



Architekturbüro

**Marco
Rannacher**

Werler Straße 61 · 59469 Ense

Tel: 02938 / 557 18 56

info@marco-rannacher.de

www.marco-rannacher.de

KfW-Förderantrag

Projekt Teilneubau Geschwister-Scholl-Realschule

Gebäude Anbau
Albert-Schweitzer-Straße 4
58840 Plettenberg

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

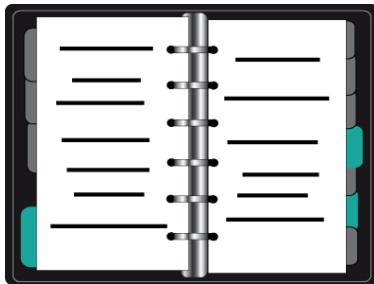
Auftraggeber Stadt Plettenberg
Grünestraße 12
58840 Plettenberg

Erstellungsdatum 13.10.2026



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Allgemein.....	3
Projektdaten.....	3
Nachweisergebnisse	5
Gebäudedaten.....	7
Gebäudeergebnisse	8
Gebäude	8
BEG-Ergebnisse	10
Strom aus erneuerbaren Energien nach GModG §23	11
Bautechnik	13
Übersicht der verwendeten Konstruktionen	13
Verwendete Konstruktionen	14
Fenstertypen	27
Türen	28
Bauteilliste	29
Bauteile detailliert	30
Zone 1 Klassenzimmer	37
Zone 2 Verkehrsfläche.....	42
Anlagentechnik.....	47
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung	47
Anlagentechnik: Kälteerzeugungseinheiten	50
Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen.....	52
Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung	56
Anlagentechnik: Verteilsystem Kälte	59
Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft	60
Referenzgebäude.....	61
Bestimmung des Anforderungswerts Primärenergie.....	61



Allgemein

Projektdaten

Projekt

Projektname	Sanierung und Teilneubau Geschwister-Scholl-Realschule
Erstellungsdatum	13.10.2026
Programmversion	ZUB Helena v7.162 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	Anbau
Gebäudeteil	Teilneubau
Straße, Hausnr.	Albert-Schweitzer-Straße 4
PLZ, Ort	58840 Plettenberg
Baujahr	1970



Jahr der baulichen Änderung	2025
Baujahr des Wärmeerzeugers	2026
Baujahr der Klimaanlage	

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	Neubau
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, Verfahren nach DIN V 18599:2018, Neubau

Die Anforderungen des Gebäudemodernisierungsgesetzes bis 31.12.2026 sind erfüllt.

GModG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	92,30	96,16	96,0 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile (≥ 19 °C)	0,21	0,28	75,0 %
Transparente Außenbauteile (≥ 19 °C)	1,1	1,5	73,3 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GModG Anlage 9 betragen:
28,7 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
N.02.19 DIFF	0,035 (zulässig)	0,110



Architekturbüro

**Marco
Rannacher**

Werler Straße 61 · 59469 Ense

Tel: 02938 / 557 18 56

info@marco-rannacher.de

www.marco-rannacher.de

Ense, 14.10.2026

Marco Rannacher



Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	773,9 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	245,6 m ²
Thermische Hüllfläche	681,3 m ²
Geschosshöhe [m]	4,84
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 2)	
charakteristische Breite	3,71 m
charakteristische Länge	13,75 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 3)	
charakteristische Breite	4,84 m
charakteristische Länge	11,26 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.

Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität ρ_c [J/m ³ ·K]	2.000.000 (Standardwert)
mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3,0
Lage Windabschirmung	mittel
Windabschirmfaktor f_w [-]	0,05 (Standardwert)
Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigen	nein



Gebäudeergebnisse

Gebäude

Monatswerte

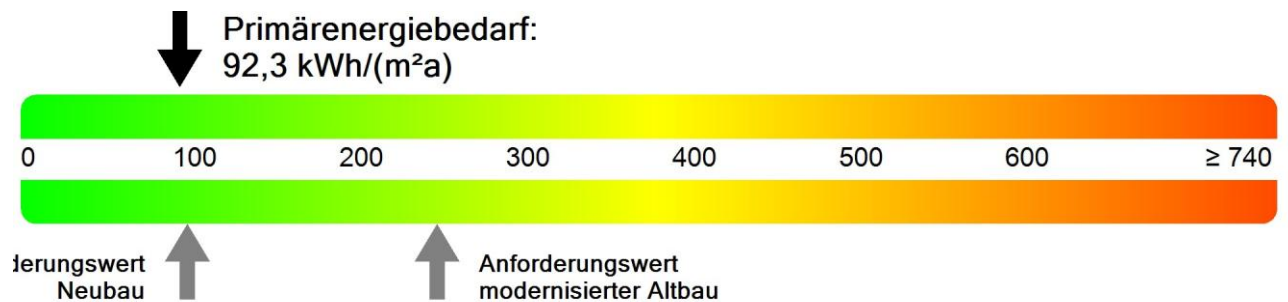
	Nutzenergiebedarf [kWh/a]	Endenergiebedarf [kWh/a]	Primärenergiebedarf [kWh/a]
Januar	4.730,72	1.881,73	3.387,12
Februar	3.855,05	1.382,55	2.488,60
März	2.400,99	963,37	1.734,06
April	1.491,66	1.572,14	2.829,85
Mai	2.199,16	2.865,61	5.158,09
Juni	3.061,05	3.959,45	7.127,00
Juli	3.396,16	4.380,80	7.885,44
August	2.665,27	3.490,40	6.282,73
September	962,51	1.188,55	2.139,40
Oktober	1.456,68	656,58	1.181,85
November	3.720,49	1.300,51	2.340,92
Dezember	5.057,22	1.823,45	3.282,21

Monatswerte der Endenergie nach Energieträgern

Strom-Mix						
	Gesamt [kWh/Monat]	Heizung [kWh/Monat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Monat]	Lüftung [kWh/Monat]
Januar	1.881,7	1.722,8	0,0	54,6	0,0	104,3
Februar	1.382,6	1.242,9	0,0	45,4	0,0	94,2
März	963,4	751,1	0,0	47,0	60,9	104,3
April	1.572,1	179,5	0,0	43,4	1.248,3	101,0
Mai	2.865,6	35,6	0,0	43,4	2.682,2	104,3
Juni	3.959,4	14,3	0,0	41,7	3.802,5	101,0
Juli	4.380,8	4,2	0,0	43,8	4.228,4	104,3



