	1,0	18,96
Bodenplatte Vereinshaus	52,8	0,400	1,0	21,13
AW VHF + MW	12,0	0,160	1,0	1,91
AW VHF + MW	1,1	0,160	1,0	0,18
AW VHF + MW	37,0	0,160	1,0	5,92
Summe/Mittelwert	163,4	0,340		55,51



Berechnung der mittleren U-Werte (für BEG)

Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Flachdach Vereinshaus	204,0	0,140	1,0	28,56
Flachdach Schule	1.296,0	0,140	1,0	181,44
Kellerdecke Schule	1.307,1	0,380	0,5	248,35
Bodenplatte Vereinshaus	192,9	0,400	1,0	77,16
AW VHF + MW	136,7	0,160	1,0	21,87
AW VHF + MW	37,7	0,160	1,0	6,03
AW VHF + MW	419,9	0,160	1,0	67,18
AW VHF + MW	47,1	0,160	1,0	7,53
AW VHF + MW	16,3	0,160	1,0	2,61
AW VHF + MW	459,9	0,160	1,0	73,59
AW VHF + MW	177,6	0,160	1,0	28,41
AW VHF + MW	4,8	0,160	1,0	0,76
Summe/Mittelwert	4.299,9	0,173		743,50

Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Fenster	652,6	1,10	1,0	717,88
Summe/Mittelwert	652,6	1,10		717,88

Oberlichter ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Außentür	65,3	2,00	1,0	130,52
Summe/Mittelwert	65,3	2,00		130,52



Opake Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Flachdach Vereinshaus	52,8	0,140	1,0	7,40
Bodenplatte Vereinshaus	52,8	0,400	1,0	21,13
AW VHF + MW	12,0	0,160	1,0	1,91
AW VHF + MW	1,1	0,160	1,0	0,18
AW VHF + MW	37,0	0,160	1,0	5,92
Summe/Mittelwert	155,8	0,235		36,54

Oberlichter (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
Garagentor	7,6	2,50	1,0	18,96
Summe/Mittelwert	7,6	2,50		18,96

Tabellarische Übersicht der Zonen

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Zone 1	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	1.971,58 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 2	19. Verkehrsfläche	989,27 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 3	20. Lager, Technik, Archiv	382,93 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 4	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	108,12 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 5	2. Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	53,76 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 6	28. Bibliothek - Lesesaal	46,79 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 7	17. Sonstige Aufenthaltsräume	124,46 m ²	beheizt und gekühlt (statisch und RLT)
Zone 8	20. Lager, Technik, Archiv	45,65 m ²	beheizt (statisch)



Nutzungszeiten

Zone	Nutzungsstunden [h/d]	Nutzungstage [d/a]	Betriebsstunden RLT, Kühlung, Heizung [h/d]
Zone 1	7	200	9
Zone 2	11	250	13
Zone 3	11	250	13
Zone 4	11	250	13
Zone 5	11	250	13
Zone 6	12	300	14
Zone 7	11	250	13
Zone 8	11	250	13



Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2026
Energieträger	Strom-Mix

Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	35,0/28,0
Nennleistung [kW]	145,54 (Standardwert)
Der Standardwert für die Nennleistung der Wärmepumpe wurde nach einer gemeinsamen Empfehlung der 18599 Gütegemeinschaft berechnet, als das 1,1-fache der max. Heizleistung. Bei der Bauausführung muss die tatsächliche Nennleistung dann mindestens diesem Wert entsprechen.	
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Wasser
Wärmepumpensondertarif	nein
Leistungsbedarf des Sekundärkreises [kW]	0,17 (Standardwert)
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m³/h]	18,1 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	7 K (Standardwert)
Regelbarkeit	Einstufig
bivalente Betriebsweise	Heizung
bivalente Betriebsweise Heizung	Parallelbetrieb



integrierter Zusatzheizer	Heizung
Bivalenztemperatur [°C]	5,0
Heizgrenztemperatur [°C]	15 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	anderes Gebäude
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	45
Art des Wärmeverteilsystems	Flächenheizung
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	136.583,30	13.491,67	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	2.157,59	833,94	4.814,57	52,45
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	7.976,23	0,00	43,80	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	146.515,31	14.527,46	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	91.210,96	9.083,97	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00	159,60	15,83
= <i>Endenergiebedarf</i>	55.304,35	5.443,48	5.017,97	68,29

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	85,82
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	14,18

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{\text{gen,ta}} = 2,64$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 2,64$



Split-Geräte Vereinshaus

Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	direkt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Wärmepumpe 2

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2026
Energieträger	Strom-Mix

