

E n e r g i e e i n s p a r n a c h w e i s

nach der Energieeinsparverordnung EnEV

vom 02.12.2004

"normale Innentemperatur"

Änderung von bestehenden Gebäuden nach §8 der EnEV

KfW-Gebäudesanierung

Altbau auf Neubauniveau

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06

und nach der Heizungsanlagenverordnung DIN V 4701-10:2003-08

21.Dez 2005

Projekt Kurzbeschreibung: Pfaffenstraße 4, 19230 Hagenow

Bauvorhaben : Instandsetzung und Modernisierung
Pfaffenstraße 4, 19230 Hagenow

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Jan-L. Bauditz

Objektstandort

Baujahr 1760

Straße/Hausnr.: Pfaffenstraße 4

Plz/Ort : 19230 Hagenow

Gemarkung : Hagenow

Flurstücknummer: 9/1

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Drs. Mario und Heike Römer

Straße/Hausnr.: Glaserhorst 1

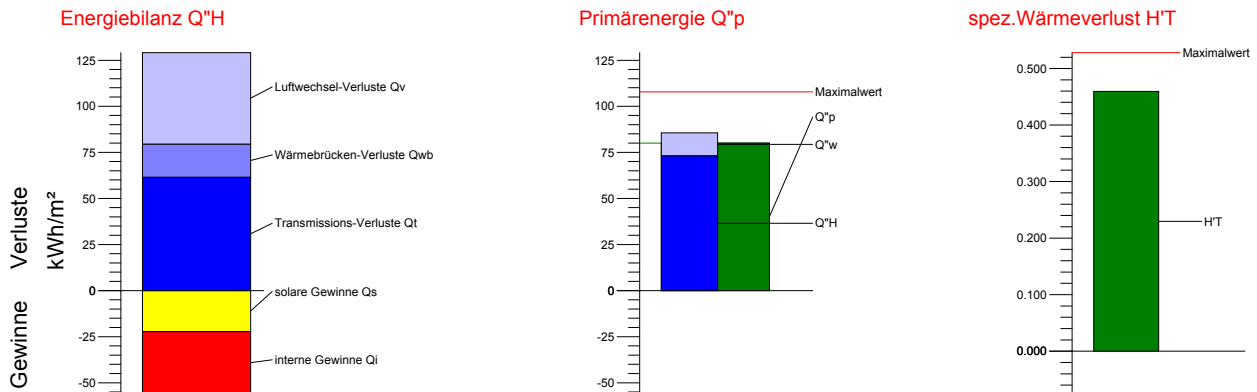
Plz/Ort : 19230 Hagenow

Telefon / Fax : 03883/ 622 791

Modernisierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung:
zusätzliche Dämmung der Außenwände in Zwischenschale,
Dämmung DEcke über OG,
Wärmepumpe mit Pufferspeicher
Solarunterstützung

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing. Jan-L. Bauditz Planungsbüro Bauditz Göhrener Straße 3 10437 Berlin	27.Feb 2006

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



nutzbare Gewinne [kWh/a]		Verluste [kWh/a]	
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$	5712	Transmission Q_t	17240
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$	8691	Wärmebrücken Q_{WB}	4637
		Lüftungsverluste Q_v	12750
		Nachtabsenkung Q_{NA}	-1119
		solar opake Bauteile Q_s opak	-309
	<u>14402</u>		<u>33199</u>
==> Jahresheizwärmebedarf Q_h 18796 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_w 3214 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt
 Anlagenaufwandszahl e_p : 0.935
 Nutzfläche : 257.1m²
 Gebäudeart : Wohngebäude
 Jahresheizwärmebedarf Q''_h : 73.09kWh/m²a

Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p :
 bezogen auf die Gebäudenutzfläche

80.0 [kWh/m²a]

maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:

107.7 [kWh/m²a]

KfW: Altbau auf Neubauniveau

spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$:
 der Gebäudehüllfläche

0.459 [W/m²K]

maximal zulässiger spezifischer
 Transmissionswärmeverlust:

0.528 [W/m²K]

KfW: Altbau auf Neubauniveau

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Randbedingungen

Sommerlicher Wärmeschutz:

Nach § 3 Absatz 4 der EnEV braucht für einen Gesamtfensterflächenanteile $\leq 30\%$ kein Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes durchgeführt werden.