Strom-Mix						
	Gesamt [kWh/Monat]	Heizung [kWh/Monat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Monat]	Lüftung [kWh/Monat]
August	3.490,4	13,1	0,0	45,2	3.327,7	104,3
September	1.188,6	73,6	0,0	46,2	967,8	101,0
Oktober	656,6	429,8	0,0	51,3	71,1	104,3
November	1.300,5	1.145,3	0,0	54,2	0,0	101,0
Dezember	1.823,5	1.657,7	0,0	61,4	0,0	104,3





BEG-Ergebnisse

Ergebnisse	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert	Soll-Wert für Effizienzgebäude 55
spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	92,3	174,8	53 %	55 %
Primärenergiebedarf [kWh/a]	22.670,9	42.946,2	53 %	55 %
mittl. U-Wert Opake Außenbauteile (>= 19 °C) [W/(m²K)]	0,18	0,22	82 %	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 %

Erreichter Effizienzhausstandard:

Effizienzgebäude 55 (Neubau)

Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen

	Endenergie	Primärenergie	Treibhausgasemissionen
ohne Korrektur für regenerative Stromerzeugung	25.465 kWh/a		
Korrektur für regenerative Stromerzeugung	-12.870 kWh/a		
Gebäudeergebnis	12.595 kWh/a	22.671 kWh/a	7.053 kg/a
Einsparung gegenüber 0,55fachem Wert des GModG-Referenzgebäudes	10.559 kWh/a (-46 %)	950 kWh/a (-4 %)	-207 kg/a (+3 %)

Regenerativ erzeugter Strom

Gesamter Strombedarf: 25.465 kWh/a

Gesamte Eigennutzung regenerativ erzeugten Stromes: 12.870 kWh/a

Deckungsanteil am Strombedarf: 50,5 %

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



Strom aus erneuerbaren Energien nach GModG §23

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlage

Monat	PV-Anlage [kWh/Monat]
Januar	256,55
Februar	355,54
März	860,43
April	1.639,36
Mai	2.001,50
Juni	2.120,68
Juli	1.912,58
August	1.619,91
September	1.093,50
Oktober	675,19
November	268,89
Dezember	151,90
Gesamt [kWh/Jahr]	12.956,03

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

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrektur en der Endenergie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
Januar	256,6	0,0	54,6	0,0	202,0	0,0
Februar	355,5	0,0	45,4	0,0	310,1	0,0
März	860,4	60,9	47,0	0,0	751,1	1,4
April	1.639,4	1.248,3	43,4	0,0	179,5	101,0
Mai	2.001,5	2.001,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Juni	2.120,7	2.120,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Juli	1.912,6	1.912,6	0,0	0,0	0,0	0,0
August	1.619,9	1.619,9	0,0	0,0	0,0	0,0
September	1.093,5	967,8	46,2	0,0	73,6	5,9
Oktober	675,2	71,1	51,3	0,0	429,8	104,3



Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrektur en der Endenergie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
November	268,9	0,0	54,2	0,0	214,7	0,0
Dezember	151,9	0,0	61,4	0,0	90,5	0,0
Gesamt	12.956,0	10.002,8	403,6	0,0	2.251,2	212,7

Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuerbare Energien [kWh/a]	Deckungs- anteil
Heizung	7.269,9	2.251,2	31,0 %
Warmwasser	0,0	0,0	0,0 %
Kühlung	16.389,0	10.002,8	61,0 %
Beleuchtung	577,7	403,6	69,9 %
Lüftung	1.228,6	212,7	17,3 %
Gesamt	25.465,2	12.870,2	50,5 %



Bautechnik

Übersicht der verwendeten Konstruktionen

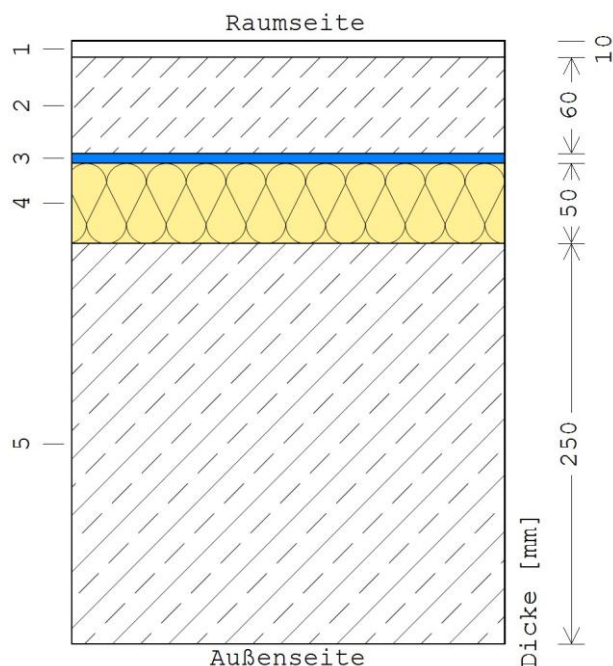
Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
Bodenplatte	0,401	0,17 / 0,00	37,0	4	58,2
Flachdach 20 cm STB + 20 cm EPS 035	0,165	0,10 / 0,04	42,0	5	58,2
Boden an Außenluft (Verbindungsgang)	0,161	0,17 / 0,04	52,5	1	58,6
Zwischendecke STB	0,531	0,10 / 0,10	32,5	2	15,7
AW STB 20 cm + 16 cm MW 035	0,183	0,13 / 0,04	39,7	10	192,7
IW 24 cm KS	1,511	0,13 / 0,13	26,0	16	133,0
IW 30 cm KS	1,338	0,13 / 0,13	32,0	4	40,0
IW 24 cm STB	2,540	0,13 / 0,13	25,0	3	26,2
IW 30 cm STB	2,382	0,13 / 0,13	31,0	3	26,2
AW 24 cm KS + 16 cm MW 035	0,176	0,13 / 0,04	43,7	9	80,7
Flachdach 16 cm STB + 20 cm EPS 035	0,166	0,10 / 0,04	38,0	1	58,6
IW 15 cm GK	0,298	0,13 / 0,13	15,0	4	50,2



Verwendete Konstruktionen

Bodenplatte

$U = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Platten Keramik/Porzellan	10	1,300
2	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	60	1,400
3	PE-Folie (sd = 50 m)	0	2,300
4	ISOVER Integra AP PIR alu Aufsparren-Dämmplatte	50	0,023
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	250	2,500
	gesamt	370	