Details

Nennleistung [kW]	6,80 (Standardwert)
Der Standardwert für die Nennleistung der Wärmepumpe wurde nach einer gemeinsamen Empfehlung der 18599 Gütegemeinschaft berechnet, als das 1,1-fache der max. Heizleistung. Bei der Bauausführung muss die tatsächliche Nennleistung dann mindestens diesem Wert entsprechen.	
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Luft
Art der Luft-Luft-Wärmepumpe	Split-System, stetig leistungsgeregelt
Wärmepumpensondentarif	nein
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	7 K (Standardwert)
Regelbarkeit	Einstufig
bivalente Betriebsweise	Heizung
bivalente Betriebsweise Heizung	Parallelbetrieb
integrierter Zusatzheizer	Heizung
Bivalenztemperatur [°C]	-7,0 (Standardwert)
Heizgrenztemperatur [°C]	15 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	anderes Gebäude
Art des Wärmeverteilsystems	Direktverdampfung
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja



Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	13.147,53	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	1.856,80	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	15.004,34	0,00	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	8.986,90	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00	175,82	0,00
= <i>Endenergiebedarf</i>	6.017,44	0,00	175,82	0,00

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 2	99,92
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	0,08

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{\text{gen,ta}} = 2,42$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 2,42$

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Erzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen



1. Elektrowärmeerzeuger 1

Erzeuger	elektrisch beheizter Wärmeerzeuger
Baujahr	2026
Art des Erzeugers	dezentral
Umgebung	innerhalb Zone
Zone	Zone 4
Energieträger	Strom-Mix

Details

Steuerung Elektro-Durchlauferhitzer	Elektronische Steuerung
-------------------------------------	-------------------------

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	1.744,38	–
<i>+ Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00
<i>+ Verluste durch Verteilung</i>	29,40	0,00
<i>= erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	1.773,78	–
<i>– regenerativer Anteil</i>	0,00	–
<i>+ Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00
<i>= Endenergiebedarf</i>	1.773,78	0,00

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Elektrowärmeerzeuger 1	100,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 1,00$



Anlagentechnik: Kälteerzeugungseinheiten

Kälteerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Art des Kältesystems	Kaltwasser (indirektes System)
Vor-/Rücklauftemperatur Primärkreis [°C]	6,0/12,0
Vor-/Rücklauftemperatur Rückkühlkreis [°C]	27,0/33,0
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Kältespeicher vorhanden	nein

1. Kälteerzeuger 1

Baujahr	2026
Art der Kälteerzeugung	Kompressionskältemaschine
Art der Kühlung	wassergekühlt
Art des Verdichters	Kolben-/Scrollverdichter 10 kW bis 1500 kW
Art der Teillastregelung	Zweipunktregelung taktend (EIN/AUS-Betrieb)
Art des Kältemittels	R134a
Freie Rückkühlung	keine freie Rückkühlung
Art der Rückkühlung	Verdunstungsrückkühler
Art des Rückkühlkreises	geschlossener Kreislauf
	ohne Zusatzschalldämpfer (Axialventilator)
Art der Kaltwasserzufuhr	konstant

Pumpe des Rückkühlkreises: Rückkühlkreispumpe

vereinfachte Ermittlung der Pumpenleistung gemäß	Fall 1
--	--------

Ergebnisse

	Energie für Kühlung [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT- Anlagen	für statische Systeme	für RLT- Anlagen
Zu deckender Nutzenergiebedarf	25.801,60	19.242,85	–	–
+ Verluste durch Verteilung	0,00	1.924,29	19.474,80	3.661,92



	Energie für Kühlung [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT- Anlagen	für statische Systeme	für RLT- Anlagen
+ Verluste durch Übergabe	0,00	3.078,86	0,00	0,00
= erforderliche Erzeugernutzenergie	25.801,60	24.245,99	–	–
– regenerativer Anteil	19.558,33	18.379,14	–	–
+ Verluste durch Erzeugung	–	–	12.689,88	11.301,10
= Endenergiebedarf	6.243,27	5.866,85	32.164,68	14.963,02

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Kälteerzeugereinheit 2

Anzahl Erzeuger	1
Art des Kältesystems	Direktverdampfung (direktes System)
Vor-/Rücklauftemperatur Primärkreis [°C]	6,0/12,0
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Kältespeicher vorhanden	nein

