

# Energieeinsparnachweis

nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2020

vom 08.08.2020

"Wohngebäude"

## BEG / KfW - Effizienzhaus 55EE (GEG 2020)

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06  
und Berechnung der Anlagentechnik nach DIN V 4701-10:2003-08

Projekt Kurzbeschreibung: WHG | Auf dem Stifte | Geseke

21.Jan 2022

Bauvorhaben : 22-041-VP | Kirche zu Wohnraum

Bearbeiter : M. Radin

Objektstandort

Baujahr 2022

Straße/Hausnr. : Auf dem Stifte 11

Plz/Ort : 59590 Geseke

Gemarkung :

Flurstücknummer: ----

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Franz Josef Tigges

Straße/Hausnr. : Am Flussgraben 16

Plz/Ort : 59558 Lippstadt

Telefon / Fax :

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
M. Radin RADIN   Planungsges. Tragwerke mbH Südtor 14 59557 Lippstadt	21.Jan 2022

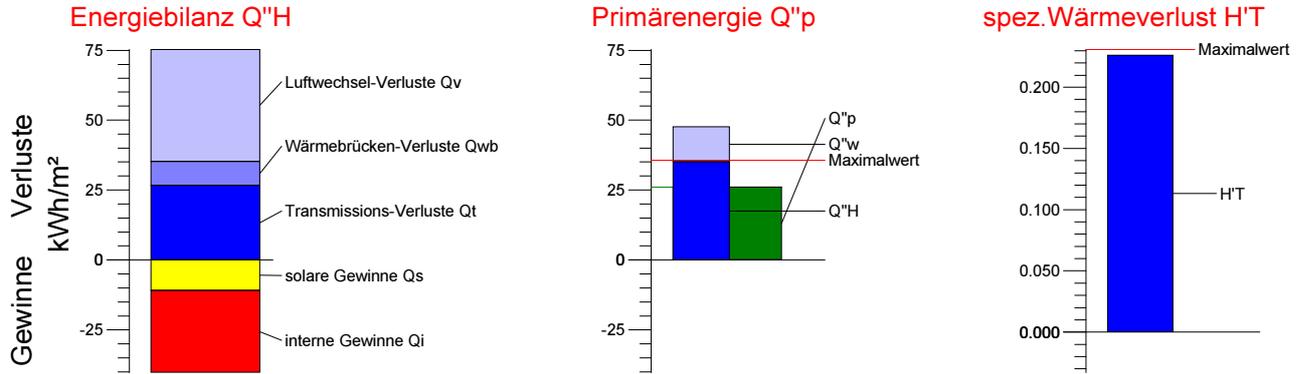
## Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	Außenwand	AW-Nord	NNO	60.79	0.149	1.00	26	750	
1.2	Außenwand	AW-Süd	SSW	43.08	0.149	1.00	54	532	
1.3	Außenwand	AW-Ost	OSO	49.19	0.149	1.00	72	607	
1.4	Außenwand	AW-West	WNW	48.94	0.149	1.00	15	604	
				<b>202.01</b>	<b>0.149</b>		<b>166</b>	<b>2493</b>	
2	Fenster, Fenstertüren						g		
2.1	zertifiziertes Fenster 0,9	AW-Nord	NNO	10.08	0.900	1.00	0.48	587	751
2.2	zertifiziertes Fenster 0,9	AW-Süd	SSW	22.70	0.900	1.00	0.48	2513	1692
2.3	Haustür mit Fenster 1,1	AW-Süd	SSW	5.09	1.100	1.00	0.15	176	464
2.4	zertifiziertes Fenster 0,9	AW-Ost	OSO	2.40	0.900	1.00	0.48	294	179
2.5	Alutür gedämmt 1.8	AW-Ost	OSO	1.84	1.800	1.00	---	---	275
2.6	zertifiziertes Fenster 0,9	AW-West	WNW	4.50	0.900	1.00	0.48	245	335
				<b>46.61</b>	<b>0.957</b>			<b>3815</b>	<b>3696</b>
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Decke im Obergeschoß	De.-OG	-	201.40	0.108	0.80	---	1436	
3.2	Dachfläche Standard	DF-Nord	SSW	40.00	0.149	1.00	330	493	
3.3	Dachfläche Standard	DF-Süd	SSW	18.00	0.149	1.00	149	222	
				<b>259.40</b>	<b>0.100</b>		<b>479</b>	<b>2150</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Grundfläche im Erdgeschoß	GF-EG	-	212.16	0.191	0.65	---	2181	
				<b>212.16</b>	<b>0.124</b>		-----	<b>2181</b>	
		Summe:		<b>720.18</b>	<b>0.176</b>		<b>4460</b>	<b>10521</b>	
Jahresprimärenergiebedarf $Q''_p = 26.0$ [kWh/m <sup>2</sup> a] $Q''_{pmax} = 35.6$ [kWh/m <sup>2</sup> a] spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T = 0.226$ [W/m <sup>2</sup> K] $H'T_{max} = 0.231$ [W/m <sup>2</sup> K]									

## Übersicht der Projekteinstellungen und Eingabedaten

Nr.	Komponente	Einstellung
1	Berechnungsmodus	BEG/KfW-Effizienzhaus 55 GEG 2020, öffentlich rechtlich, nach DIN 4108-6/4701-10 Neubau
2	Gebäudetyp	WG (Wohngebäude), 2 Wohneinheiten, Nutzfläche 349 m <sup>2</sup> Dach: teilweise beheizt, 2 Vollgeschosse, Keller: unbeheizt
3	Wärmebrücken	nach Beiblatt 2 mit 0.050 W/m <sup>2</sup> K
4	Dichtheitsnachweis	mit Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
5	Heizung	95.0% Heizungswärmepumpe Luft/Wasser Strom-Mix 5.0% Elektro-Direktheizung Strom-Mix Speicher: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 241 Liter) Verteilung: Heizkreistemperatur 35/28°C Wasserheizung: integrierte Heizflächen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdiff. 0,5°K
6	Warmwasser	95.0% Heizungswärmepumpe Luft/Wasser Strom-Mix 5.0% Elektro-Heizstab Strom-Mix Speicher: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizanlage) Verteilung: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung ohne Zirkulation (max. 500 m <sup>2</sup> Nutzfläche)
7	Lüftungsanlage	keine Lüftungsanlage (freie Lüftung)
8	PV Anlage	Fläche: 20.0 m <sup>2</sup> Richtung: Süden Neigung: 30° Baujahr Module ab 2017 ohne Stromspeicher angerechneter Jahres-Stromertrag nach GEG §23 (4): 1912 kWh/a
9	Referenzgebäude	Das Referenzgebäude wurde automatisch nach der GEG Anlage 1 mit BEG/KfW Anpassungen konfiguriert und berechnet und ist nicht durch den Anwender veränderbar.