Flächenbezogene Masse: 744,5 kg/m²

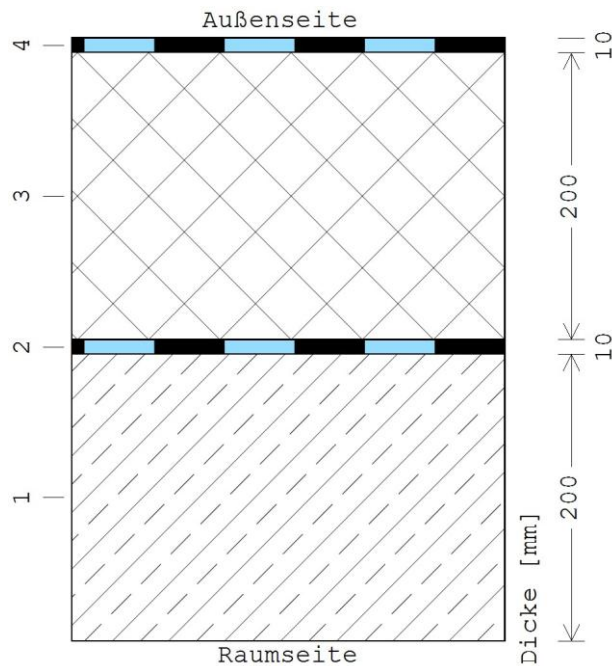
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Bodenplatte (58,2 m ²)	0,17	0,00	0,40



Flachdach 20 cm STB + 20 cm EPS 035

U = 0,17 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	200	2,300
2	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170
3	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,034	200	0,035
4	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170
	gesamt	420	

Flächenbezogene Masse: 488,0 kg/m²

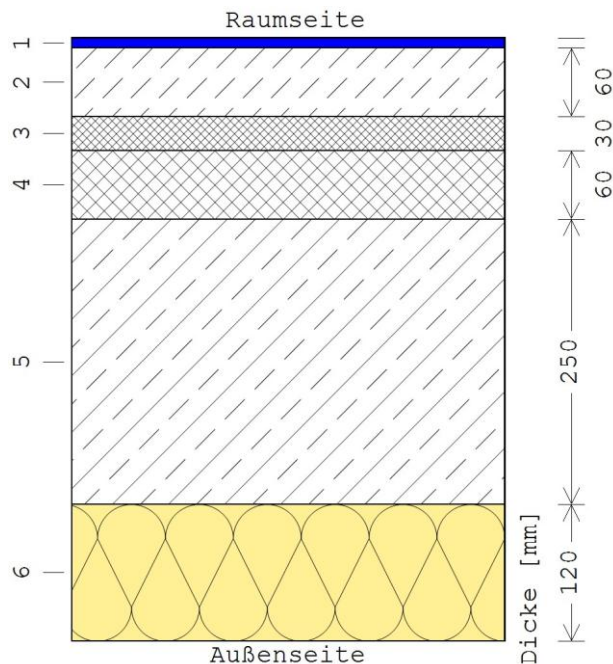
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
Flachdach 20 cm STB DIFF (58,2 m²)	0,10	0,04	0,17



Boden an Außenluft (Verbindungsgang)

U = 0,16 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Fussbodenbeläge Linoleum	5	0,170
2	DIN 4108 1.3.3 Calciumsulfat-Estrich (Anhydrit-Estrich)	60	1,200
3	BASF Styropor Trittschalldämmplatte (DES sm) 045	30	0,045
4	ISOVER Exporit EPS 100/035 Boden-Dämmplatte	60	0,035
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	250	2,500
6	DIN 4108 5.17 Wärmedämmung aus Mineralwolle nach DIN EN 14064-1 NW 0,034	120	0,035
	gesamt	525	

Die flächenbezogene Masse konnte nicht ermittelt werden, da die Materialkennwerte nicht vollständig sind.

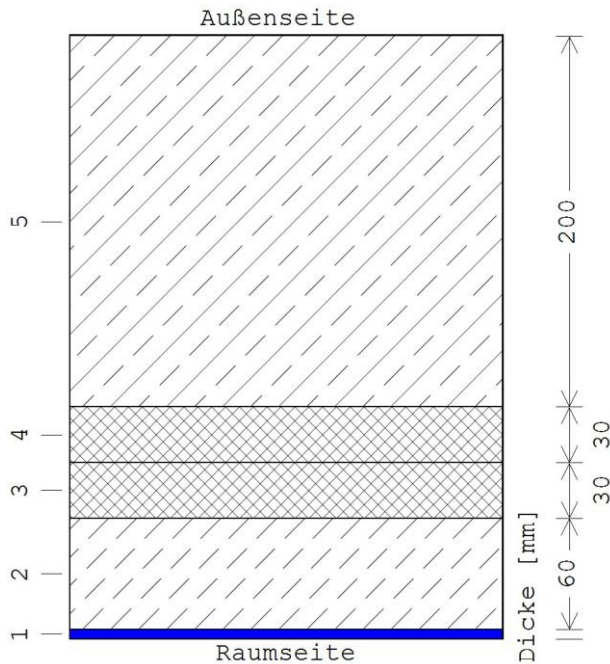
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
Boden an Außenluft (58,6 m²)	0,17	0,04	0,16



Zwischendecke STB

U = 0,53 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$)

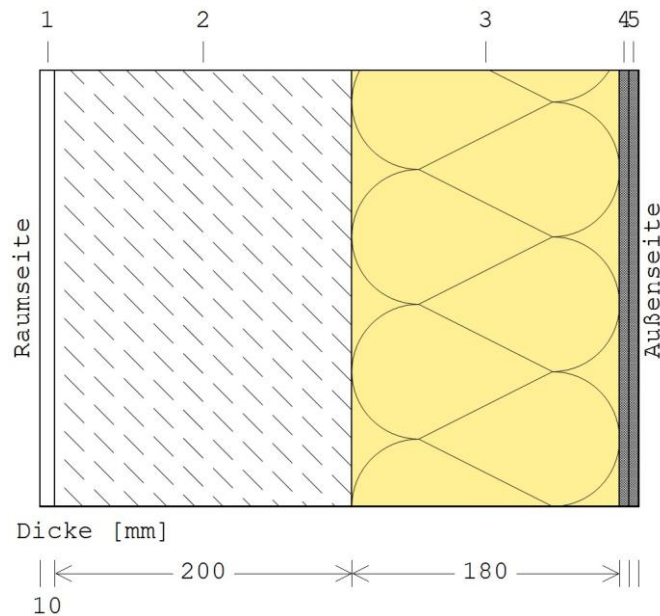


Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Fussbodenbeläge Linoleum	5	0,170
2	DIN 4108 1.3.3 Calciumsulfat-Estrich (Anhydrit-Estrich)	60	1,200
3	BASF Styropor Trittschalldämmplatte (DES sm) 045	30	0,045
4	ISOVER Exporit EPS 100/035 Boden-Dämmplatte	30	0,035
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	200	2,500
	gesamt	325	

Die flächenbezogene Masse konnte nicht ermittelt werden, da die Materialkennwerte nicht vollständig sind.