1. Kälteerzeuger 1

Baujahr	2026
Art der Kälteerzeugung	Kompressionskältemaschine
Art der Kühlung	wassergekühlt
Art des Verdichters	Kolben-/Scrollverdichter 10 kW bis 1500 kW
Art der Teillastregelung	Zweipunktregelung taktend (EIN/AUS-Betrieb)
Art des Kältemittels	R134a
Art des Raumklimasystems	Kompaktklimageräte als Fenster- oder Wandklimagerät
Verdampfungstemperatur [°C]	0,0
Freie Kühlung	keine freie Kühlung
Art der Rückkühlung	Verdunstungsrückkühler
Art des Rückkühlkreises	geschlossener Kreislauf
	ohne Zusatzschalldämpfer (Axialventilator)
Art der Kaltwasserzufuhr	konstant



Ergebnisse

	Energie für Kühlung [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT- Anlagen	für statische Systeme	für RLT- Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	267,76	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	34,81	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	302,57	0,00	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	220,35	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	–	–	18,85	0,00
= <i>Endenergiebedarf</i>	82,22	0,00	18,85	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

RLT-Einheit 1

Betriebsweise	Heiz- und Kühlfunktion
Vor-/Rücklauftemperatur Heizkreis [°C]	35,0/28,0
Vor-/Rücklauftemperatur Kühlkreis [°C]	6,0/12,0
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Systemlösung Wärmerückgewinnung	Plattenwärmeübertrager ab 2018
Temperaturänderungsgrad η_t [-]	0,73

Konfiguration

Zulufttemperatur-Sollwert [°C]	18
Konstantvolumenanlage	nein

Luftförderung

	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750



mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,60	0,60
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,6	1,25 (Standardwerte)
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	18
Zulufttemperatur im Winter [°C]	18
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	keine

Wärmeerzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Kälterzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Kälterzeugereinheit 1	1,00

Anbindung Wärme

Verteilung

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
--------------------	--------------



Rohrabschnitt 1: Abschnitt 1

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	50,00
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Rohrabschnitt 2: Abschnitt 2

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	50,00
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Rohrabschnitt 3: Abschnitt 3

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	50,00
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	ja
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	69,71 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz



maximale Rohrleitungslänge [m]	0,00
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,0 (Standardwert)

Anbindung Kälte

Pumpe

vereinfachte Ermittlung der Pumpenleistung gemäß	Fall 1
--	--------

Ergebnisse Heizregister

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Nutzwärme	9.293,93	–
Verluste durch Verteilung	3.268,35	–
Verluste durch Übergabe	929,39	–

Anbindung Wärme

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	833,94	52,45
Verluste durch Übergabe	0,00	0,00

Ergebnisse Kühlregister

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Nutzkälte	17.864,57	–
Verluste durch Verteilung	1.378,28	–
Verluste durch Übergabe	0,00	–

Anbindung Kälte

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	1.924,29	3.661,92
Verluste durch Übergabe	3.078,86	0,00



Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Heizkreis 1 (Bauabschnitt 2)

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Verteilung 1

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	Abgleich dynamisch je Heizkörper (z. B. mit automatischen Durchflussbegrenzern/Differenzdruckreglern)
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	begrenzte Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 2: Schulen, Veranstaltungshallen, Flughafenhallen, OP-Gebäude, Laborgebäude, Rechenzentrum, Bibliothek, Museum, Theater, Hörsaal
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	3.552,45



Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	164,87 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	81,51 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	724,82 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	161,22 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)



Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit Minstdämmung nach DIN EN 1264
Art der Regelung	PI-Regler mit Optimierungsfunktion
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	eigenständig
intermittierende Betriebsweise	ja
Übergabe ist zertifiziertes Produkt	nein
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	50
Art des Stellantriebs der elektronischen Regelung	elektromotorisch
elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie [W]	0,1 (Standardwert)
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 3	1,00
Zone 1	1,00
Zone 4	1,00
Zone 2	1,00
Zone 5	1,00
Zone 6	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	1.620,06	4.594,59
Verluste durch Übergabe	7.326,12	43,80

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Heizkreis 2 (Vereinshaus)

Art des Systems	direkt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Split-Geräte Vereinshaus	1,00

Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Luftheizung
Art der Luftheizung	Nachheizung in der Zuluft (Nachheizer)
Regelgröße	Raumtemperatur
Regelgüte	gering
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 7	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	0,00	0,00
Verluste durch Übergabe	1.856,80	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Heizkreis 3 (Garage)

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein



Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Verteilung 1

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	Abgleich statisch je Heizkörper, Gruppenabgleich statisch (z. B. Strangregulierungsventil), max. 8 Heizkörper pro Regler.
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 2: Schulen, Veranstaltungshallen, Flughafenhallen, OP-Gebäude, Laborgebäude, Rechenzentrum, Bibliothek, Museum, Theater, Hörsaal
Netztyp	Typ I: Etagenringtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	45,65