# E N E R G I E B I L A N Z



nutzbare Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$ :	3815	Transmission Q <sub>t</sub> :	10521
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$ :	10208	Wärmebrücken Q <sub>wb</sub> :	2982
		Lüftungsverluste Q <sub>v</sub> :	13990
		Nachtabsenkung Q <sub>NA</sub> :	-609
		solar opake Bauteile Q <sub>S opak</sub> :	-645
	14023		26239
=> Jahresheizwärmebedarf Q <sub>h</sub> 12327 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q <sub>w</sub> 4358 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt  
 Anlagenaufwandszahl e<sub>p</sub> : 0.613  
 Nutzfläche : 348.6m²  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Jahresheizwärmebedarf Q''<sub>h</sub> : 35.36kWh/m²a

## Endergebnis der GEG-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf Q'' <sub>p</sub> : bezogen auf die Gebäudenutzfläche	26.0 [kWh/m²a]	46.5% besser als Neubau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	35.6 [kWh/m²a] 48.5 [kWh/m²a]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 55 nach GEG
spezifischer Transmissionswärmeverlust H'T: der Gebäudehüllfläche	0.226 [W/m²K]	31.4% besser als Neubau 31.4% besser Ref-Gebäude
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.231 [W/m²K] 0.330 [W/m²K] 0.330 [W/m²K]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 55 vom Referenzgebäude nach GEG

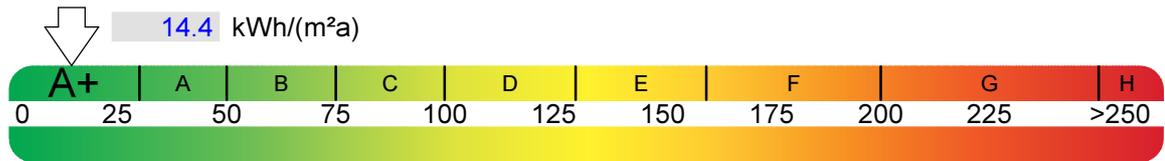
die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

## Effizienzlevel

Grundvariante  
optimiert

CO2-Emissionen **8.1** [kg/(m<sup>2</sup>\*a)]

### Endenergiebedarf



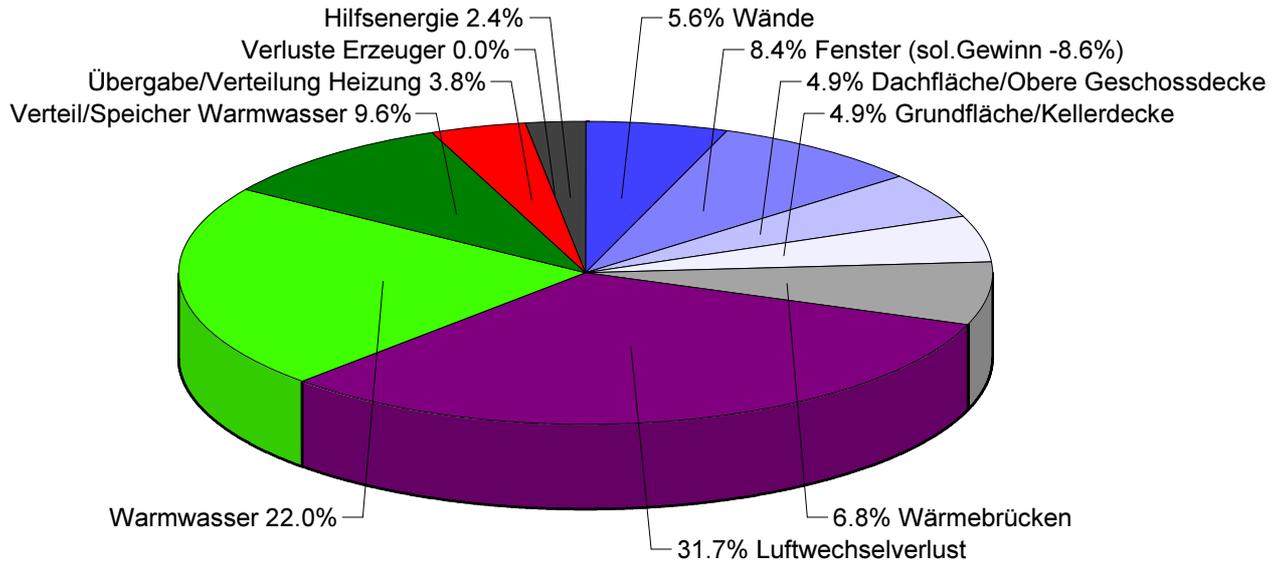
26.0 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### Primärenergiebedarf

- Passivhaus
- MFH Neubau
- EFH Neubau
- EFH energetisch gut modernisiert
- Durchschnitt Wohngebäude
- MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert
- EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert

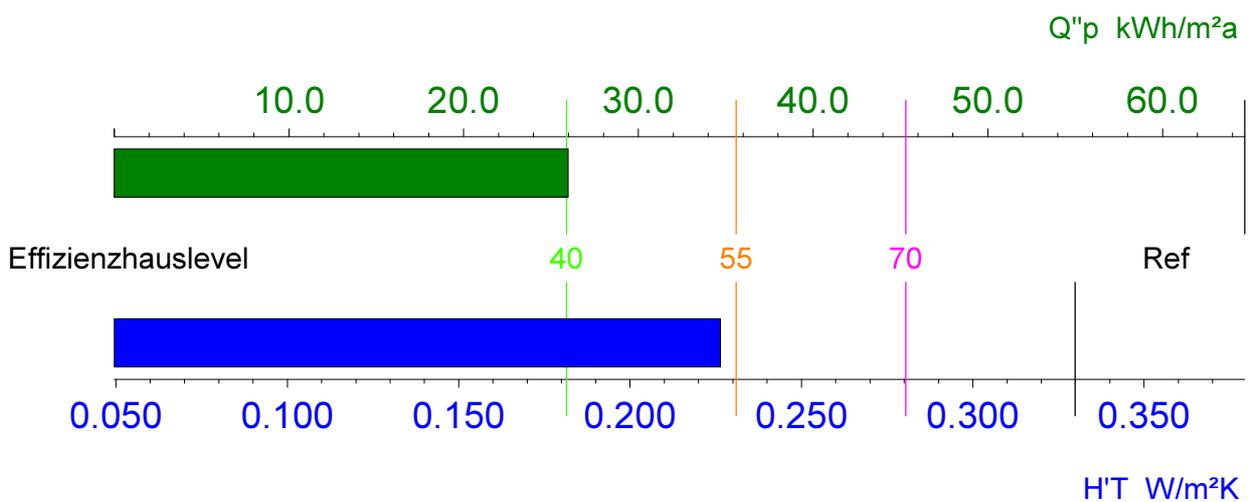
## Endenergieverteilung

### Endenergieverteilung von 21-041-EE-Nachweis\_GEG



In der Grafik ist die prozentuale Verteilung der Endenergie zu sehen. Skaliert wurde alles auf den Heizwärmebedarf. Nutzbare interne und solare Wärmegevinne wurden bei den Transmissions- und Lüftungsverlusten berücksichtigt.

## KfW Effizienzhauslevel



## Randbedingungen

### Strom aus erneuerbaren Energien nach §23 (4) des GEG 2020

#### Berechnung der PV-Anlage über die DIN 18599-9

Art des Photovoltaikmoduls: Polykristallines Silizium Baujahr der Module ab 2017

PV-Kollektorfläche:	$K_{pk}$	0.166 kW/m <sup>2</sup>
Peak-Leistung der PV Anlage:		20.0 m <sup>2</sup>
Systemleistungsfaktor: Mäßig belüftete Module, <0,5m aufs Dach gesetzt		3.32 kW
Ausrichtung des PV Kollektors (0°= Nord, 180°=SÜD):	$f_{perf}$	0.75 [-]
Neigung des PV Kollektors (0°= waagrecht, 90°=senkrecht):		180 °
		30 °

Jahresleistung erneuerbarer Stromproduktion / PV Anlage:	3017 kWh/a
<b>berechneter Strombedarf des Gebäudes (kein Hausstrom):</b>	<b>6945 kWh/a</b>
der berechnete Strombedarf des Gebäudes setzt sich wie folgt zusammen:	
- Strom/Hilfsenergie Heizung (monatlich gewichtet auf den Heizwärmebedarf):	4717 kWh/a
- Strom/Hilfsenergie Warmwasser (auf 12 Monate verteilt):	2228 kWh/a
<b>anrechenbarer erneuerbarer Anteil (wurde von der Endenergie abgezogen):</b>	<b>1912 kWh/a</b>

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
monatl. regenerative Leistung in kWh	93	92	224	389	426	432	385	369	281	204	74	48
monatl. regenerative Leistung in %	3.1	3.1	7.4	12.9	14.1	14.3	12.8	12.2	9.3	6.8	2.4	1.6
monatl. Strombedarf (hochgerechnet)	1258	1078	778	249	186	186	186	186	186	369	967	1316

#### Sommerlicher Wärmeschutz:

Die Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes konnte nicht durchgeführt werden da keine Fenster/Raumzuordnungen eingegeben wurden.

#### Luftdichtheitsprüfung nach Fertigstellung:

Die Überprüfung der Dichtheit erfolgt nach §26 des GEG nach Fertigstellung des Gebäudes.  
 Es darf der nach DIN EN ISO 9972: 2018-12 Anhang NA gemessene Volumenstrom, bei einer Druckdifferenz von 50 Pa, den Wert 3.0 l/h nicht überschreiten. Der Luftdichtheitsnachweis (Messprotokoll) wird diesem Dokument später beigefügt!

#### Grundlage zur Ermittlung der Fx Werte für die Erdreichabminderung nach DIN 4108-6 Tabelle 3

Grundflächenart	$A_G$ [m <sup>2</sup> ]	P[m]	B'
Kellerdecke gegen unbeheizten Keller	212.2	43.0	9.9

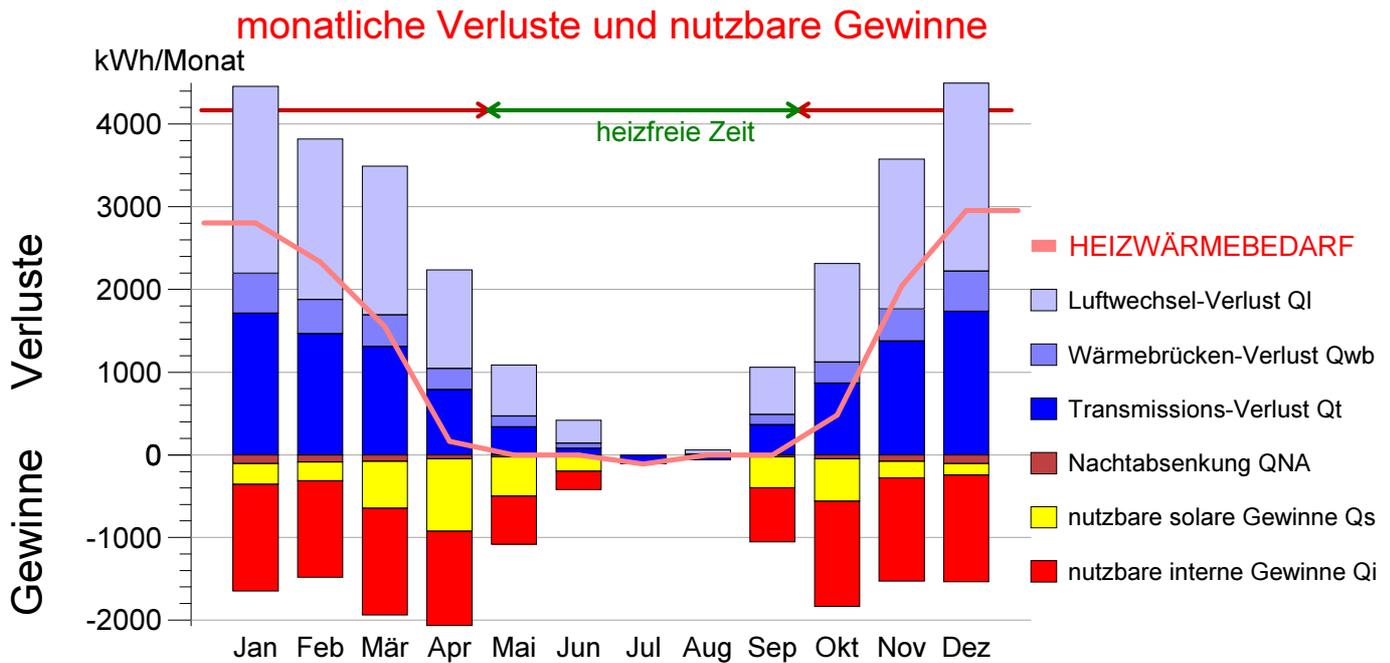
P=Randstrecke der Grundfläche gegen das Erdreich

## Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad $\eta$	1.000	1.000	0.999	0.912	0.454	0.179	0.000	0.000	0.526	0.982	1.000	1.000	
Q Verlust	4353	3733	3415	2187	1061	410	0	0	1036	2267	3498	4391	26351
Q Gewinn	1550	1400	1867	2216	2340	2291	2266	2198	1969	1819	1455	1437	22808
$\eta * Q$ Gewinn	1550	1400	1866	2022	1061	410	0	0	1036	1787	1455	1437	14023
Q <sub>h,M</sub>	2803	2333	1549	165	0	0	0	0	0	480	2043	2954	12327
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	1701	1460	1351	896	463	210	0	38	430	898	1363	1711	10521
QS opak	-11	-5	40	106	124	128	111	98	64	30	-14	-25	645
QNA Nachtabs.	103	87	76	49	25	11	0	2	23	49	78	104	609
QT-QNA-QSopak	1609	1378	1235	741	314	70	-111	-62	343	819	1299	1632	9267
QWB	482	414	383	254	131	60	0	11	122	255	386	485	2982
QL	2262	1941	1797	1192	616	280	0	50	572	1194	1812	2275	13990
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
QS	254	228	570	961	1043	1036	970	901	714	522	200	140	7539
Qi	1297	1171	1297	1255	1297	1255	1297	1297	1255	1297	1255	1297	15270
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	558	479	443	294	0	0	0	0	0	295	447	561	3077

## Volumen und Flächen

Gebäudevolumen $V_e$	:	1089.5 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche $A$	:	720.2 m <sup>2</sup>
$A/V_e$	:	0.661 1/m
Außenwandfläche $A_{AW}$	:	260.0 m <sup>2</sup>
Fensterfläche $A_w$	:	46.6 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil $f$	:	15.2 % (nach EnEV 2002-2007 Anhang 1 Absatz 2.8)



### allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite  $\vartheta_i$  : 19°C (normale Innenraumtemperatur  $\geq 19^\circ\text{C}$  nach Anhang 1 der EnEV)  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Warmwasseraufbereitung : zentral  
 Bauart : ein Massivbau  
 das Gebäude ist : ein Neubau  
 das Gebäude ist um : 25.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

### Luftvolumenberechnung

Gebäudeart : es handelt sich um ein Gebäude mit bis zu drei Vollgeschossen und nicht mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten  
 Gebäudevolumen  $V_e$  : 1089.5 m<sup>3</sup>  
 Luftvolumen : 828.0 m<sup>3</sup>      0,76 \* Gebäudevolumen

### Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 6.00 m  
 Geschoßanzahl : 2  
 Gebäudegrundfläche : 212.2 m<sup>2</sup>  
 Grundflächenumfang : 43.0 m  
 Gebäudenutzfläche : 348.6 m<sup>2</sup>      0.32 \* Gebäudevolumen

### interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden      24h/Tag      5W/m<sup>2</sup>      120 Wh/m<sup>2</sup> pro Tag  
 bei einer Nutzfläche von      349 m<sup>2</sup>      ==>      42 kWh/Tag

$Q_i = 15270 \text{ kWh/a}$       [ 1255 kWh/Monat ]  
 davon nutzbare Wärmegewinne  $Q_{i-} = 10208 \text{ kWh/a}$

## Wärmebrücken pauschal mit Nachweis nach DIN 4108, Bbl.2

Es wurden ausschließlich wärmetechnisch äquivalente Konstruktionen nach DIN 4108, Bbl.2 verwendet.

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,05 W/m<sup>2</sup>K, berücksichtigt.  
Dabei wurden 0.0 m<sup>2</sup> Oberfläche ausgenommen (z.B.Vorhangsfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert 0.176 W/m<sup>2</sup>K [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]  
neuer mittlere U-Wert 0.226 W/m<sup>2</sup>K  
Transmissionsverlust erhöht sich um 28.35 %

Qwb = 2982 kWh/a

## Luftwechsel

Lüftungsverluste Qv 13990 kWh/a

Luftvolumen: 828.0 m<sup>3</sup>  
Luftwechselrate: 0.60 h<sup>-1</sup>  
Art der Lüftung: freie Lüftung

Das Gebäude wird nach DIN EN 13829:2001-02 dichtheitsgeprüft und die Luftwechselrate wird bei 50Pa (n50) kleiner/gleich 3 pro Stunde sein.

Luftwechselperluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2262	1941	1797	1192	616	280	0	50	572	1194	1812	2275

## Klimaort

Es wurden Solar- und Klimadaten vom "mittleren Standort Deutschland " verwendet.

Solar-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland  
Temperatur-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland

## monatliches Temperaturmittel

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.0	1.9	4.7	9.2	14.1	16.7	19.0	18.6	14.3	9.5	4.1	0.9

## monatliche Strahlungsintensität

Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m <sup>2</sup>													
Richtung	Neig.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Süd	30°	50	55	121	217	230	241	208	199	157	110	41	26
Süd-Ost	90°	50	42	90	156	143	146	132	130	111	91	32	23
Süd-West	30°	40	49	110	201	222	234	201	188	145	96	37	23
Süd-West	90°	40	36	83	136	137	135	120	123	108	80	31	22
Nord-West	90°	11	18	38	78	96	108	95	74	51	28	13	7
Nord-Ost	90°	11	19	41	87	104	116	112	81	52	29	13	7

## Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades  $\eta$  solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist: ein Massivbau  
 Speicherkapazität: 50.00 Wh/m³K  
 Volumen: 1089 m³  
 C<sub>wirk</sub>: 54473 Wh/K  
 spezifischer Wärmeverlust H: 332 W/K

## monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	0.999	0.912	0.454	0.179	0.000	0.000	0.526	0.982	1.000	1.000

## Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5kWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q<sub>w</sub> 4358 kWh/a

## Endenergie / CO<sub>2</sub> Ausstoß

Endenergie	CO <sub>2</sub> kg/kWh	absolut		bezogen auf die Nutzfläche 348.6 m²	
		Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> kg/a	Bedarf kWh/m²a	CO <sub>2</sub> kg/m²a
1 Strom-Mix	0.560	5033	2818	14.44	8.08
<b>Summe</b>		<b>5033</b>	<b>2818</b>	<b>14.44</b>	<b>8.08</b>

Als Berechnungsgrundlage des CO<sub>2</sub> Ausstoßes wurden die GEG Werte verwendet

## Schadstoffausstoß

Energieträger	NO <sub>x</sub> kg/m²a	NO <sub>x</sub> kg/a	CO kg/a	SO <sub>2</sub> kg/a	Staub kg/a
Strom-Mix	0.009	3.18	1.03	1.94	0.27
<b>SUMME</b>	<b>0.009</b>	<b>3.18</b>	<b>1.03</b>	<b>1.94</b>	<b>0.27</b>

## Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

Energieträger	Bedarf kWh pro Jahr	Energiekosten Cent pro kWh	Wartungskosten pro Jahr	Gesamtkosten € pro Jahr
Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom	1435	18.0 pro kWh	0,-€	258,-€
Stromsondertarif Wärmepumpe *Wartung inkl. zusätzlicher Zählergebühr	3598	7.0 pro kWh	130,-€	382,-€
		<b>Summe:</b>	<b>130,-€</b>	<b>640,-€</b>

Durch PV Strom gedeckt und bereits von der Endenergie abgezogen: 1912 kWh/a

## maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

Warmseitentemperatur	:	20.0 °C	
Kaltseitentemperatur	:	-12.0 °C	(Abminderung z.B. Keller oder
Temperaturdifferenz	:	32.0 °K	Erreich ist berücksichtigt)

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust Hr	:	0.226 [W/m²K]	
Gebäudeoberfläche	:	720.2 [m²]	5.22 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselpercentage	:	168.9 [W/K]	5.41 kW
ausreichend für	:	15 Personen	

maximale Heizleistung: 10.62 kW

## Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 69 u.70 i.V.m.Anlage 8 des GEG wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m².K)
aa	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
bb	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
cc	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
dd	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
ee	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen aa bis ee in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
ff	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen aa bis ee, die nach dem 31.Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
gg	Leitungen nach Zeile ff im Fußbodenaufbau	6 mm
hh	Soweit in den Fällen des §60 Wärme- und Warwasserleitungen an die Aussenluft Grenzen	Doppelte Anforderungen der Zeilen aa bis dd
2	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen nach §70	6 mm

Liegen die Wärmeverteilungsleitungen in oder zwischen beheizten Räumen, so ist im Fall §69 aa bis dd nicht anzuwenden falls ihre Wärmeabgabe durch frei liegende Absperreinrichtungen beeinflusst werden kann.

Es bestehen im Fall §69 auch keine Anforderungen an Warmwasserleitungen mit einem Wasserinhalt bis 3 Liter die weder in den Zirkulationskreislauf noch mit einer elektrischen Begleitheizung ausgestattet sind (Stichleitungen) und sich in beheizten Räumen befinden.

# Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

## für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: WHG | Auf dem Stifte | Geseke  
 Ort: 59590 Geseke  
 Gemarkung:

Straße/Nr.: Auf dem Stifte 11  
 Flurstücknummer:

### I. Eingaben

$A_N =$         $t_{HP} =$

#### Trinkwassererwärmung

#### Heizung

#### Lüftung

      $Q_{TW} =$         $Q_h =$

      $q_{TW} =$         $q_h =$

### II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

### III. Ergebnisse

      $q_{h,TW} =$         $q_{h,H} =$         $q_{h,L} =$

<input type="text" value="Σ Wärme"/>	$Q_{TW,E} =$ <input type="text" value="2211.5 kWh/a"/>	$Q_{H,E} =$ <input type="text" value="4264.1 kWh/a"/>	$Q_{L,E} =$ <input type="text" value="0.0 kWh/a"/>
<input type="text" value="Σ Hilfsenergie"/>	<input type="text" value="16.6 kWh/a"/>	<input type="text" value="452.4 kWh/a"/>	<input type="text" value="0.0 kWh/a"/>

      $Q_{TW,P} =$         $Q_{H,P} =$         $Q_{L,P} =$

**Endenergie**

$Q_E =$

Σ Wärme

Σ Hilfsenergie

**Primärenergie**

$Q_P =$

Σ Primärenergie

**Anlagenaufwandzahl**

$e_P =$

## TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 348.6 m <sup>2</sup>
	<b>Wärmeverlust</b>	<b>Hilfsenergie</b>
		<b>Heizwärmegutschriften</b>

Verlust aus EnEV:	$q_{TW}$ =	12.50 kWh/m <sup>2</sup> a			
Übergabe:	$q_{TW,ce}$ =	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW,ce,HE}$ =	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,TW,ce}$ =
				0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a
Verteilung:	$q_{TW,d}$ =	3.85 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW,d,HE}$ =	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,TW,d}$ =
				1.00 kWh/m <sup>2</sup> a	1.00 kWh/m <sup>2</sup> a

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung ohne Zirkulation (max. 500 m<sup>2</sup> Nutzfläche)

Verteilung des Trinkwassers ausserhalb thermischer Hülle  
die Sticleitungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

Speicherung:	$q_{TW,s}$ =	2.58 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW,s,HE}$ =	0.05 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,TW,s}$ =
				0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a

Speicherart: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizung)  
der Speicher steht ausserhalb der thermischen Hülle

Wärmeerzeuger:	$\Sigma$ =	17.99 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW,g,HE}$ =	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a
----------------	------------	----------------------------	-----------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g}$ :	95.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g}$ :	0.300	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E}$ :	5.40	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i}$ :	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P}$ :	9.71	kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeerzeuger:	$\Sigma$ =	0.95 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{TW,g,HE}$ =	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a
----------------	------------	---------------------------	-----------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart:	Elektro-Heizstab		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g}$ :	5.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g}$ :	1.000	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E}$ :	0.95	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i}$ :	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P}$ :	1.70	kWh/m <sup>2</sup> a