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
Zwischendecke (15,7 m²)	0,10	0,10	0,53

**AW STB 20 cm + 16 cm MW 035****U = 0,18 W/(m²K)** (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)

Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
2	DIN EN ISO 10456 Beton mittl. Rohdichte 2200	200	1,650
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	180	0,035
4	SAINT-GOBAIN Weber weber.san Dämmboard Klebe- und Armierungsmörtel	5	0,510
5	SAINT-GOBAIN Weber weber.pas 461 Silikat-Scheibenputz	2	0,870
	gesamt	397	

Flächenbezogene Masse: 461,6 kg/m²

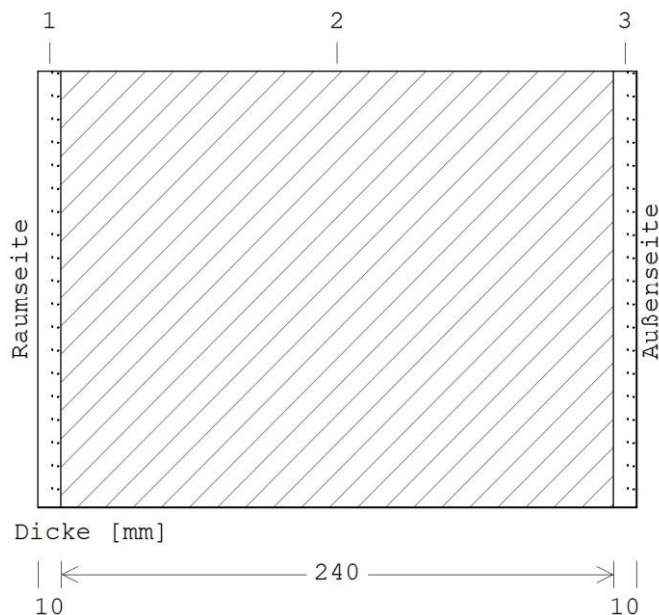


Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
AW 20 cm STB (74,7 m²)	0,13	0,04	0,18
AW 20 cm STB (94,6 m²)			
AW 20 cm STB (23,4 m²)			

IW 24 cm KS

U = 1,51 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
2	DIN 4108 4.2 Mauerwerk aus Kalksandsteinen 1400	240	0,700
3	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
	gesamt	260	

Flächenbezogene Masse: 356,0 kg/m²

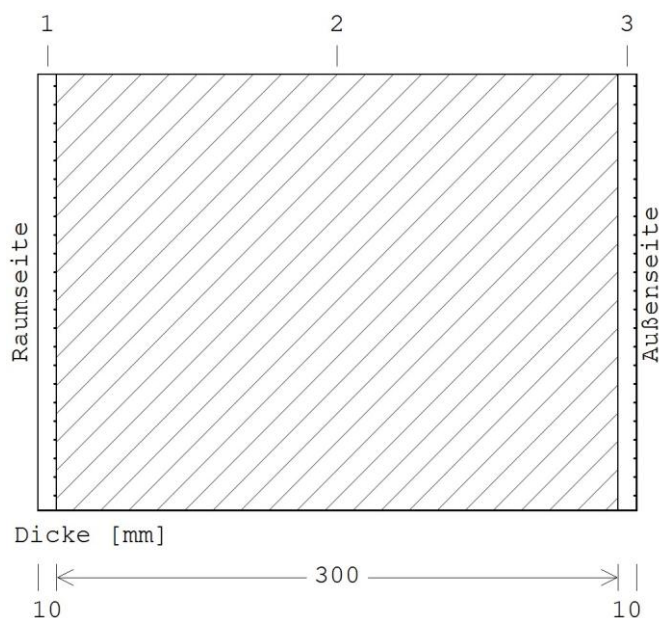


Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 24 cm KS an beheizt (127,5 m²)	0,13	0,13	1,51
IW 24 cm KS (2,7 m²)			
IW 24 cm KS (2,8 m²)			

IW 30 cm KS

U = 1,34 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
2	DIN 4108 4.2 Mauerwerk aus Kalksandsteinen 1400	300	0,700
3	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
	gesamt	320	

Flächenbezogene Masse: 440,0 kg/m²

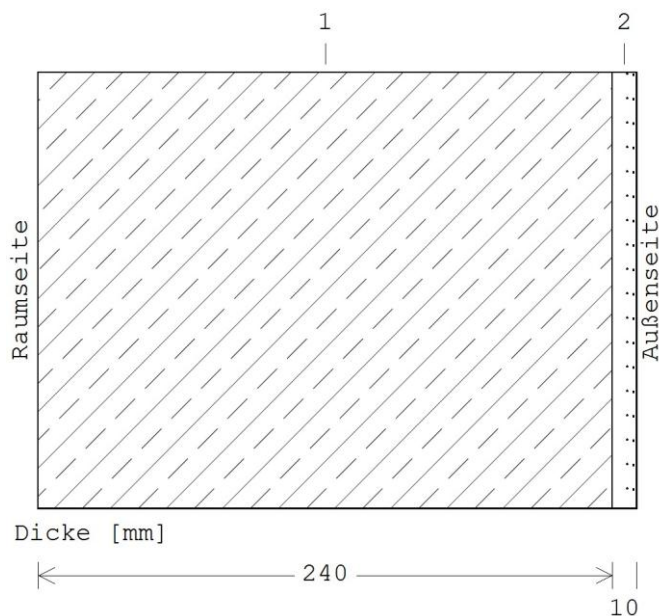


Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
IW 30 cm KS (40,0 m ²)	0,13	0,13	1,34

IW 24 cm STB

U = 2,54 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	240	2,300
2	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
	gesamt	250	