Anforderungen an die Dichtheit:

Die Fugendurchlaßkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen den in der Energieeinsparverordnung Anhang 4 Tabelle 1 genannten Wert 2.0 nicht überschreiten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muß nach den neuesten Regeln der Technik gewährleistet werden (§5 der Energieeinsparverordnung).

Abminderungsfaktoren F_x über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370

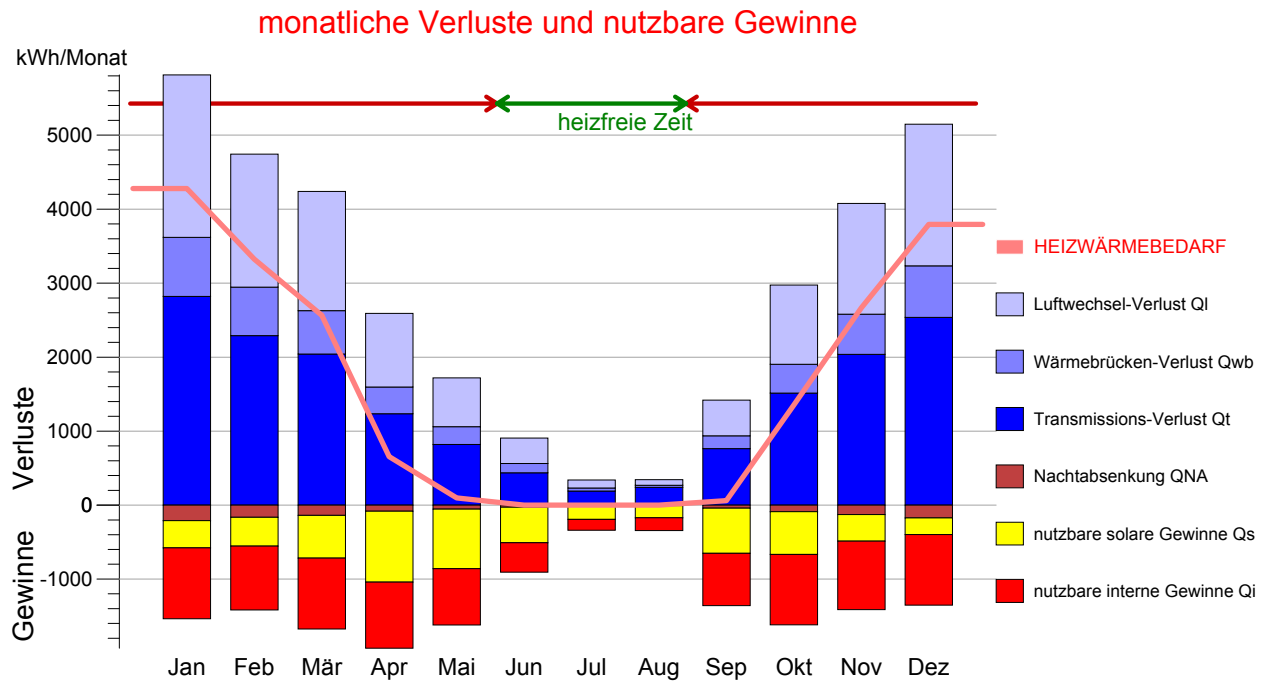
Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung														
Ag[m²]	P[m]	B'	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
137.0	48.3	5.7	0.422	0.409	0.409	0.492	0.595	0.984	3.630	6.673	1.325	0.759	0.599	0.505

Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad η	1.000	1.000	1.000	0.964	0.797	0.429	0.155	0.180	0.763	0.996	1.000	1.000	
Q Verlust	5604	4579	4102	2510	1665	879	331	337	1380	2886	3951	4976	33199
Q Gewinn	1326	1254	1537	1922	1966	2045	2139	1872	1730	1538	1286	1181	19797
$\eta * Q$ Gewinn	1326	1254	1536	1853	1568	878	331	337	1319	1532	1286	1181	14402
Q _{h,M}	4278	3324	2565	657	98	0	0	0	61	1355	2665	3794	18796
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q _T	2797	2280	2045	1296	888	521	283	294	795	1515	2018	2506	17240
Q _{S opak}	-23	-11	3	60	68	85	91	54	32	1	-19	-32	309
Q _{NA Nachtabs.}	210	164	138	82	54	28	9	6	40	88	127	172	1119
Q _{T-QNA-QSopak}	2610	2128	1904	1154	766	408	183	234	723	1426	1910	2365	15812
Q _{WB}	798	654	586	362	240	126	39	28	175	389	544	696	4637
Q _L	2195	1797	1611	994	660	345	108	76	481	1071	1497	1914	12750
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q _S	370	390	580	996	1010	1119	1183	915	804	582	361	225	8534
Q _i	957	864	957	926	957	926	957	957	926	957	926	957	11263
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	629	515	462	285	189	0	0	0	138	307	429	549	3503

Volumen und Flächen

Gebäudevolumen V_e : 803.6 m³
 Gebäudehüllfläche A : 528.6 m²
 A/V_e : 0.658 1/m
 Außenwandfläche A_{AW} : 247.3 m²
 Fensterfläche A_w : 44.0 m²
 Fensterflächenanteil f : 15.1 % (max H_T' berechnet nach Spalte 5)



allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite ϑ_i : 19°C (normale Innenraumtemperatur ≥ 19 °C nach Anhang 1 der EnEV)
 Gebäudeart : Wohngebäude
 Warmwasseraufbereitung : zentral
 Bauart : ein Massivbau
 das Gebäude ist : ein Altbau
 das Gebäude ist um : -2.7° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

Luftvolumenberechnung

Gebäudeart : es handelt sich um ein Gebäuden mit bis zu drei Vollgeschossen und n.
 mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus
 bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten
 Gebäudevolumen V_e : 803.6 m³
 Luftvolumen : 610.7 m³ 0,76 * Gebäudevolumen

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 5.80 m
 Geschoßanzahl : 2
 Gebäudegrundfläche : 137.0 m²
 Grundflächenumfang : 48.3 m
 Gebäudenutzfläche : 257.1 m² 0.32 * Gebäudevolumen

interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden 24h/Tag 5W/m² 120 Wh/m² pro Tag
 bei einer Nutzfläche von 257 m² ==> 31 kWh/Tag

Qi = 11263 kWh/a [926 kWh/Monat]
 davon nutzbare Wärmegewinne Qi= 8691 kWh/a

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: Pfaffenstraße 4, 19230 Hagenow
 Ort: 19230 Hagenow
 Gemarkung: Hagenow

Straße/Nr.: Pfaffenstraße 4
 Flurstücknummer: 9/1

I. Eingaben

$A_N =$ m² $t_{HP} =$ Tage

Trinkwasser- Erwärmung

Heizung

Lüftung

absoluter Bedarf $Q_{tw} =$ kWh/a $Q_h =$ kWh/a

bezogener Bedarf $q_{tw} =$ kWh/m²a $q_h =$ kWh/m²a

II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h $q_{h,TW} =$ kWh/m²a $q_{h,H} =$ kWh/m²a $q_{h,L} =$ kWh/m²a

Σ Wärme $Q_{TW,E} =$ kWh/a $Q_{H,E} =$ kWh/a $Q_{L,E} =$ kWh/a

Σ Hilfsenergie kWh/a kWh/a kWh/a

Σ Primärenergie $Q_{TW,P} =$ kWh/a $Q_{H,P} =$ kWh/a $Q_{L,P} =$ kWh/a

Endenergie

$Q_E =$ kWh/a

Σ Wärme

kWh/a

Σ Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$ kWh/a

Σ Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 257.1 m²**Wärmeverlust****Hilfsenergie****Heizwärmegutschriften**Verlust aus EN_{EV}: $q_{TW} =$ 12.50 kWh/m²aÜbergabe: $q_{TW,ce} =$ 0.00 kWh/m²a $q_{TW,ce,HE} =$ 0.00 kWh/m²a $q_{h,TW,ce} =$ 0.00 kWh/m²aVerteilung: $q_{TW,d} =$ 8.13 kWh/m²a $q_{TW,d,HE} =$ 0.56 kWh/m²a $q_{h,TW,d} =$ 3.67 kWh/m²a