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{TW,HE,E}$ =	0.05 kWh/m <sup>2</sup> a
---------------	------------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H}$ :	1.80	
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P}$ :	0.09	kWh/m <sup>2</sup> a

<b>Endergebnis</b>	Heizwärmegutschrift pro m <sup>2</sup> :	$q_{h,TW}$ =	1.00 kWh/m <sup>2</sup> a
--------------------	--	--------------	---------------------------

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,E}$ :	6.34 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,HE,E}$ :	0.05 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,P}$ :	11.50 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E}$ :	2211.5 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,HE,E}$ :	16.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P}$ :	4010.5 kWh/a

<b>HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10</b>		
Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 348.6 m <sup>2</sup>
<b>Wärmeverlust</b>		<b>Hilfsenergie</b>

Heizwärmebedarf	$q_h =$	35.36 kWh/m <sup>2</sup> a	
Heizwärmegutschriften	$q_{h,TW} =$	1.00 kWh/m <sup>2</sup> a	vom Trinkwasser
Heizwärmegutschriften	$q_{h,L} =$	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	durch die Lüftungsanlage

Übergabe:	$q_{c,e} =$	1.10 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{ce,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
-----------	-------------	---------------------------	---

Übergabeart: Wasserheizung: integrierte Heizflächen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdiff. 0,5°K  
 Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:	$q_d =$	0.50 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{d,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.30 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
-------------	---------	---------------------------	--

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 35/28°C  
 die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle  
 Verteilungsstränge (vertikal) überwiegend innenliegende Verteilung (nicht an der Außenwand)  
 für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

Speicherung:	$q_s =$	0.55 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{s,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
--------------	---------	---------------------------	--

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 241 Liter)  
 der Speicher steht ausserhalb der thermischen Hülle  
 der Pufferspeicher ist in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	34.69 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{g,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
----------------	------------	----------------------------	--

Wärmeerzeugerart: Heizungswärmepumpe Luft/Wasser  
 Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	95.0 %	
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.300	
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	10.41 kWh/m <sup>2</sup> a	
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	18.73 kWh/m <sup>2</sup> a	

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	1.83 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{g,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
----------------	------------	---------------------------	--

Wärmeerzeugerart: Elektro-Direktheizung  
 Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	5.0 %	
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	1.000	
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	1.83 kWh/m <sup>2</sup> a	
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	3.29 kWh/m <sup>2</sup> a	

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{HE,E} =$	1.30 kWh/m <sup>2</sup> a
---------------	---------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	1.80	
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	2.34 kWh/m <sup>2</sup> a	

**Endergebnis**

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,E} :$	12.23 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,HE,E} :$	1.30 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,HE,P} :$	24.35 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	4264.1 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,HE,E} :$	452.4 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P} :$	8489.7 kWh/a



BAUTEIL 1.2	:	Außenwand
Kategorie	:	- Außenwand -

R <sub>Si</sub>	:	0.13 m²K/W	
R <sub>Se</sub>	:	0.04 m²K/W	
Einsatzart	:	normale Außenwand beheizter Räume	
Strahlungsabsorptionsgrad α	:	0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)	
Emissionsgrad ε	:	0.80	
Kurzbez.	:	AW-Süd	
Transmissions-Gewichtungsfaktor	:	1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.149 W/m²K	
Flächengewicht	:	203.4 kg/m²	
Bauteilorientierung	:		
Neigung	:	90.0° senkrecht	inklusive Grunddrehung
Richtung	:	==> 180.0° Süden	==> -155.0°

Flächenberechnung:				m²
20,25*3,50			=	70.9
			Brutto-Bauteilfläche =	70.9
zugeordnete Fenster				
Firma		Type	W/m²K	m²
"ZERTIFIZIERT"		zertifiziertes Fenster 0,9	0.900	22.7
"TÜREN"		Haustür mit Fenster 1,1	1.100	5.1
			Fensterfläche =	27.8
			Netto-Bauteilfläche m² =	43.1

BAUTEIL 2.2	:	"ZERTIFIZIERT"
Glastype	:	zertifiziertes Fenster 0,9

U-Wert Fenster	:	0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	:	48.0 %
Vorhangfassade	:	nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>S</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700		F <sub>f</sub> 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>C</sub> 1.000		

Bruttofläche				
Breite :	1.20 m	Höhe :	3.20 m	Anzahl :
				4 Stück
				==>
				15.36 m²
Breite :	1.01 m	Höhe :	2.30 m	Anzahl :
				1 Stück
				==>
				2.32 m²
Breite :	2.39 m	Höhe :	2.10 m	Anzahl :
				1 Stück
				==>
				5.02 m²
				-----
			Gesamtfensterfläche:	22.70 m²

BAUTEIL 2.3	:	"TÜREN"
Glastype	:	Haustür mit Fenster 1,1

U-Wert Fenster	:	1.10 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	:	15.0 %
Vorhangfassade	:	nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>S</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700		F <sub>f</sub> 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>C</sub> 1.000		

Bruttofläche				
Breite :	1.98 m	Höhe :	2.57 m	Anzahl :
				1 Stück
				==>
				5.09 m²
			Gesamtfensterfläche:	5.09 m²

BAUTEIL 1.3	:	Außenwand
Kategorie	:	- Außenwand -

R <sub>Si</sub>	:	0.13 m²K/W	
R <sub>Se</sub>	:	0.04 m²K/W	
Einsatzart	:	normale Außenwand beheizter Räume	
Strahlungsabsorptionsgrad α	:	0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)	
Emissionsgrad ε	:	0.80	
Kurzbez.	:	AW-Ost	
Transmissions-Gewichtungsfaktor	:	1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.149 W/m²K	
Flächengewicht	:	203.4 kg/m²	
Bauteilorientierung	:		
Neigung	:	90.0° senkrecht	inklusive Grunddrehung
Richtung	:	==> 90.0° Osten	==> 115.0°

Flächenberechnung:				m²
11,25*4,75			=	53.4
			Brutto-Bauteilfläche =	53.4
zugeordnete Fenster				
Firma		Type	W/m²K	m²
"ZERTIFIZIERT"		zertifiziertes Fenster 0,9	0.900	2.4
"TÜREN"		Alutür gedämmt 1.8	1.800	1.8
			Fensterfläche =	4.2
			Netto-Bauteilfläche m² =	49.2