Flächenbezogene Masse: 562,0 kg/m²

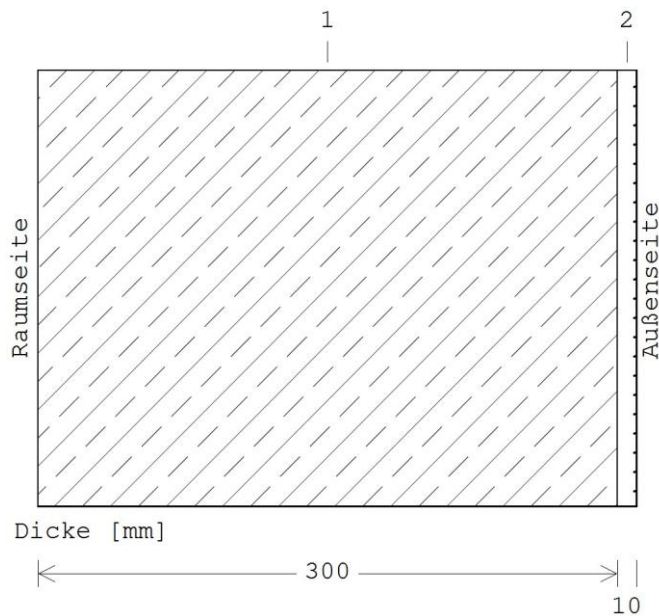
Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
IW 24 cm STB an beheizt (26,2 m ²)	0,13	0,13	2,54



IW 30 cm STB

U = 2,38 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)

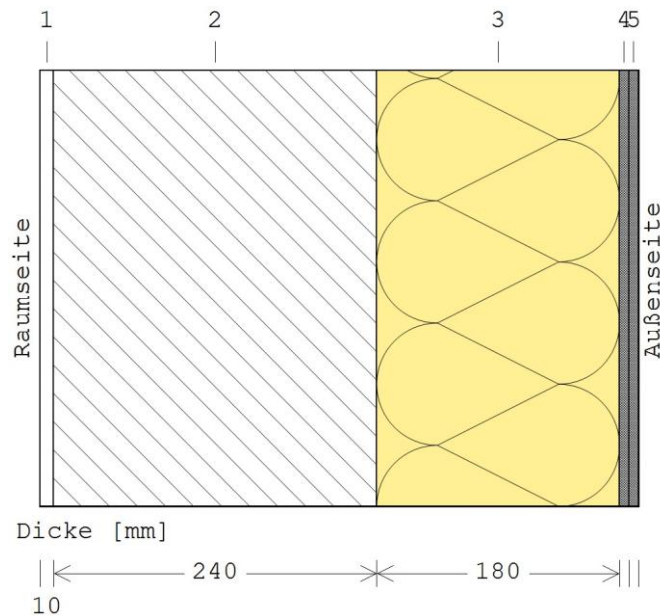


Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	300	2,300
2	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
	gesamt	310	

Flächenbezogene Masse: 700,0 kg/m²

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
IW 30 cm STB (26,2 m²)	0,13	0,13	2,38

**AW 24 cm KS + 16 cm MW 035****U = 0,18 W/(m²K)** (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)

Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1000) nach DIN EN 13279-1	10	0,340
2	DIN 4108 4.2 Mauerwerk aus Kalksandsteinen 1400	240	0,700
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	180	0,035
4	SAINT-GOBAIN Weber weber.san Dämmboard Klebe- und Armierungsmörtel	5	0,510
5	SAINT-GOBAIN Weber weber.pas 461 Silikat-Scheibenputz	2	0,870
	gesamt	437	

Flächenbezogene Masse: 357,6 kg/m²

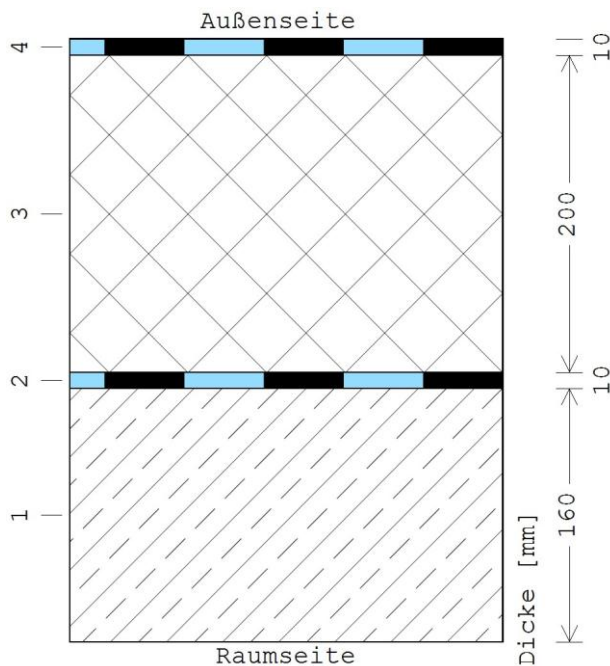


Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
AW 24 cm KS (4,2 m ²)	0,13	0,04	0,18
AW 24 cm KS (21,8 m ²)			
AW 24 cm KS (52,0 m ²)			
AW 24 cm KS (2,7 m ²)			

Flachdach 16 cm STB + 20 cm EPS 035

U = 0,17 W/(m²K) (mit R_{si} = 0,10 m²K/W und R_{se} = 0,04 m²K/W)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	160	2,300
2	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170
3	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,034	200	0,035
4	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	10	0,170
	gesamt	380	

Flächenbezogene Masse: 396,0 kg/m²

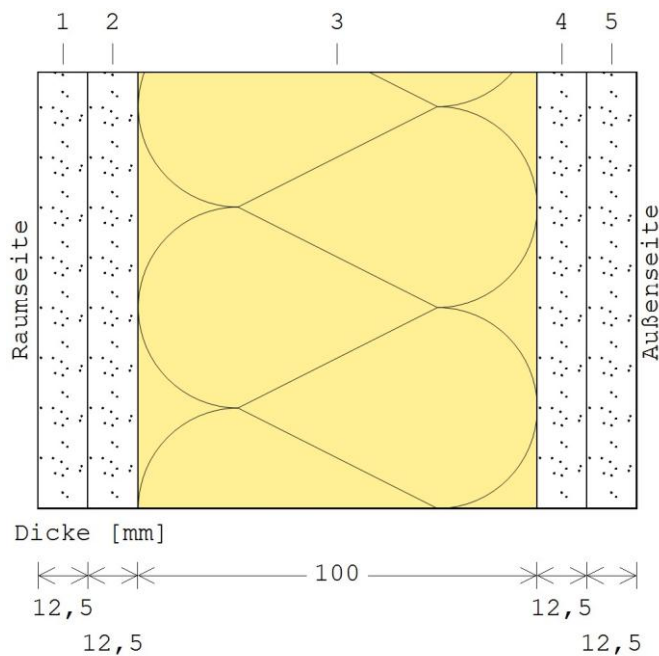


Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
Flachdach 16 cm STB (Verbindungsgang) (58,6 m ²)	0,10	0,04	0,17