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation
 Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle
 die Stichleitungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

Speicherung: $q_{TW,s} =$ 3.23 kWh/m²a $q_{TW,s,HE} =$ 0.06 kWh/m²a $q_{h,TW,s} =$ 0.00 kWh/m²a

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

Wärmeerzeuger: $\Sigma =$ 23.86 kWh/m²a $q_{TW,g,HE} =$ 0.29 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart: Heizungswärmepumpe Erdreich/Wasser
 Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil $\alpha_{TW,g} :$ 100.0 %
 Aufwandzahl Erzeuger $et_{TW,g} :$ 0.270
 Endenergie Erzeuger $q_{TW,E} :$ 6.44 kWh/m²a
 Primärenergiefaktor Erzeuger $f_{p,i} :$ 3.00
 Primärenergie Erzeuger $q_{TW,P} :$ 19.32 kWh/m²a

Hilfsenergie: $\Sigma q_{TW,HE,E} =$ 0.91 kWh/m²a

Primärenergiefaktor Hilfsenergie $f_{p,H} :$ 3.00
 Primärenergie Hilfsenergie $q_{TW,HE,P} :$ 2.73 kWh/m²a

EndergebnisHeizwärmegutschrift pro m²: $q_{h,TW} =$ 3.67 kWh/m²a

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{TW,E} :$	6.44 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{TW,HE,E} :$	0.91 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{TW,P} :$	22.05 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	1656.4 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,E} :$	233.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	5670.0 kWh/a

HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 257.1 m²**Wärmeverlust****Hilfsenergie**Heizwärmebedarf $q_h =$ 73.09 kWh/m²aHeizwärmegutschriften $q_{h,TW} =$ 3.67 kWh/m²a vom TrinkwasserHeizwärmegutschriften $q_{h,L} =$ 0.00 kWh/m²a durch die Lüftungsanlage

Übergabe:

 $q_{c,e} =$ 1.10 kWh/m²a $q_{ce,HE} =$ 0.00 kWh/m²a

Übergabeart: Wasserheizung: integrierte Heizflächen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltung
 Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:

 $q_d =$ 0.54 kWh/m²a $q_{d,HE} =$ 1.60 kWh/m²a

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

Speicherung:

 $q_s =$ 0.04 kWh/m²a $q_{s,HE} =$ 0.28 kWh/m²a

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen
 der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle
 der Pufferspeicher ist nicht in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:

 $\Sigma =$ 71.11 kWh/m²a $q_{g,HE} =$ 1.09 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart: Heizungsärmepumpe Erdreich/Wasser

Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil $\alpha_{H,g} :$ 100.0 %Aufwandzahl Erzeuger $e_g :$ 0.230Endenergie Erzeuger $q_E :$ 16.35 kWh/m²aPrimärenergiefaktor Erzeuger $f_p :$ 3.00Primärenergie Erzeuger $q_P :$ 49.06 kWh/m²a

Hilfsenergie:

 $\Sigma q_{HE,E} =$ 2.97 kWh/m²aPrimärenergiefaktor Hilfsenergie $f_{p,H} :$ 3.00Primärenergie Hilfsenergie $q_{HE,P} :$ 8.92 kWh/m²a**Endergebnis**

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{H,E} :$	16.35 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{H,HE,E} :$	2.97 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{H,HE,P} :$	57.98 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	4205.6 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,E} :$	764.7 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P} :$	14910.7 kWh/a