BAUTEIL 2.4	:	"ZERTIFIZIERT"
Glastype	:	zertifiziertes Fenster 0,9

U-Wert Fenster	:	0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)			
Energiedurchlassgrad	:	48.0 %			
Vorhangfassade	:	nein			
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°	
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>S</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000	F <sub>f</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700			
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>C</sub> 1.000 sommerlicher Sonnenschutz			
Verschattung 4108-2	:	außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden			
Bruttofläche					
Breite :	0.85 m	Höhe :	0.90 m	Anzahl :	1 Stück
					==>
					0.76 m²
Breite :	0.55 m	Höhe :	0.99 m	Anzahl :	3 Stück
					==>
					1.63 m²
					Gesamtfensterfläche: 2.40 m²

BAUTEIL 2.5	:	"TÜREN"
Glastype	:	Alutür gedämmt 1.8

U-Wert Fenster	:	1.80 W/m²K inklusiv Rahmen			
Energiedurchlassgrad	:	0.0 %			
Vorhangfassade	:	nein			
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°	
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>S</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000	F <sub>f</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700			
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>C</sub> 1.000			
Bruttofläche					
Breite :	0.85 m	Höhe :	2.17 m	Anzahl :	1 Stück
					==>
					1.84 m²
					Gesamtfensterfläche: 1.84 m²

BAUTEIL 1.4	:	Außenwand
Kategorie	:	- Außenwand -

R <sub>Si</sub>	:	0.13 m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>Se</sub>	:	0.04 m <sup>2</sup> K/W	
Einsatzart	:	normale Außenwand beheizter Räume	
Strahlungsabsorptionsgrad	α :	0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)	
Emissionsgrad ε :		0.80	
Kurzbez.	:	AW-West	
Transmissions-Gewichtungsfaktor:		1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.149 W/m <sup>2</sup> K	
Flächengewicht	:	203.4 kg/m <sup>2</sup>	
Bauteilorientierung			
Neigung	:	90.0° senkrecht	inklusive Grunddrehung
Richtung	:	==> -90.0° Westen	==> -65.0°
Flächenberechnung:			m <sup>2</sup>
11,25*4,75			= 53.4
			Brutto-Bauteilfläche = 53.4
zugeordnete Fenster			
Firma		Type	W/m <sup>2</sup> K
"ZERTIFIZIERT"		zertifiziertes Fenster 0,9	0.900
			Fläche = 4.5
			Netto-Bauteilfläche m <sup>2</sup> = 48.9

BAUTEIL 2.6	:	"ZERTIFIZIERT"
Glastype	:	zertifiziertes Fenster 0,9

U-Wert Fenster	:	0.90 W/m <sup>2</sup> K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)	
Energiedurchlassgrad	:	48.0 %	
Vorhangfassade	:	nein	
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>s</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700	F <sub>o</sub> 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>c</sub> 1.000	sonnlicher Sonnenschutz
Verschattung 4108-2	:	außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Bruttofläche			
Breite :	0.75 m	Höhe :	2.00 m
		Anzahl :	3 Stück
			==> 4.50 m <sup>2</sup>
			Gesamtfensterfläche: 4.50 m <sup>2</sup>

### Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

BAUTEIL 3.1	:	Decke im Obergeschoß
Kategorie	:	Dachdecke

R <sub>Si</sub>	:	0.10 m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>Se</sub>	:	0.10 m <sup>2</sup> K/W	
Einsatzart	:	Decke gegen Dachgeschoß kalt	
Kurzbez.	:	De.-OG	
Transmissions-Gewichtungsfaktor:		0.80 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.108 W/m <sup>2</sup> K	
Flächengewicht	:	550.0 kg/m <sup>2</sup>	
Bauteilorientierung			
Neigung	:	0.0° waagrecht	inklusive Grunddrehung
Richtung	:	----	
Flächenberechnung:			m <sup>2</sup>
9,50*21,20			= 201.4
			Fläche = 201.4

BAUTEIL 3.2	:	Dachfläche Standard
Kategorie	:	-Dachfläche-

R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : hinterlüftete Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.80 dunkle Oberfläche (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : DF-Nord  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

100-6,0/0,75 = 92.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 92.0 %

ges. U-Wert = 0.149 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.130 W/m<sup>2</sup>K ( 92.0% )      Balken U-Wert: 0.323 W/m<sup>2</sup>K ( 8.0% )

Flächengewicht : 34.4 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung :  
 Neigung : 30.0°      inklusive Grunddrehung  
 Richtung : ==> 180.0° Süden      ==> -155.0°

Flächenberechnung:      m<sup>2</sup>  
 40,00 = 40.0  
 Fläche = 40.0

BAUTEIL 3.3	:	Dachfläche Standard
Kategorie	:	-Dachfläche-

R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : hinterlüftete Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.80 dunkle Oberfläche (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : DF-Süd  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

100-6,0/0,75 = 92.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 92.0 %

ges. U-Wert = 0.149 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.130 W/m<sup>2</sup>K ( 92.0% )      Balken U-Wert: 0.323 W/m<sup>2</sup>K ( 8.0% )

Flächengewicht : 34.4 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung :  
 Neigung : 30.0°      inklusive Grunddrehung  
 Richtung : ==> 180.0° Süden      ==> -155.0°

Flächenberechnung:      m<sup>2</sup>  
 18,00 = 18.0  
 Fläche = 18.0

### Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

BAUTEIL 4.1	:	Grundfläche im Erdgeschoß
Kategorie	:	-Grundfläche-

R<sub>si</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Decke über nicht beheizten Kellerraum ohne Perimeterdämmung  
 Kurzbez. : GF-EG  
 B'=A<sub>G</sub>/(0,5P) : 9.9 m  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.65 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

U-Wert : 0.191 W/m<sup>2</sup>K  
 Flächengewicht : 678.1 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung :  
 Neigung : 0.0° waagerecht      inklusive Grunddrehung  
 Richtung : ----

Flächenberechnung:      m<sup>2</sup>  
 12,475\*9,63+8,13\*12,06-4,015\*1,50 = 212.2  
 Fläche = 212.2

### Volumenberechnung des Gebäudes

$(12,475 \cdot 9,63 + 8,13 \cdot 12,06 - 4,015 \cdot 1,50) \cdot 3,25$	=	689.5 m <sup>3</sup>
$1/2 \cdot (12,06 + 9,50) \cdot 1,75 \cdot 21,20$	=	399.9 m <sup>3</sup>
		1089.5 m <sup>3</sup>

### Materialliste der thermischen Gebäudehülle

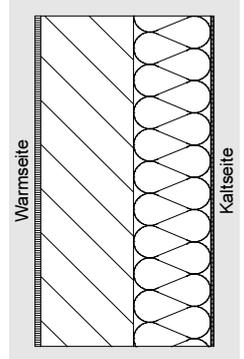
Material	Dichte kg/m <sup>3</sup>	Dicke mm	λ w/mK	Fläche m <sup>2</sup>	Gewicht kg
Stb.-Decke OG	2300.0	200.00	2.1000	201.40	92644
Kalkzementputz	1800.0	15.00	0.8700	202.01	5454
Zementestrich	2000.0	60.00	1.4000	212.16	25459
mineralischer Putz	1800.0	8.00	0.8700	202.01	2909
Stb.-Decke KG	2500.0	220.00	2.1000	212.16	116688
Gipskarton DIN 18180	900.0	12.50	0.2100	58.00	652
Hochlochziegel Typ W	650.0	240.00	0.3000	202.01	31514
Mineralwolle 035	50.0	40.00	0.0350	58.00	116
Mineralwolle 035	50.0	220.00	0.0350	53.36	587
Polystyrolhartschaum 030	30.0	60.00	0.0300	424.32	764
Polystyrolhartschaum 035	30.0	200.00	0.0350	202.01	1212
Rolljet	150.0	30.00	0.0400	212.16	955
Steicoflex	250.0	360.00	0.0400	201.40	18126
Dachsparren	600.0	220.00	0.1300	4.64	612
Dampfsperre PE-Folie	1100.0	0.30	0.2000	58.00	19
Unterspannbahn	700.0	0.20	0.7000	58.00	8
<b>Summe</b>				<b>2561.64</b>	<b>297720</b>

### Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

Außenwand	202.01 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.149 W/m <sup>2</sup> K
-----------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 35
2 Hochlochziegel Typ W	D 650.0	240.00	0.300	0.800	5 / 10
3 Polystyrolhartschaum 035	D 30.0	200.00	0.035	5.714	35
4 mineralischer Putz	1800.0	8.00	0.870	0.009	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04					

Bauteildicke = 463.00 mm      Flächengewicht = 203.4 kg/m<sup>2</sup>      R = 6.54 m<sup>2</sup>K/W



Kommentar zum Bauteil  
Die Dämmung ist als KD-Dämmung auszuführen.

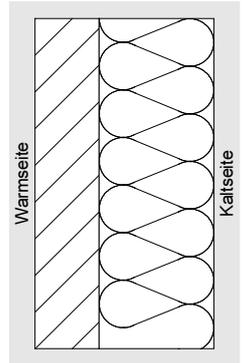
#### Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart:	normale Außenwand beheizter Räume		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 203.4	kg/m <sup>2</sup>	
R an der ungünstigsten Stelle	: 6.541	m <sup>2</sup> K/W	
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m <sup>2</sup> K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Decke im Obergeschoß	201.40 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.108 W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10					
1 Stb.-Decke OG	2300.0	200.00	2.100	0.095	70 / 150
2 Steicoflex	250.0	360.00	0.040	9.000	1 / 2
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.10					
Bauteildicke = 560.00 mm		Flächengewicht = 550.0 kg/m <sup>2</sup>		R = 9.10 m <sup>2</sup> K/W	



**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):**

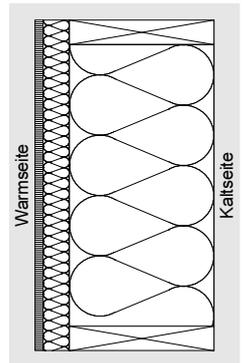
Einsatzart: Decke gegen Dachgeschoß kalt

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 550.0	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 9.095	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 0.900	m <sup>2</sup> K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Dachfläche Standard	58.00 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.149 W/m <sup>2</sup> K
---------------------	----------------------	-----------------------------------

Material	Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche		λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.	
	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]				
Aufbau des Feldbereichs 92.0 %						
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10						
F1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
F2 Mineralwolle 035	D	50.0	40.00	0.035	1.143	1
F3 Dampfsperre PE-Folie		1100.0	0.30	0.200	0.002	100000
F4 Mineralwolle 035	D	50.0	220.00	0.035	6.286	1
F5 Unterspannbahn		700.0	0.20	0.700	0.000	100
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.10						
Aufbau des Balkenbereichs 8.0 %						
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10						
B1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
B2 Mineralwolle 035	D	50.0	40.00	0.035	1.143	1
B3 Dampfsperre PE-Folie		1100.0	0.30	0.200	0.002	100000
B4 Dachsparren		600.0	220.00	0.130	1.692	40
B5 Unterspannbahn		700.0	0.20	0.700	0.000	100
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.10						



**U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946**

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T'</sub>	R <sub>T''</sub>
273.00 mm	92.0 %	34.4 kg/m <sup>2</sup>	0.149 W/m <sup>2</sup> K	6.72 m <sup>2</sup> K/W	6.87 m <sup>2</sup> K/W	6.57 m <sup>2</sup> K/W

**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):**

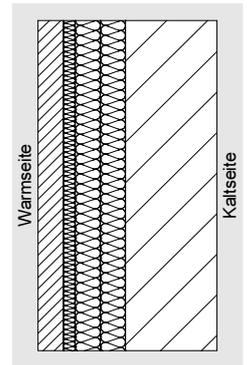
der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 34.4	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 7.490	m <sup>2</sup> K/W (Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m <sup>2</sup> K/W
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 6.521	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m <sup>2</sup> K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Grundfläche im Erdgeschoß	212.16 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.191 W/m <sup>2</sup> K
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.17					
1 Zementestrich	D 2000.0	60.00	1.400	0.043	15 / 35
2 Rolljet	150.0	30.00	0.040	0.750	15
3 Polystyrolhartschaum 030	30.0	60.00	0.030	2.000	35
4 Polystyrolhartschaum 030	30.0	60.00	0.030	2.000	35
5 Stb.-Decke KG	2500.0	220.00	2.100	0.105	70 / 150
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.17					
Bauteildicke = 430.00 mm	Flächengewicht = 678.1 kg/m <sup>2</sup>		R = 4.90 m <sup>2</sup> K/W		



**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):**

Einsatzart:	Decke über nicht beheizten Kellerraum ohne Perimeterdämmung	
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 678.1	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 4.898	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 0.900	m <sup>2</sup> K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt
---