IW 15 cm GK

U = 0,30 W/(m²K) (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]
1	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210
2	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210
3	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	100	0,035
4	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210
5	DIN EN ISO 10456 Gipskartonplatten 700	12,5	0,210
	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 GK (40,0 m ²)	0,13	0,13	0,30
IW 15 cm GK an beheizt (10,2 m ²)			



Fenstertypen

Zweischeiben-Isolierverglasung

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,1
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,78
U-Ver Glasung [W/(m²K)]	1,00
Sonderverglasung	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: Einfachverglasung 0,87 ; Doppelverglasung 0,75 ; Wärmeschutzverglasung doppelverglast mit selektiver Beschichtung 0,50 - 0,70 ; Dreifachverglasung, normal 0,60 - 0,70; Dreifachverglasung, mit 2-fach selektiver Beschichtung 0,35 - 0,50; Sonnenschutzverglasung 0,20 - 0,50;

Verwendung

Bauteil	Fläche
Fenster	191,5 m²



Türen

Außentür

U-Wert [W/(m²K)]	2,0
Gesamtfläche [m²]	7,9

Verwendung

Bauteil	Fläche
Außentür	7,9 m²

Innentür

U-Wert [W/(m²K)]	5,0
Gesamtfläche [m²]	18,1

Verwendung

Bauteil	Fläche
Innentür	18,1 m²



Bauteilliste

Bauteile

Bezeichnung	Fläche [m²]	Nettofläche [m²]	Ausrichtung	U-Wert [W/(m²K)]
Bodenplatte	58,22	58,22	horizontal	0,400
AW 20 cm STB	142,59	74,66	West	0,180
AW 20 cm STB	170,53	94,63	Ost	0,180
AW 20 cm STB	30,27	23,42	Nord	0,180
AW 24 cm KS	4,19	4,19	West	0,180
AW 24 cm KS	35,50	21,81	Nord	0,180
Flachdach 20 cm STB DIFF	58,22	58,22	horizontal	0,170
Boden an Außenluft	58,56	58,56	horizontal	0,160
AW 24 cm KS	61,98	51,96	Ost	0,180
Flachdach 16 cm STB (Verbindungsgang)	58,56	58,56	horizontal	0,170
AW 24 cm KS	2,68	2,68	Nord	0,180

Fenster

Bezeichnung	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]
Fenster	191,48	1,1

Türen

Bezeichnung	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]
Außentür	7,94	2,00



Bauteile detailliert

Bauteile

Bodenplatte

Konstruktion	Bodenplatte
Gewerk	Boden/Estrich
Anwendung	Boden an Erdreich angrenzend
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,17 / 0,00
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,401
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	2,32 / 2,49
Bruttofläche [m^2]	58,22

AW 20 cm STB

Konstruktion	AW STB 20 cm + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,183
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,31 / 5,48
Bruttofläche [m^2]	142,59
Orientierung	West
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

AW 20 cm STB

Konstruktion	AW STB 20 cm + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,183
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,31 / 5,48
Bruttofläche [m^2]	170,53
Orientierung	Ost
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

**AW 20 cm STB**

Konstruktion	AW STB 20 cm + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,183
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,31 / 5,48
Bruttofläche [m^2]	30,27
Orientierung	Nord
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

AW 24 cm KS

Konstruktion	AW 24 cm KS + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,176
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,53 / 5,70
Bruttofläche [m^2]	4,19
Orientierung	West
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

AW 24 cm KS

Konstruktion	AW 24 cm KS + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,176
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,53 / 5,70
Bruttofläche [m^2]	35,50
Orientierung	Nord
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

**Flachdach 20 cm STB DIFF**

Konstruktion	Flachdach 20 cm STB + 20 cm EPS 035
Gewerk	Flachdach
Anwendung	Dachfläche (Flachdach nicht belüftet)
Umkehrdach	nein
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,10 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,165
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,92 / 6,06
Bruttofläche [m^2]	58,22
Orientierung/Neigung	horizontal / 0°
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

Boden an Außenluft

Konstruktion	Boden an Außenluft (Verbindungsgang)
Gewerk	Boden/Estrich
Anwendung	Decke nach unten zur Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,17 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,161
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,99 / 6,20
Bruttofläche [m^2]	58,56
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

AW 24 cm KS

Konstruktion	AW 24 cm KS + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,176
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,53 / 5,70
Bruttofläche [m^2]	61,98
Orientierung	Ost
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch



Flachdach 16 cm STB (Verbindungsgang)

Konstruktion	Flachdach 16 cm STB + 20 cm EPS 035
Gewerk	Flachdach
Anwendung	Dachfläche (Flachdach nicht belüftet)
Umkehrdach	nein
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,10 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,166
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,90 / 6,04
Bruttofläche [m^2]	58,56
Orientierung/Neigung	horizontal / 0°
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

AW 24 cm KS

Konstruktion	AW 24 cm KS + 16 cm MW 035
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R_{si} / R_{se} [m^2K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [$W/(m^2K)$]	0,176
R-Wert / R_T -Wert [m^2K/W]	5,53 / 5,70
Bruttofläche [m^2]	2,68
Orientierung	Nord
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

Fenster

Fenster

Bezeichnung	Fenster
Typ	Zweischeiben-Isolierverglasung
U_w -Wert [$W/(m^2K)$]	1,1
Abminderung infolge Rahmenanteil [-]	0,70
Art der Verglasung (für Referenzgebäude)	keine Sonnenschutz-Verglasung
Fläche [m^2]	4,51
Fensterbreite [m]	2,05
Fensterhöhe [m]	2,20



Brüstungs-/Sturzhöhe [m]	0,75 / 2,95
Sonnenschutz	keiner
Verschattung	typisch (vom Bauteil übernommen)