Bauteilverwendung

Bauteile der Bauteilart: Wand

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{si} = 0.13 R _{se} = 0.04 R = 3.04 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.40 heller Anstrich Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = -3° (in etwa Norden) Neig = 90° senkrecht Pfaff4_MASSIV_ISOFL8_POR012 Bez.: AwNord 13,86*3,1	0.31 W/m²K	42.97 m²
"Altbau FENSTER" KASTENFENSTER Kernvinduet 05-E-20 3*1,56*1,11 1*2,48*1,10 1*2,48*0,97 Glas+Ra. : U-Wert = 1.80 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 45 % Verschattung: F _s =1.000 F _F =0.700 F _c =1.000	1.80 W/m²K	-10.33 m²
		32.64 m²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{si} = 0.13 R _{se} = 0.04 R = 3.55 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.40 heller Anstrich Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = 87° (in etwa Osten) Neig = 90° senkrecht Pfaff4_FW_ISOFL8_POR012 Bez.: AwOst 9,08*3,1 (9,08+7,28)*0,5*2,70 Flächenanteil des Feldbereiches 17.00 % 17	0.27 W/m²K	50.23 m²
		50.23 m²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{si} = 0.13 R _{se} = 0.04 R = 3.04 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.40 heller Anstrich Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = 177° (in etwa Süden) Neig = 90° senkrecht Pfaff4_MASSIV_ISOFL8_POR012 Bez.: AwSüd Breite 9.10 * 2 * Geschosshöhe 2.90	0.31 W/m²K	52.78 m²
"Altbau FENSTER" KASTENFENSTER Kernvinduet 05-E-20 H x B : 1.61 m x 1.11 m 3 Stück 5.36 m² H x B : 1.61 m x 1.04 m 2 Stück 3.35 m² H x B : 1.60 m x 1.08 m 2 Stück 3.46 m² H x B : 1.52 m x 1.08 m 8 Stück 13.13 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.80 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 45 % Verschattung: F _s =1.000 F _F =0.700 F _c =1.000	1.80 W/m²K	-25.30 m²
		27.48 m²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{si} = 0.13 R _{se} = 0.04 R = 3.55 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.40 heller Anstrich Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = -93° (in etwa Westen) Neig = 90° senkrecht Pfaff4_FW_ISOFL8_POR012 Bez.: AwWest Länge 15.05 * 2 * Geschosshöhe 2.90 Flächenanteil des Feldbereiches 17.00 % 17	0.27 W/m²K	87.29 m²
		87.29 m²

Bauteile der Bauteilart: Fenster, Fenstertüren

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
Faktor = 1.00 Richt. = -3° (in etwa Norden) Neig = 52° "Dachfenster" zertifiziertes Dachfenster 1,3 Bez.: DACHFENS 1.30 W/m²K 4.67 m² H x B : 1.18 m x 0.66 m 6 Stück 4.67 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.30 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 50 % Verschattung: Fs=1.000 Ff=0.700 Fc=1.000		
		4.67 m²

Faktor = 1.00 Richt. = 177° (in etwa Süden) Neig = 90° senkrecht "TÜREN" Haustür mit Fenster 2,2 Bez.: EINGATÜR 2.20 W/m²K 3.74 m² H x B : 2.67 m x 1.40 m 1 Stück 3.74 m² Glas+Ra. : U-Wert = 2.20 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 % Verschattung: Fs=1.000 Ff=0.700 Fc=1.000		
		3.74 m²

Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
Decke gegen Dachgeschoß kalt Faktor = 0.80 Rsi = 0.10 Rse = 0.08 R = 5.48 Richt. = -3° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht HOLZBALKENDECKE+ISOFLOC_18 Bez.: Dach 0.18 W/m²K 100.35 m² 6,85*14,65 Flächenanteil des Feldbereiches 88.00 % 88		
		100.35 m²

Dach/Decke gegen Außenluft Faktor = 1.00 Rsi = 0.10 Rse = 0.04 R = 4.26 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.50 sonstige Oberflächen Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = -3° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht 20cm-Sparren Dach Däm20 Bez.: DACHNord 0.23 W/m²K 49.66 m² 3,28*15,14 Flächenanteil des Feldbereiches 86.00 % 86		
		49.66 m²

Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich Faktor = 0.50 keine Randdämmung B'=0.0 m Rsi = 0.17 Rse = 0.00 R = 2.08 Richt. = -3° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht BODENPLATTE_BETON10+EPS8 Bez.: Grundfläche 0.44 W/m²K 136.96 m² Breite 9.10 * Länge 15.05		
		136.96 m²

Volumenberechnung des Gebäudes

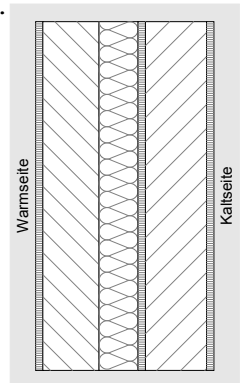
9,05*15,05*(3,1+2,8)	=	803.6 m³
		803.6 m³