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	60,69 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)



Länge des Rohrabschnitts [m]	15,04 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	2,28 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	42,85 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	161,22 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Heizkörper (freie Heizflächen)
Heizkreisanordnung	Außenwand
Art der Regelung	PI-Regler
nicht saniert (nur Einrohrheizungen)	nein
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
Belüftung	keine
intermittierende Betriebsweise	ja
Übergabe ist zertifiziertes Produkt	nein



Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 8	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	537,52	219,98
<i>Verluste durch Übergabe</i>	650,12	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser

Warmwasserkreis 1

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Erzeugereinheit 1	1,00

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 4	1,00
Zone 7	1,00



Verteilung 1

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	dezentral
System Trinkwassererwärmer	Durchflusssystem
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 7: Schule, Seminar, Theater, Bibliothek, Flughafen, Hörsaal, Museum, Veranstaltungshalle
Netztyp	Typ III: Dezentrale Versorgung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	232,58

Rohrabschnitt 1: Stichleitung

Rohrtyp	Stichleitung - SL
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Art der dezentralen Verteilung	eine Zapfstelle in einem Raum (z. B. Untertischspeicher) je Gerät
Zahl der installierten Geräte	3 (Standardwert)
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	3,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	29,40	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kälte

Kühlkreis 1

Art des Systems	indirekt
Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	16,0/18,0



Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Kälteerzeugereinheit 1	1,00

Verteilung 1

Pumpe

vereinfachte Ermittlung der Pumpenleistung gemäß	Fall 1
--	--------

Übergabe 1

Art der Sekundärluftventilatoren	keine Sekundärluftventilatoren
Energiebedarfsfaktor der Ventilatoren [kWh/kWh]	0,00 (Standardwert)
Nutzungsgrad Kälteübergabe an den Raum - Luftführung Kühlen [-]	0,00 (Standardwert)
Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen [-]	0,00 (Standardwert)

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 1	1,00
Zone 2	1,00
Zone 3	1,00
Zone 4	1,00
Zone 5	1,00
Zone 6	1,00

Ergebnisse

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	0,00	19.474,80
Verluste durch Übergabe	0,00	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Kühlkreis 2

Art des Systems	direkt
-----------------	--------

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Kälteerzeugereinheit 2	1,00

Übergabe 1

Art der Sekundärluftventilatoren	keine Sekundärluftventilatoren
Energiebedarfsfaktor der Ventilatoren [kWh/kWh]	0,00 (Standardwert)
Nutzungsgrad Kälteübergabe an den Raum - Luftführung Kühlen [-]	0,00 (Standardwert)
Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen [-]	0,00 (Standardwert)

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 7	1,00

Ergebnisse

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	0,00	0,00
Verluste durch Übergabe	34,81	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft

RLT-Luftsystem 1

Betriebsweise	Heiz- und Kühlfunktion
Luftkanaloberfläche außerhalb der thermischen Hülle $A_{K,A}$ [m ²]	100,00



Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
RLT-Einheit 1	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Zone 1	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 2	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 3	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 4	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 5	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 6	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 7	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung (Wärme)	3.268,35
Verluste durch Übergabe (Wärme)	929,39
Verluste durch Verteilung (Kälte)	1.378,28
Verluste durch Übergabe (Kälte)	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Referenzgebäude

Bestimmung des Anforderungswerts Primärenergie

Q _P Referenzgebäude [kWh/a]					
Zone	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung
Zone 1	105.008	0	19.510	41.034	(*) 21.836
Zone 2	48.051	0	5.540	0	(*) 2.014
Zone 3	24.548	0	662	233	(*) 2.324
Zone 4	14.739	1.608	823	6.588	(*) 983
Zone 5	4.532	0	2.556	874	(*) 296
Zone 6	3.489	0	3.417	1.965	7.390
Zone 7	16.731	1.851	3.519	3.539	1.545
Zone 8	7.390	0	112	0	(*) 0
Gesamt	224.487	3.459	36.139	54.234	36.389

Summe Gebäude	354.708 kWh/a
Gebäudenutzfläche	3.722,6 m ²
flächenbezogen	95,29 kWh/(m ² a)
Anforderungswert (55 %)	52,41 kWh/(m²a)

(*) Nach GModG Anlage 2 wird für die Nutzung dieser Zonen die Kühlung nur zu 50% berücksichtigt.

Der Primärenergiebedarf für Befeuchtung wurde bei Belüftung und nicht bei Kühlung berücksichtigt.