Türen

Außentür

Bezeichnung	Außentür
U-Wert [W/(m²K)]	2,00
Fläche [m²]	7,94

Ermittlung der Türfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	2,38*3,33	Berechnung von E-CAD übernommen	7,93
2	0,017	Korrektur der Rundungsfehler	0,02

Berechnung der mittleren U-Werte

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

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung g	U·A·w [W/K]
Bodenplatte	58,2	0,400	0,5	11,64
Außentür	7,9	2,00	1,0	15,88
AW 20 cm STB	74,7	0,180	1,0	13,44
AW 20 cm STB	94,6	0,180	1,0	17,03
AW 20 cm STB	23,4	0,180	1,0	4,22
AW 24 cm KS	4,2	0,180	1,0	0,75
AW 24 cm KS	21,8	0,180	1,0	3,93
Flachdach 20 cm STB DIFF	58,2	0,170	1,0	9,90
Boden an Außenluft	58,6	0,160	1,0	9,37
AW 24 cm KS	52,0	0,180	1,0	9,35
Flachdach 16 cm STB (Verbindungsgang)	58,6	0,170	1,0	9,96
AW 24 cm KS	2,7	0,180	1,0	0,48
Summe/Mittelwert	514,9	0,206		105,96



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

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtun g	U·A·w [W/K]
Fenster	166,4	1,10	1,0	183,08
Summe/Mittelwert	166,4	1,10		183,08



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)]	Gewichtun g	U·A·w [W/K]
Bodenplatte	58,2	0,400	0,5	11,64
AW 20 cm STB	74,7	0,180	1,0	13,44
AW 20 cm STB	94,6	0,180	1,0	17,03
AW 20 cm STB	23,4	0,180	1,0	4,22
AW 24 cm KS	4,2	0,180	1,0	0,75
AW 24 cm KS	21,8	0,180	1,0	3,93
Flachdach 20 cm STB DIFF	58,2	0,170	1,0	9,90
Boden an Außenluft	58,6	0,160	1,0	9,37
AW 24 cm KS	52,0	0,180	1,0	9,35
Flachdach 16 cm STB (Verbindungsgang)	58,6	0,170	1,0	9,96
AW 24 cm KS	2,7	0,180	1,0	0,48
Summe/Mittelwert	506,9	0,178		90,07

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

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtun g	U·A·w [W/K]
Fenster	166,4	1,10	1,0	183,08
Summe/Mittelwert	166,4	1,10		183,08

Oberlichter ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Gewichtun g	U·A·w [W/K]
Außentür	7,9	2,00	1,0	15,88
Summe/Mittelwert	7,9	2,00		15,88



Zone 1 Klassenzimmer

Nutzungsprofil

8: Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	278,75
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	86,22
Geschosshöhe [m]	4,04

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt und gekühlt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heiz- und Kühlfunktion
Kühlung auch außerhalb der Betriebszeiten der Kühlanlage, z. B. bei Bauteilkühlung	nein
Abschaltung der Kühlanlage an Nicht-Nutzungstagen	nein
bedarfsorientierte Kühlung	nein
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	A
Einzelraumregelungssystem ist vorhanden	
adaptive Temperatursabsenkung und Anheizfunktion mit Informationsverbund zur Vorlauftemperaturregelung	
Automatisierungsgrad für Kühlung	A



Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Temperaturabsenkung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,5 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
vollständige Deckung des Kühlbedarfs durch Erhöhung des Volumenstroms	nein
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	2,5
Relative Abwesenheit $RLT_{c_{RLT}}$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $RLT_{F_{RLT}}$ [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	862,18	862,18

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	19,10
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein



Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m ²]	86,22 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A _{TL} [m ²]	53,79
Fläche ohne Tageslicht A _{kTL} [m ²]	32,43
lichte Raumhöhe [m]	3,72
Tageslichtversorgungsfaktor C _{TL,Vers} [-]	0,893
Höhe der Nutzenebene h _{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t _{Tag} [h]	1400,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t _{Nacht} [h]	0,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E _m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k _A [-]	0,97 (Standardwert)
relative Abwesenheit C _A [-]	0,25 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k _{AL} [-]	2,0 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k _{RL} [-]	2,0 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F _t [-]	0,9 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k _{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten als Lichtbänder

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW 24 cm KS
Fenster – AW 24 cm KS
Fenster – AW 20 cm STB



Zonenergebnisse: Zone 1 Klassenzimmer

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	6.081,5	70,54
Kühlung	1.077,4	12,50
Beleuchtung	147,9	1,72
Gesamt	7.306,8	84,75

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	6.891,8	79,93
Gesamt	6.891,8	79,93

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	2.088,9	24,23
Kühlung	3.315,4	38,45
Beleuchtung	258,9	3,00
Lüftung	1.228,6	14,25
Gesamt	6.891,8	79,93

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	3.759,9	43,61
Kühlung	5.967,8	69,22
Beleuchtung	466,0	5,41
Lüftung	2.211,5	25,65
Gesamt	12.405,2	143,88



Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	5.738,86
jährlicher Kühlbedarf [kWh/a]	464,04
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	3,59
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	3,59
maximale Kühlleistung in der Gebäudezone [kW]	2,71
maximale Kühlleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	0,95

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	311,50
Energiebedarf für die Luftkühlung [kWh/a]	613,32
maximale Heizleistung [kW]	1,58
maximale Kühlleistung [kW]	2,88
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	1.228,61

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	147,94
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------



Zone 2 Verkehrsfläche

Nutzungsprofil

19: Verkehrsfläche (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	495,18
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	159,41
Geschosshöhe [m]	4,03

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt und gekühlt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heiz- und Kühlfunktion
Kühlung auch außerhalb der Betriebszeiten der Kühlanlage, z. B. bei Bauteilkühlung	nein
Abschaltung der Kühlanlage an Nicht-Nutzungstagen	nein
bedarfsorientierte Kühlung	nein
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	A
Einzelraumregelungssystem ist vorhanden	
adaptive Temperatursabsenkung und Anheizfunktion mit Informationsverbund zur Vorlauftemperaturregelung	
Automatisierungsgrad für Kühlung	A



Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Temperaturabsenkung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,5 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
vollständige Deckung des Kühlbedarfs durch Erhöhung des Volumenstroms	nein
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	0,0	0,0