Schichtaufbau der verwendeten Bauteile

Pfaff4_MASSIV_ISOFL8_POR012	60.12 m ²	U-Wert = 0.312 W/m ² K
-----------------------------	----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R _{si}	0.13				
1 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
2 Porosiertes Ziegelmauerwerk	D 500.0	115.00	0.210	0.548	5 / 10
3 Faserdämmstoffe DIN V 18165-1	D 8.0	80.00	0.035	2.286	1
4 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
5 Vollziegel	D 1800.0	125.00	0.810	0.154	5 / 10
6 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
Luftübergang Kaltseite R _{se}	0.04				

Bauteildicke = 365.00 mm Flächengewicht = 364.1 kg/m² R = 3.04 m²K/W

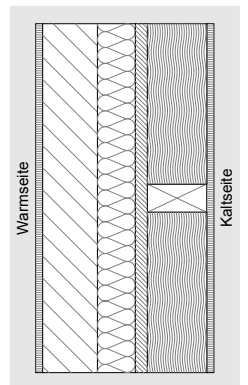


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile
 (>=100kg/m²): Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 364.1 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.039 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Pfaff4_FW_ISOFL8_POR012	137.52 m ²	U-Wert = 0.269 W/m ² K
-------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					
Material	Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Diff. - Wid.
Aufbau des Feldbereichs	17.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}	0.13				
F1 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
F2 Porosiertes Ziegelmauerwerk	D 500.0	115.00	0.210	0.548	5 / 10
F3 Faserdämmstoffe DIN V 18165-1	D 8.0	80.00	0.035	2.286	1
F4 Kalkputz	D 1800.0	25.00	0.870	0.029	15 / 30
F5 Vollziegel	D 1800.0	125.00	0.810	0.154	5 / 10
F6 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
Luftübergang Kaltseite R _{se}	0.04				
Aufbau des Balkenbereichs	83.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}	0.13				
B1 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
B2 Porosiertes Ziegelmauerwerk	D 500.0	115.00	0.210	0.548	5 / 10
B3 Faserdämmstoffe DIN V 18165-1	D 8.0	80.00	0.035	2.286	1
B4 Kalkputz	D 1800.0	25.00	0.870	0.029	15 / 30
B5 Fichte, Kiefer, Tanne	D 600.0	125.00	0.130	0.962	40
B6 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
Luftübergang Kaltseite R _{se}	0.04				



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

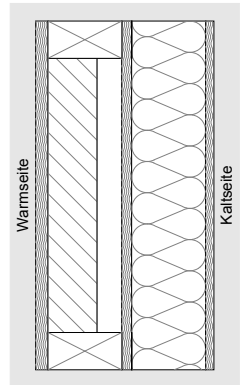
Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _T	R _{T'}	R _{T''}
375.00 mm	17.0 %	257.6 kg/m ²	0.269 W/m ² K	3.72 m ² K/W	3.86 m ² K/W	3.58 m ² K/W

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile
 (>=100kg/m²): Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 254.6 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.051 m²K/W (Feldbereich)
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

HOLZBALKENDECKE+ISOFLOC_18	100.35 m ²	U-Wert = 0.177 W/m ² K
----------------------------	-----------------------	-----------------------------------

		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				
		Dichte	Dicke	λ	R	Diff. - Wid.
Material		[kg/m ³]	s [mm]	[W/mK]	[m ² K/W]	
Aufbau des Feldbereichs		88.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}		0.10				
F1	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	30.00	0.130	0.231	40
F2	Strohlehm auf Stakung	0.0	120.00	0.700	0.171	10
F3	Luftschicht waagr. 0.17	D 1.3	60.00	0.353	0.170	1
F4	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	24.00	0.130	0.185	40
F5	Dampfbremse PE-Folie	1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
F6	Zellulosedämmung	80.0	180.00	0.040	4.500	1
F7	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	20.00	0.130	0.154	40
Luftübergang Kaltseite R _{se}		0.08				
Aufbau des Balkenbereichs		12.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}		0.10				
B1	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	30.00	0.130	0.231	40
B2	Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D 600.0	180.00	0.130	1.385	40
B3	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	24.00	0.130	0.185	40
B4	Dampfsperre PE-Folie	D 1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
B5	Zellulosedämmung	80.0	180.00	0.040	4.500	1
B6	Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	20.00	0.130	0.154	40
Luftübergang Kaltseite R _{se}		0.08				