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	52,89
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m ²]	159,41 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m ²]	159,41
Fläche ohne Tageslicht A_{kTL} [m ²]	0,00
lichte Raumhöhe [m]	3,72
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,863
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,20 (Standardwert)



jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2543,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	207,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	100,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	0,8 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten als Lichtbänder

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW 24 cm KS
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 24 cm KS
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB



Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB
Fenster – AW 20 cm STB

Zonenergebnisse: Zone 2 Verkehrsfläche

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	15.521,0	97,37
Kühlung	11.903,5	74,67
Beleuchtung	265,6	1,67
Gesamt	27.690,2	173,70

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	18.573,4	116,51
Gesamt	18.573,4	116,51

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	5.181,0	32,50
Kühlung	13.073,5	82,01
Beleuchtung	318,8	2,00
Gesamt	18.573,4	116,51

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	9.325,9	58,50
Kühlung	23.532,4	147,62
Beleuchtung	573,8	3,60
Gesamt	33.432,0	209,72



Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	15.521,02
jährlicher Kühlbedarf [kWh/a]	11.903,49
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	9,48
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	9,48
maximale Kühlleistung in der Gebäudezone [kW]	34,06
maximale Kühlleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	34,06

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

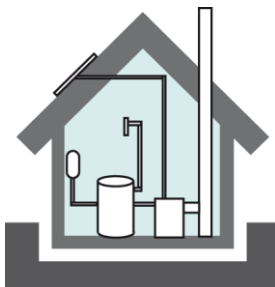
Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	0,00
Energiebedarf für die Luftkühlung [kWh/a]	0,00
maximale Heizleistung [kW]	0,00
maximale Kühlleistung [kW]	0,00
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	0,00

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	265,65
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------



Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Anzahl Speicher	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]	15,98 (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]	0,01 (Standardwert)
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m³/h]	0,9 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	7 K (Standardwert)
Regelbarkeit	Einstufig
bivalente Betriebsweise	Heizung
bivalente Betriebsweise Heizung	Teilparallelbetrieb



integrierter Zusatzheizer	Heizung
Einsatzgrenze (Abschalttemperatur) der Wärmepumpe [°C]	-10,0
Bivalenztemperatur [°C]	-7,0 (Standardwert)
Heizgrenztemperatur [°C]	12 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	Anforderungen der EnEV 2002/2004 an Gebäude mit normalen Innentemperaturen sind erfüllt
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	55
Art des Wärmeverteilsystems	Flächenheizung
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

2. Speicher 1

Baujahr	2026
Aufstellung des Speichers	stehend
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0
separate Umwälzpumpe	ja
Speicher-Nenninhalt [l]	153,1 (Standardwert)
Bereitschafts-Wärmeverlust [kWh/d]	2,13 (Standardwert)
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	47,4 (Standardwert)

Speicher und Wärmeerzeuger befinden sich im selben Raum

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
Zu deckender Nutzenergiebedarf	21.259,88	342,65	–	–
+ Verluste durch Speicherung	312,25	20,11	78,42	3,45
+ Verluste durch Verteilung	299,35	640,42	228,07	3,36
+ Verluste durch Übergabe	1.107,40	0,00	0,00	0,00



	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
= erforderliche Erzeugernutzenergie	23.507,31	412,46	–	–
– regenerativer Anteil	16.685,33	295,27	–	–
+ Verluste durch Erzeugung	0,00	0,00	16,60	0,81
= Endenergiebedarf	6.821,98	117,20	323,09	7,62

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	98,62
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	1,38

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{\text{gen,t,a}} = 3,45$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 3,45$



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	R290
Freie Rückkühlung	keine freie Rückkühlung
Art der Rückkühlung	Trockenrückkühler
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
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	12.367,53	613,32	–	–
<i>+ Verluste durch Verteilung</i>	1.236,75	61,33	6.244,55	138,14
<i>+ Verluste durch Übergabe</i>	1.236,75	98,13	0,00	0,00
<i>= erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	14.841,03	772,78	–	–



	Energie für Kühlung [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT- Anlagen	für statische Systeme	für RLT- Anlagen
– regenerativer Anteil	10.119,48	526,93	–	–
+ Verluste durch Erzeugung	–	–	4.789,10	249,79
= Endenergiebedarf	4.721,55	245,85	11.033,65	387,93

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

RLT-Einheit 1

Betriebsweise	Heiz- und Kühlfunktion
Vor-/Rücklauftemperatur Heizkreis [°C]	45,0/30,0
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

Kälteerzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Kälteerzeugereinheit 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]	8,00 (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	311,50	–
Verluste durch Verteilung	0,00	–
Verluste durch Übergabe	31,15	–

Anbindung Wärme

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	640,42	3,36
Verluste durch Übergabe	0,00	0,00



Ergebnisse Kühlregister

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Nutzkälte	613,32	–
Verluste durch Verteilung	0,00	–
Verluste durch Übergabe	0,00	–

Anbindung Kälte

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	61,33	138,14
Verluste durch Übergabe	98,13	0,00



Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Heizkreis 1

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 [m²]	245,63

**Rohrabschnitt 1: Verteilleitung**

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	44,30 (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]	3,05 (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]	82,21 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	89,88 (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	0
Anzahl Ventilatoren/Gebälse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 1 Klassenzimmer	1,00
Zone 2 Verkehrsfläche	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	299,35	228,07
Verluste durch Übergabe	1.107,40	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Anlagentechnik: Verteilsystem Kälte

Kühlkreis 1

Art des Systems	indirekt
Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	8,0/14,0

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 Klassenzimmer	1,00
Zone 2 Verkehrsfläche	1,00

Ergebnisse

	Energie für Kühlung [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	1.236,75	6.244,55
Verluste durch Übergabe	1.236,75	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]	0,00

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
RLT-Einheit 1	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Zone 1 Klassenzimmer	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)
Zone 2 Verkehrsfläche	1,00	0,90 (Standardwert)	1,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung (Wärme)	0,00
Verluste durch Übergabe (Wärme)	31,15
Verluste durch Verteilung (Kälte)	0,00
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 Klassenzimmer	9.559	0	849	1.794	(*) 769
Zone 2 Verkehrsfläche	23.577	0	522	0	(*) 5.877
Gesamt	33.135	0	1.371	1.794	6.646

Summe Gebäude	42.946 kWh/a
Gebäudenutzfläche	245,6 m ²
flächenbezogen	174,84 kWh/(m ² a)
Anforderungswert (55 %)	96,16 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.