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

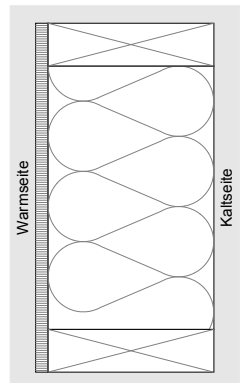
Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _T	R _{T'}	R _{T''}
434.20 mm	88.0 %	72.0 kg/m ²	0.177 W/m ² K	5.66 m ² K/W	5.70 m ² K/W	5.62 m ² K/W

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m²):
 der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand
 wurden überprüft zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht
 R an der ungünstigsten Stelle : 5.412 m²K/W (Feldbereich)
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W
 R gesamte Bauteil (Mittelwert) : 5.482 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil : 1.000 m²K/W
 ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

20cm-Sparren Dach Däm20	49.66 m ²	U-Wert = 0.227 W/m ² K
-------------------------	----------------------	-----------------------------------

		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				
		Dichte	Dicke	λ	R	Diff. - Wid.
Material		[kg/m ³]	s [mm]	[W/mK]	[m ² K/W]	
Aufbau des Feldbereichs		86.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}		0.10				
F1	Gipskarton DIN 18180	D 900.0	15.00	0.210	0.071	8
F2	PE-Folie my*s=50m	D 1100.0	0.20	0.300	0.001	250000
F3	Mineralwolle 035	D 250.0	200.00	0.035	5.714	1
Luftübergang Kaltseite R _{se}		0.04				
Aufbau des Balkenbereichs		14.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si}		0.10				
B1	Gipskarton DIN 18180	D 900.0	15.00	0.210	0.071	8
B2	PE-Folie my*s=50m	D 1100.0	0.20	0.300	0.001	250000
B3	Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D 600.0	200.00	0.130	1.538	40
Luftübergang Kaltseite R _{se}		0.04				



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

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _T	R _{T'}	R _{T''}
215.20 mm	86.0 %	73.5 kg/m ²	0.227 W/m ² K	4.40 m ² K/W	4.44 m ² K/W	4.35 m ² K/W

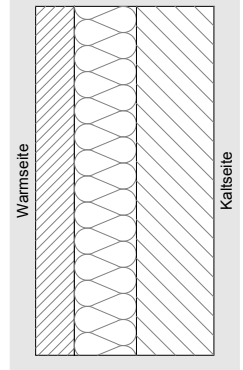
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile ($<100\text{kg/m}^2$):
 der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand
 wurden überprüft zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht
 R an der ungünstigsten Stelle : $5.786\text{ m}^2\text{K/W}$ (Feldbereich)
 Grenzwert (Mindestwert) für R : $1.750\text{ m}^2\text{K/W}$
 R gesamte Bauteil (Mittelwert) : $4.258\text{ m}^2\text{K/W}$
 Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil : $1.000\text{ m}^2\text{K/W}$

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

BODENPLATTE_BETON10+EPS8	136.96 m ²	U-Wert = 0.444 W/m ² K
--------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material		Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R _{si}	0.17					
1 Estrich (Zement)	D	2000.0	50.00	1.400	0.036	15
2 Polyethylenfolie PE (50m)	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	250000
3 Polystyrolhartschaum		60.0	80.00	0.040	2.000	40
4 Beton B II		2400.0	100.00	2.100	0.048	70
Luftübergang Kaltseite R _{se}	0.00					

Bauteildicke = 230.20 mm Flächengewicht = 345.0 kg/m² R = 2.08 m²K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile
 ($\geq 100\text{kg/m}^2$): Einsatzart : gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 345.0 kg/m^2
 R an der ungünstigsten Stelle : $2.084\text{ m}^2\text{K/W}$
 Grenzwert (Mindestwert) für R : $0.900\text{ m}^2\text{K/W}$

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt