

NACHWEIS BAULICHER WÄRMESCHUTZ WOHNGEBÄUDE

nach Energieeinsparverordnung vom 29.04.2009 (EnEV 2009)
einschl. DIN 4108 -Wärmeschutz im Hochbau-

Objekt	Neubau BF 4.1 Wohngebäude Grüner Weg 50825 Köln-Ehrenfeld
Planung	Architekturbüro Molestina Architekten Wormser Straße 21 50677 Köln
Bauherr	GAG Immobilien GmbH Josef-Lammerting-Allee 20-22 50933 Köln

NWWS EnEV 2009

2. Abschnitt "Zu errichtende Gebäude §3"

AZ 12206 001

Datum 18.04.2013 th/va

Inhalt

1. Wärmetechnische Grundlagen
2. Flächen der wärmeübertragenden Umfassungsfläche
3. Beheiztes Bauwerksvolumen
4. Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)
5. Sommerlicher Wärmeschutz
6. Anlagenaufwandszahl e_p
7. Nachweis Transmissionswärmeverlust / Jahres-Primärenergiebedarf

1. Wärmetechnische Grundlagen

Zu errichtende Wohngebäude sind nach EnEV 2009 so auszuführen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und eventueller Kühlung den Wert des Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung mit der in Anlage 1 Tabelle der EnEV 2009 angegebenen Ausführung nicht überschreitet.

Die verwendeten Wärmeleitzahlen sind der DIN V 4108 Teil 4 entnommen bzw. sind durch den Hersteller nachzuweisen.

Auslegung nach EnEV 2009 :	2. Abschnitt, § 3 Anforderungen an Wohngebäude Monatsbilanzverfahren nach DIN EN 832 : 2003-06 mit den in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D genannten Randbedingungen Wohngebäude mit mehr als drei Vollgeschosse
Einteilung nach Anlage 1, Tabelle 2 :	freistehendes Wohngebäude Gebäudenutzfläche > 350 m ²
Anzahl der Wohneinheiten:	Gebäude mit mehr als 2 Wohneinheiten
	Bauart des Gebäudes : schwer
	mittlere Raumtemperatur innerhalb der Heizzeit : 19 °C
Nachtabschaltung :	ja, Zeitdauer des Abschaltbetriebes : 7 h
Lüftungsart :	Freie Lüftung mit Dichtigkeitsprüfung
Wärmebrücken :	Der Einfluss der Wärmebrücken ist durch Anwendung der Planungs- beispiele nach DIN 4108 Beiblatt 2 : 2006-03 zu begrenzen.
Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz :	Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich vom 07.08.2008 (EEWärmeG) § 3 sind die Eigen- tümer von Gebäuden nach § 4, die neu errichtet werden, verpflichtet den Wärmeenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von Erneuer- baren Energien nach Maßgabe der §§ 5 und 6 zu decken.
Energieausweis :	Der Energieausweis nach Abschnitt 5, § 16 der EnEV 2009 wird zur Fertigstellung des Gebäudes ausgestellt. Der Ausweis ist der nach Landesrecht zuständigen Stelle auf Verlangen vorzulegen.

Auf die in NRW seit dem 01. Juni 2002 gültige und 05.12.2009 letztmalig geänderte Verordnung zur Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV-UVO) wird hingewiesen.

2. Flächen der wärmeübertragenden Umfassungsfläche

Berechnungsgrundlagen :

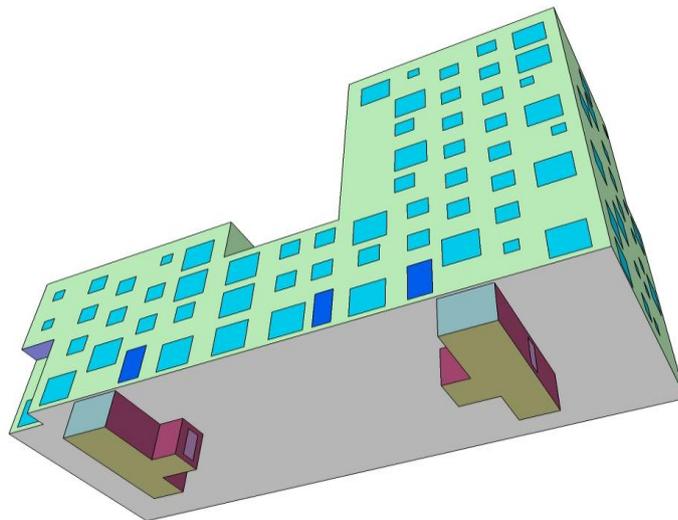
Pläne des Architekturbüros Lorber + Paul in Köln

Grundriss : KG, EG, 1.- 6.OG	vom 18.01.2013	M 1:100
Schnitte : A-A, B-B, C-C	vom 18.01.2013	M 1:100
Ansichten : S-O, S-W, N-O	vom 18.01.2013	M 1:100

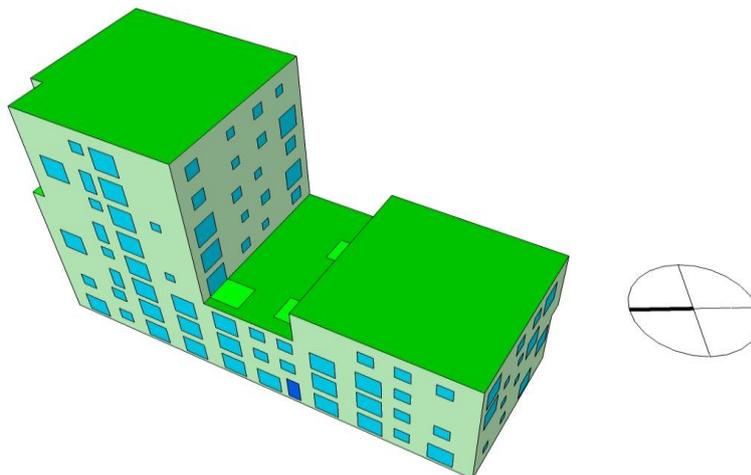
Index Bauteil

Die Flächenberechnungen sowie sonstige für die Berechnungen erforderlichen geometrischen Kennwerte wurden den nachfolgend abgebildeten Modell entnommen. Das Modell selber wurde auf Grundlage der uns vorliegenden Architektenpläne unter Berücksichtigung der angegebenen Maße erstellt und weist nur die bauphysikalisch relevanten Flächen auf.

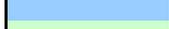
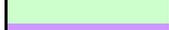
Ostansicht



Westansicht



Zusammenstellung der Einzelflächen [m²]

Index	Bauteil	Zuordnung zur Fensterflächenermittlung			Modellfarben	Fläche
		w/f	Orien- tierung	Index Fenster		
G 1	Boden gegen Erdreich					64,04
G 2	Kellerdecke					579,73
G 3	Decke über Außenluft					4,23
AW 1	Außenwand gegen Erdreich					18,00
AW 2	Außenwand, WDVS	w				1809,05
T 1	Kellertüren					10,15
T 2	Haustüren	w				14,60
AB 1	Wand gegen unbeheizte Räume					131,84
D 1	Flachdach / begehbar über 2. und 4.OG					25,14
D 2	Flachdach / begrünt über 2. OG					115,38
D 3	Flachdach / begrünt über 3. & 7. OG					507,49
Fsw01	Fenster Südwest	f	sw	01		83,53
Fso01	Fenster Südost	f	so	01		170,29
Fnw01	Fenster Nordwest	f	nw	01		168,83
Fno01	Fenster Nordost	f	no	01		81,22
Gesamtsumme der wärmeübertragenden Gebäudehüllfläche						3783,51

Berechnung des Fensterflächenanteils

Gesamtfläche Außenwände ohne Fenster	w	1823,65
Gesamtfläche Fenster	f	503,87
Fensterflächenanteil		22%

Durchschnittliche Geschosshöhe h_G

Die durchschnittliche Geschosshöhe h_G wird von der Oberfläche des Fußbodens zur Oberfläche des Fußbodens des darüber liegenden Geschosses gemessen.

durchschnittliche Geschosshöhe h_G [m] **2,50 m ≤ h ≤ 3,00 m**

3. Beheiztes Bauwerksvolumen [m³]

UG	64,04	1,00	2,80	1,0	179,31
EG - 1.OG	643,78	1,00	6,49	1,0	4178,10
2.OG	648,00	1,00	3,30	1,0	2138,40
3.OG	507,49	1,00	3,30	1,0	1674,72
4.OG	256,00	1,00	2,90	1,0	742,40
5. - 7.OG	251,49	1,00	9,85	1,0	2477,15
Gesamtsumme Volumen					11390,08

4. Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

nach DIN EN ISO 6946 / Mindestwärmeschutz für Einzelbauteile nach DIN 4108-2:2003-07, Tab. 3

Boden gegen Erdreich

Bereich: unter Treppenhaus im KG

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang innen R_{si}					0,170
1	Gehbelag nach Angabe Planung					
2	Zementestrich	2000	0,0500	100,0	1,400	0,036
3	Trittschalldämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,045 W/mK}$	20	0,0200	0,4	0,045	0,444
4	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,040 W/mK}$	30	0,0600	1,8	0,040	1,500
5	Abdichtung nach DIN 18195	1200	0,0050	6,0	0,170	0,029
6	Betonbodenplatte	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
7	Sauberkeits- und kapillarbrechende Schicht					
	Wärmeübergang Erdreich R_{se}					0,000
Summen (Bodenaufbau ab OK Beton)			0,13	588,2	$R_T =$	2,260
Wärmedurchlasswiderstand		$R = 2,09 \text{ m}^2\text{K/W}$				

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

G 1	
A in m ²	= 64,04
R_{erf} in m ² K/W	≥ 0,90
<small>(nach DIN 4108-2)</small>	
Wärmedurchgangs- koeffizient in W/m ² K	
$U = 0,44$	

Kellerdecke

Bereich: allgemein

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang innen R_{si}					0,170
1	Gehbelag nach Angabe Planung		0,0100			
2	Heizestrich auf Hartfolienabdeckung	2000	0,0650	130,0	1,400	0,046
3	Trittschalldämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,045 W/mK}$	20	0,0250	0,5	0,045	0,556
4	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,040 W/mK}$	30	0,0400	1,2	0,040	1,000
5	Stahlbetondecke	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
6	ergänzende Wärmedämmung, z.B. Heratekta SE-035 bestehend aus:	95	0,1000	9,5		
a	Polystyrolkern, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,035 W/mK}$		0,0900		0,035	2,571
b	Holzwoledeckschichten, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,11 W/mK}$		0,0100		0,110	0,091
	Wärmeübergang kalte Seite R_{se}					0,170
Summen (Bodenaufbau ab OK Beton)			0,140	621,2	$R_T =$	4,684
Wärmedurchlasswiderstand		$R = 4,34 \text{ m}^2\text{K/W}$				

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

G 2	
A in m ²	= 579,73
R_{erf} in m ² K/W	≥ 0,90
<small>(nach DIN 4108-2)</small>	
Wärmedurchgangs- koeffizient in W/m ² K	
$U = 0,21$	

Decke über Außenluft

Bereich: Decke unter 2.OG

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang warme Seite R_{si}					0,170
1	Gehbelag nach Angabe Planung		0,0100			
2	Heizestrich auf Hartfolienabdeckung	2000	0,0650	130,0	1,400	0,046
3	Trittschalldämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,045 W/mK}$	20	0,0250	0,5	0,045	0,556
4	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,040 W/mK}$	30	0,0400	1,2	0,040	1,000
5	Stahlbetondecke	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
6	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,035 W/mK}$	100	0,1000	10,0	0,035	2,857
7	Putz gemäß Herstellerangabe					
	Wärmeübergang außen R_{se}					0,040

Summen (Bodenaufbau ab OK Beton) 0,14 621,7 $R_T = 4,749$

Wärmedurchlasswiderstand $R = 4,54 \text{ m}^2\text{K/W}$

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

G 3

A in m² = 4,23
 R_{erf} in m²K/W \geq 1,75
 (nach DIN 4108-2)

Wärmedurchgangs-
koeffizient in W/m²K

$U = 0,21$

Außenwand gegen Erdreich

Bereich: Treppenhaus im KG

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang Erdreich R_{se}					0,000
1	Drainage-, Schutzschicht					
2	Perimeterdämmung, Bemessungswert $\lambda \leq \mathbf{0,035 W/mK}$	30	0,1000	3,0	0,035	2,857
3	Abdichtung nach DIN 18195	1200	0,0050	6,0	0,170	0,029
4	Betonwand	2400	0,2400	576,0	2,500	0,096
5	Spachtelputz o. Sichtbeton					
	Wärmeübergang innen R_{si}					0,130

Summen 585,0 $R_T = 3,113$

Wärmedurchlasswiderstand $R = 2,98 \text{ m}^2\text{K/W}$

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

AW 1

A in m² = 18,00
 R_{erf} in m²K/W \geq 1,20
 (nach DIN 4108-2)

Wärmedurchgangs-
koeffizient in W/m²K

$U = 0,32$

Außenwand, WDVS

Bereich: allgemein

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang außen R_{se}					0,040
1	Mineralputz und Putzbewehrung					
2	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$	30	0,2000	6,0	0,032	6,250
3	KS-Mauerwerk, RD 1,8 kg/dm ³	1800	0,2400	432,0	1,100	0,218
4	Gipsmörtel- oder Spachtelputz					
	Wärmeübergang innen R_{si}					0,130
	Summen			438,0	$R_T =$	6,638
	Wärmedurchlasswiderstand			$R =$		6,47 m ² K/W

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

AW 2

A in m² = 1809,05
 R_{erf} in m²K/W \geq 1,20
 (nach DIN 4108-2)

Wärmedurchgangs-
koeffizient in W/m²K

$U = 0,15$

Kellertüren

Bereich

Kellertüren im KG

Ausführung

z.B. Stahltüre mit ≥ 3 cm Wärmedämm-
Einlage, Bemessungswert der Wärme-
leitfähigkeit $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$

Wärmeschutz

zum Nachweis des Herstellers

T 1

A in m² = 10,15

Wärmedurchgangs-
koeffizient in W/m²K

$U = 1,90$

Haustüren

Bereich

Haustüren im EG

Ausführung

thermisch getrennte Ausführung

Wärmeschutz

zum Nachweis des Herstellers

T 2

A in m² = 14,60

Wärmedurchgangs-
koeffizient in W/m²K

$U = 1,70$

Fenster mit Wärmeschutzverglasung

Bereich	allgemein
Verglasung	2-fach-Wärmeschutzglas mit einer Beschichtung
Ausführung in Rahmenanteil: 30%	Holz-/ Kunststoffrahmen mit wärmetechn. verb. Abstandshalter

Ermittlungsgrundlagen nach DIN V 4108-4 : 2007-06 in Verbindung mit DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12

Bemessungswert des Rahmens $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 nach DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12 Tab. F.3

Nennwert der Verglasung $U_g \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 nach DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12 Tab. F.3

Korrekturwert nach DIN 4108-4 : 2007-6 Tab. 10 $\Delta U_g = 0,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bemessungswert des Gesamtenergiedurchlassgrades der Verglasung $g \geq 55 \% - \leq 58 \%$
 nach DIN 4108-4 : 2007-6 Tab. 11

Ermittlung des Bemessungswertes nach DIN V 4108-4 : 2007-06 in Verbindung mit DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12

Nennwert der Gesamtkonstruktion $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 nach DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12 Tab. F.3

F 01

A in m²

Fss01	$A_S = 0,00$
Fww01	$A_W = 0,00$
Foo01	$A_O = 0,00$
Fnn01	$A_N = 0,00$
Fsw01	$A_{Sw} = 83,53$
Fso01	$A_{SO} = 170,29$
Fnw01	$A_{NW} = 168,83$
Fno01	$A_{NO} = 81,22$

Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten in W/m²K

$$U_w = 1,30$$

Wand gegen unbeheizte Räume

Bereich: allgemein

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang kalte Seite R_{se}					0,130
1	Oberfläche nach Angabe Planung					
2	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$	30	0,1000	3,0	0,040	2,500
3	KS-Mauerwerk, RD 1,8 kg/dm ³	1800	0,1750	315,0	0,990	0,177
4	Gipsmörtelputz	1400	0,0150	21,0	0,700	0,021
	Wärmeübergang warme Seite R_{si}					0,130
	Summen			339,0	$R_T = 2,958$	
	Wärmedurchlasswiderstand			$R = 2,70 \text{ m}^2\text{K/W}$		

Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

AB 1

A in m² = 131,84
 R_{erf} in m²K/W $\geq 0,07$
 (nach DIN 4108-2)

Wärmedurchgangskoeffizient in W/m²K

$$U = 0,34$$

Flachdach / begehbar über 2. und 4.OG

Bereich: allgemein

Nr. Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
Wärmeübergang außen					R_{se} 0,040
1 Gehbelag nach Angabe Planung					
2 offenporige Bautenschutzmatte (erf. Verbesserungsmaß gem. NWSS)					
3 Abdichtung n. Flachdachrichtlinien					
4 Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$	30	0,1400	4,2	0,035	4,000
5 Dampfsperre					
6 Stahlbetondecke	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
7 Innenverkleidung gem. Planung					
Wärmeübergang innen					R_{si} 0,100
Summen			484,2	$R_T =$	4,220
Wärmedurchlasswiderstand			$R =$		4,08 m ² K/W

Der angegebene U-Wert ist bei Ausführung einer Gefälledämmung nach DIN EN ISO 6946:2008-04, Anh. C zu bestätigen
 Der Mindestwärmeschutz ist über die gesamte Dachfläche einzuhalten (min. 6 cm mit $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$)
 Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

D 1	
A in m ²	= 25,14
R _{erf} in m ² K/W	≥ 1,20
<small>(nach DIN 4108-2)</small>	
Wärmedurchgangs- koeffizient in W/m ² K	
U = 0,24	

Flachdach / begrünt über 2. OG

Bereich: allgemein

Nr. Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
Wärmeübergang außen					R_{se} 0,040
1 Begrünung, Drainage u. Wurzelschutz gem. Planung					
2 Abdichtung n. Flachdachrichtlinien					
3 Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$	30	0,1400	4,2	0,035	4,000
4 Dampfsperre					
5 Stahlbetondecke	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
6 Innenverkleidung gem. Planung					
Wärmeübergang innen					R_{si} 0,100
Summen			484,2	$R_T =$	4,220
Wärmedurchlasswiderstand			$R =$		4,08 m ² K/W

Der angegebene U-Wert ist bei Ausführung einer Gefälledämmung nach DIN EN ISO 6946:2008-04, Anh. C zu bestätigen
 Der Mindestwärmeschutz ist über die gesamte Dachfläche einzuhalten (min. 6 cm mit $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$)
 Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

D 2	
A in m ²	= 115,38
R _{erf} in m ² K/W	≥ 1,20
<small>(nach DIN 4108-2)</small>	
Wärmedurchgangs- koeffizient in W/m ² K	
U = 0,24	

Flachdach / begrünt über 3. & 7. OG

Bereich: allgemein

Nr.	Baustoffschichten	RD kg/m ³	Dicke m	FG kg/m ²	λ_R W/mK	d/λ_R m ² K/W
	Wärmeübergang außen					R_{se} 0,040
1	Begrünung, Drainage u. Wurzelschutz gem. Planung					
2	Abdichtung n. Flachdachrichtlinien					
3	Wärmedämmung, Bemessungswert $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$	30	0,2000	6,0	0,035	5,714
4	Dampfsperre					
5	Stahlbetondecke	2400	0,2000	480,0	2,500	0,080
6	Innenverkleidung gem. Planung					
	Wärmeübergang innen					R_{si} 0,100
	Summen			486,0	$R_T =$	5,934
	Wärmedurchlasswiderstand			$R =$		5,79 m ² K/W

D 3	
A in m ²	= 507,49
R_{eff} in m ² K/W	≥ 1,20
<small>(nach DIN 4108-2)</small>	
Wärmedurchgangs- koeffizient in W/m ² K	
U = 0,17	

Der angegebene U-Wert ist bei Ausführung einer Gefälledämmung nach DIN EN ISO 6946:2008-04, Anh. C zu bestätigen
Der Mindestwärmeschutz ist über die gesamte Dachfläche einzuhalten (min. 6 cm mit $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$)
 Der erforderliche Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes R nach DIN 4108 T2 wird eingehalten

Neubau BF 4.1
Wohngebäude
Grüner Weg
50825 Köln-Ehrenfeld

5. Sommerlicher Wärmeschutz

Nach EnEV 2009 Abschnitt 2 § 4 Absatz 5 sind die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach Anlage 2 Nr. 4 der EnEV 2009 nachzuweisen. Demnach sind die in der DIN 4108-2 :2003-07 Abschnitt 8 festgelegten Sonneneintragskennwerte einzuhalten, wenn der Fensterflächenanteil des Raumes die Vorgaben der Tab. 7 der v.g. Norm übersteigt (raumweise zu betrachten).

Der v.b. Nachweis kann entfallen, wenn bei 1- und 2-Familienhäusern Sonnenschutzvorrichtungen mit einem Abminderungsfaktor von $F_c \leq 0,3$, z.B. Rollläden o.glw. ausgeführt werden.

Berechnung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2 : 2003-07

Für die ungünstigste Raumsituation: WE 22 & 28; W/E

Zusammenstellung der Einzelflächen

	Gesamtfläche	- Fenster	= Außenwand/Dach	Orientierung
Fassade 1 / SW	11,66 m ²	- 5,11 m ²	= 6,55 m ²	(O, S, oder W)
Fassade 2 / SO	16,45 m ²	- 5,11 m ²	= 11,34 m ²	(O, S, oder W)
Grundfläche des Raumes	$A_G = 25,24$ m ²			

Sonnenschutzmaßnahmen

Faktor F_c

Fassade 1 / SW	außenliegend: z.B. Rollläden, Fensterläden, o.ä.	$F_{C1} = 0,3$
Fassade 2 / SO	außenliegend: z.B. Rollläden, Fensterläden, o.ä.	$F_{C2} = 0,3$

Berechnung der vorhandenen Sonneneintragskennwerte S_i

	Gesamtenergiedurchlassgrade g			
	Verglasung	zuzügl. Sonnenschutz		
Fenster, Fassade 1	0,55	0,17 (g_{total})	$S_1 = A_{W1} \times g_{total} / A_G =$	0,03
Fenster, Fassade 2	0,55	0,17 (g_{total})	$S_2 = A_{W2} \times g_{total} / A_G =$	0,03
Fenster, Fassade 3	0,55	0,55 (g_{total})	$S_3 = A_{W3} \times g_{total} / A_G =$	0,00
Fenster, geneigte Dachfläche	0,55	0,55 (g_{total})	$S_{neig} = A_{W4} \times g_{total} / A_G =$	0,00

Berechnung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Gebäuelage in Klimaregion C	$\Delta S_x = 0,015$
Gebäude in schwerer Bauart	$\Delta S_x = 0,071$
Zuschlag für Sonnenschutzverglasung ab $g \leq 0,4$ (vorh. $g = 0,55$)	$\Delta S_x = 0,00$
Erhöhte Nachtlüftung während der zweiten Nachthälfte ($n \geq 1,5$ 1/h) bei schwerer Bauart	$\Delta S_x = 0,03$
Geneigte Fensterausrichtung: $0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$ (gegenüber der Horizontalen)	$\Delta S_x = -0,12 \cdot (A_{W \text{ geneigt}} / A_G) = 0,00$
Orientierung	$\Delta S_x = 0,10 \cdot f_{nord} = 0,00$

Vorhandener Gesamtsonneneintragskennwert

$S_{ges.} = 0,07$

Zulässiger Sonneneintragskennwert

$S_{max.} \leq 0,12$

Die Anforderungen an den Sonneneintragskennwert gemäß DIN 4108-2 werden eingehalten

6. Anlagenaufwandszahl e_p

Systembeschreibung

Die Ermittlung der Anlagenaufwandszahl erfolgt nach dem tabellarischen Verfahren der DIN 4701-10. Soweit nicht anders angegeben werden die Standardwerte und Randbedingungen der v.g. DIN 4701-10 verwendet. Die nachfolgend aufgeführten haustechnischen Angaben sind von einem Haustechniker zu prüfen und freizugeben. Bei Änderungen der nachfolgend aufgeführten Anlagentechnik ist der wärmetechnische Nachweis bzw. die Ermittlung der Anlagenaufwandszahl (e_p -Zahl) zu aktualisieren.

Heizung (Deckungsanteil 100%)

Übergabe	integrierte Heizflächen (Fußboden- oder andere Flächenheizungen) Thermostatregelventile und andere P-Regler mit Auslegungsproportionalbereich 2 Kelvin
Verteilung	max. Vorlauf-/Rücklaufemperatur 35°C/28°C horizontale Verteilung außerhalb und vertikale Verteilung innerhalb der thermischen Hülle geregelt Pumpe
Erzeugung	Fern-/Nahwärme aus KWK, erneuerbarer Brennstoff Primärenergiefaktor $f_P = 0,00$ [-] (Rheinenergie) 30%-Teillast-Wirkungsgrad $\eta_{30\%}$ bei der Verwendung von "verbesserten" Brennwertkesseln : $\eta_{30\%} =$ - [-] bei $\theta_{K,m,Prüfung} = 30^\circ\text{C}$ bestimmt

Warmwasser (Deckungsanteil 100%)

zentrales System; indirekt beheizter Speicher; mit Zirkulation
Leitungsverteilung außerhalb der thermischen Hülle
Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle
Fern-/Nahwärme aus KWK, erneuerbarer Brennstoff
Primärenergiefaktor $f_P = 0,00$ [-] (Rheinenergie)

Lüftung

Eine Lüftungsanlage wurde rechnerisch nicht berücksichtigt.

Der Abschnitt 4 "Anlage der Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung der EnEV 2009 ist zu beachten. Der Haustechniker ist auf diesen Abschnitt der EnEV hinzuweisen.

Anlagenbewertung nach DIN 4701-10
 für ein Wohngebäude mit normalen Innentemperaturen

Objekt : Neubau BF 4.1 Wohngebäude
 Ort : 50825 Köln-Ehrenfeld Straße und Hausnummer : Grüner Weg
 Gemarkung : _____ Flurstücknummer : _____

Eingaben

$A_N =$ $t_{HP} =$

**Trinkwasser-
erwärmung**

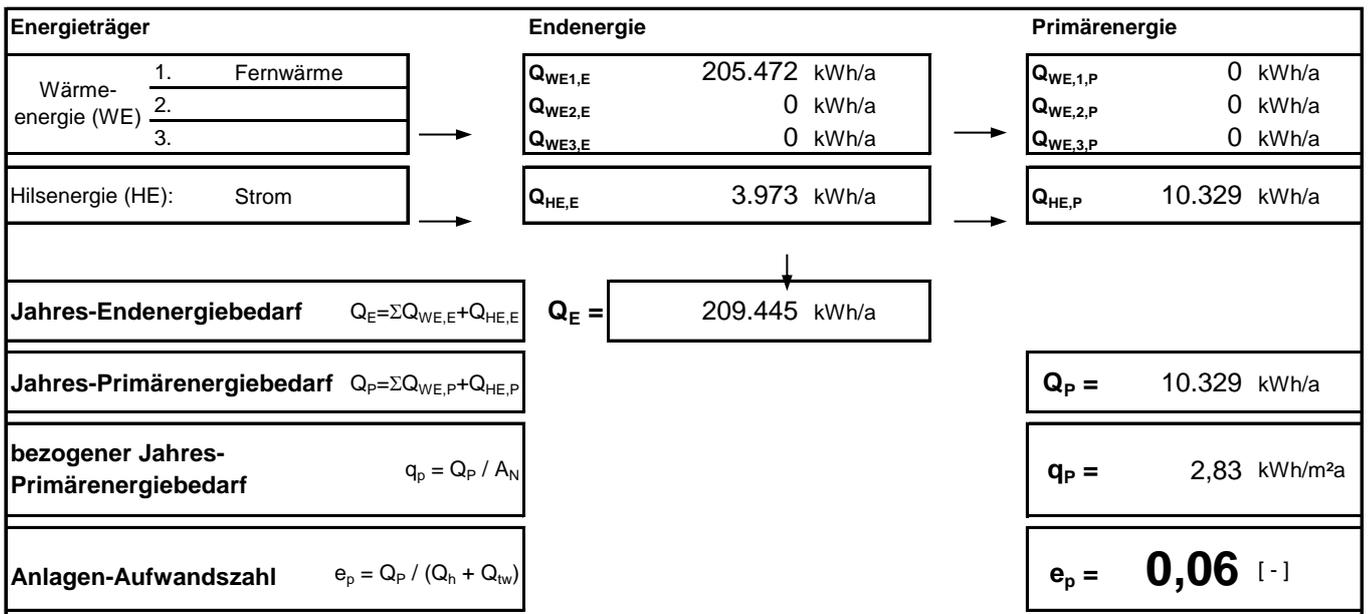
Heizung

Lüftung

absoluter Bedarf	$Q_{tw} =$ <input type="text" value="45.560,31 kWh/a"/>	$Q_h =$ <input type="text" value="115.471,21 kWh/a"/>
bezogener Bedarf	$q_{tw} =$ <input type="text" value="12,50 kWh/m²a"/>	$q_h =$ <input type="text" value="31,68 kWh/m²a"/>

Ergebnisse

Deckung von Q_h	$q_{h,TW} =$ <input type="text" value="2,26 kWh/m²a"/>	$q_{h,H} =$ <input type="text" value="29,42 kWh/m²a"/>	$q_{h,L} =$ <input type="text" value="0,00 kWh/m²a"/>
-------------------	--	--	---



TRINKWASSERERWÄRMUNG

WÄRME (WE)		Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
q_{TW}	aus EnEV		kWh/m ² a		12,50	
$q_{TW,ce}$	Tabelle C.1.1		kWh/m ² a		0,00	
$q_{TW,d}$	Tabellen C.1.2a bzw. C.1.2c		kWh/m ² a	+	6,61	
$q_{TW,s}$	Tabelle C.1.3a		kWh/m ² a		0,66	
q_{TW}^*	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$		kWh/m ² a		19,77	
				Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$	Tabelle C.1.4a		[-]	1,00	0,00	0,00
$e_{TW,g,i}$	Tabelle C.1.4b, c, d, e oder f		[-]	1,14	0,00	0,00
$q_{TW,E,i}$	$q_{TW}^* \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$		kWh/m ² a	22,54	0,00	0,00
Energieträger:				Fernwärme		
$f_{P,i}$	Tabelle C.4.1		[-]	0,00	0,00	0,00
$q_{TW,P,i}$	$\sum q_{TW,E,i} \times f_{P,i}$		kWh/m ² a	0,00	0,00	0,00

Vorgaben

Strang Nr.	
Rechenvorschrift	Dimension
$q_{TW} =$ aus EnEV	12,5 kWh/a
$A_N =$	3.644,83 m ²
$Q_{TW} = q_{TW} \times A_N$	45560,31 kWh/m ² a

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d} =$ Tabelle C.1.2a	2,26 kWh/m ² a
$q_{h,TW,s} =$ Tabelle C.1.3a	0,00 kWh/m ² a
$q_{h,TW} = q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$	2,26 kWh/m ² a

Endenergie

$q_{TW,E}$	$\sum q_{TW,E,i}$	22,54 kWh/m ² a
------------	-------------------	----------------------------

Primärenergie

$q_{TW,P}$	$\sum q_{TW,P,i}$	0,00 kWh/m ² a
------------	-------------------	---------------------------

HILFSENERGIE (HE)		Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Tabelle C.1.1		kWh/m ² a		0,00	
$q_{TW,d,HE}$	Tabellen C.1.2b		kWh/m ² a	+	0,12	
$q_{TW,s,HE}$	Tabelle C.1.3b		kWh/m ² a		0,02	
				Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g,i}$	Tabelle C.1.4a		[-]	1,00	0,00	0,00
$q_{TW,g,HE,i}$	Tabelle C.1.4b, c, d, e oder f		[-]	0,40	0,00	0,00
$\alpha_i \times q_i$	$q_{TW,g,HE,i} \times \alpha_{TW,g,i}$		kWh/m ² a	0,40	0,00	0,00
$q_{TW,HE,E}$	$q_{TW,ce,HE} + q_{TW,d,HE} + q_{TW,s,HE} \times (\alpha_i \times q_i)$		kWh/m ² a	0,54		
Energieträger:				Strom		
f_P	Tabelle C.4.1		[-]	2,60		
$q_{TW,HE,P}$	$\sum q_{TW,HE,E} \times f_P$		kWh/m ² a	1,40		

Endenergie

$q_{TW,HE,E}$	0,54 kWh/m ² a
---------------	---------------------------

Primärenergie

$q_{TW,HE,P}$	1,40 kWh/m ² a
---------------	---------------------------

Endenergie:

$Q_{TW,WE,E}$	1.	$\sum q_{TW,WE1,E} \times A_N$	82.146,34 kWh/a
	2.	$\sum q_{TW,WE2,E} \times A_N$	0,00 kWh/a
	3.	$\sum q_{TW,WE3,E} \times A_N$	0,00 kWh/a
$Q_{TW,HE,E}$	Strom	$\sum q_{TW,HE,E} \times A_N$	1.968,21 kWh/a

Primärenergie:

$Q_{TW,P}$	$(q_{TW,P} + q_{TW,HE,P}) \times A_N$	5.117,33 kWh/a
------------	---------------------------------------	----------------

HEIZUNG

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension			
q_h	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m²a]		31,68	
$q_{h,TW}$	aus Berechnungsblatt Trinkwassererwärmung	[kWh/m²a]	-	2,26	
$q_{h,L}$	aus Berechnungsblatt Lüftung	[kWh/m²a]		0,00	
$q_{H,ce}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m²a]		3,30	
$q_{H,d}$	Tabelle C.3.2a, b oder d	[kWh/m²a]	+	0,78	
$q_{H,s}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m²a]		0,00	
q^*_H	$(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{H,ce} + q_{H,d} + q_{H,s})$	[kWh/m²a]		33,50	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4a	[-]	1,00	0,00	0,00
$e_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4b, c, d oder e	[-]	1,01	0,00	0,00
q_E	$\sum q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	kWh/m²a	33,84	0,00	0,00
Energieträger:			Fernwärme		
$f_{P,i}$	Tabelle C.4.1	[-]	0,00	0,00	0,00
q_P	$\sum q_{E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m²a]	0,00	0,00	0,00

Vorgaben

Strang Nr.	
Rechenvorschrift	Dimension
$q_h =$	31,68 kWh/m²a
$A_N =$	3.644,83 m²
$Q_h = q_h \times A_N$	115.471,21 kWh/a

Endenergie

$q_{H,E}$	$\sum q_{H,E,i}$	33,84 kWh/m²a
-----------	------------------	---------------

Primärenergie

$q_{H,P}$	$\sum q_{H,P,i}$	0,00 kWh/m²a
-----------	------------------	--------------

HILFSENERGIE (HE)					
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension			
$q_{H,ce,HE}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m²a]		0,00	
$q_{H,d,HE}$	Tabellen C.3.2c	[kWh/m²a]	+	0,55	
$q_{H,s,HE}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m²a]		0,00	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4a	[-]	1,00	0,00	0,00
$q_{H,g,HE,i}$	Tabelle C.3.4b-e	[-]	0,00	0,00	0,00
$\alpha_i \times q_i$	$q_{H,g,HE,i} \times \alpha_{H,g,i}$	[kWh/m²a]	0,00	0,00	0,00
$q_{H,HE,E}$	$q_{H,ce,HE} + q_{H,d,HE} + q_{H,s,HE} + \sum (\alpha_i \times q_i)$	[kWh/m²a]		0,55	
Energieträger:			Strom		
f_P	Tabelle C.4.1	[-]		2,60	
$q_{H,HE,P}$	$q_{H,HE,E} \times f_P$	[kWh/m²a]		1,43	

Endenergie

$q_{H,HE,E}$	0,55 kWh/m²a
--------------	--------------

Primärenergie

$q_{H,HE,P}$	1,43 kWh/m²a
--------------	--------------

Endenergie:

$Q_{H,WE,E}$	1.	$\sum q_{H,WE1,E} \times A_N$	123.325,84 kWh/a	
	2.	$\sum q_{H,WE2,E} \times A_N$	0,00 kWh/a	
	3.	$\sum q_{H,WE3,E} \times A_N$	0,00 kWh/a	
$Q_{H,HE,E}$		Strom	$\sum q_{H,HE,E} \times A_N$	2.004,65 kWh/a

Primärenergie:

$Q_{H,P}$		$(q_{H,P} + q_{H,HE,P}) \times A_N$	5.212,10 kWh/a
-----------	--	-------------------------------------	----------------

LÜFTUNG

Strang Nr.	
Quelle	Dimension
$A_N =$	3.644,83 m ²
$F_{GT} =$ Tabelle 5.2	69,60 kWh/a
$n_a =$	0,40 1/h
$f_g =$ Tabelle 5.2-3	0,00 [-]

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeugung		
			Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister
$q_{L,g,i}$	Abschnitt C.2.3.1	kWh/m ² a	0,00	0,00	0,00
$e_{L,g,i}$	Abschnitt C.2.3.1	[-]	-	0,00	0,00
$q_{L,g,E,i}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m ² a		0,00	0,00
			Energieträger :		
$f_{P,i}$	Tabelle C.4.1	[-]			
$q_{L,P,i}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m ² a		0,00	0,00

Verteilung (Tabelle C.2-2)	Übergabe (Tabelle C.2-1)	Luftwechsel Korrektur (Tabelle C.2-4)	Lüftungsbeitrag am Q_h
0,00	0,00	0,00	0,00
$q_{L,d}$ kWh/m ² a	$q_{L,ce}$ kWh/m ² a	$q_{h,n}$ kWh/m ² a	$q_{h,L}$ kWh/m ² a

Endenergie	
$q_{L,E}$	$\Sigma q_{L,E,i}$ 0,00 kWh/m ² a

Primärenergie	
$q_{L,P}$	$\Sigma q_{L,P,i}$ 0,00 kWh/m ² a

HILFSENERGIE (HE)					
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister
$q_{L,g,HE,i}$	Abschnitt C.2.3.1	kWh/m ² a	0,00		
$q_{L,ce,HE}$	Abschnitt C.2.1	kWh/m ² a		0,00	
$q_{L,d,HE}$	Abschnitt C.2.2	kWh/m ² a		0,00	
$q_{L,HE,E}$	$\Sigma q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a		0,00	
			Energieträger : Strom		
f_P	Tabelle C.4.1	[-]		2,60	
$q_{L,HE,P}$	$\Sigma q_{L,HE,E} \times f_P$	kWh/m ² a		0,00	

Endenergie	
$q_{L,HE,E}$	0,00 kWh/m ² a

Primärenergie	
$q_{L,HE,P}$	0,00 kWh/m ² a

Endenergie:		$Q_{L,WE,E}$	
1.	$\Sigma q_{L,WE1,E} \times A_n$	0,0	kWh/a
2.	$\Sigma q_{L,WE2,E} \times A_n$	0,0	kWh/a
3.	$\Sigma q_{L,WE3,E} \times A_n$		kWh/a
$Q_{L,HE,E}$ Strom	$\Sigma q_{L,HE,E} \times A_n$	0,0	kWh/a

Primärenergie:		$Q_{L,P}$	
	$(q_{L,P} + q_{L,HE,P}) \times A_n$	0,0	kWh/a

7. Nachweis Transmissionswärmeverlust / Jahres-Primärenergiebedarf

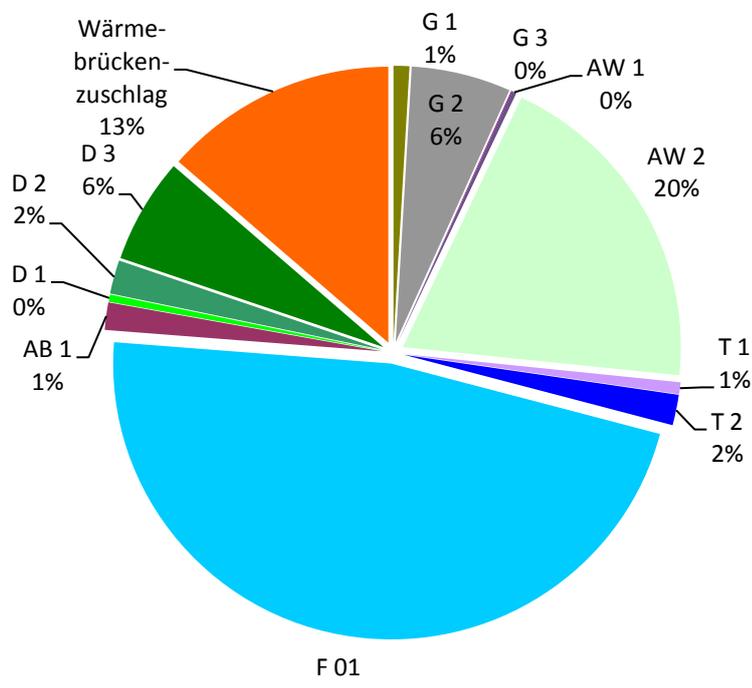
Berechnung des temperaturspezifischen Transmissionswärmeverlusts H_T

Bauteile	Index	U-Wert W/m ² K	Fläche m ²	U x A W/K	F _{xi}	UxAxF _x W/K	B' m
Boden gegen Erdreich	G 1	0,44	64,04	28,3	0,45	13	B'= 2,2
Kellerdecke	G 2	0,21	579,73	123,8	0,65	80	B'= 6,8
Decke über Außenluft	G 3	0,21	4,23	0,9	1,00	1	
Außenwand gegen Erdreich	AW 1	0,32	18,0	5,8	0,60	3	
Außenwand, WDVS	AW 2	0,15	1809,0	272,5	1,00	273	
Kellertüren	T 1	1,90	10,15	19,3	0,50	10	
Haustüren	T 2	1,70	14,60	24,8	1,00	25	
Fenster mit Wärmeschutzverglasung	F 01	1,30	503,87	655,0	1,00	655	
Wand gegen unbeheizte Räume	AB 1	0,34	131,84	44,6	0,50	22	
Flachdach / begehbar über 2. und 4.OG	D 1	0,24	25,14	6,0	1,00	6	
Flachdach / begrünt über 2. OG	D 2	0,24	115,38	27,3	1,00	27	
Flachdach / begrünt über 3. & 7. OG	D 3	0,17	507,49	85,5	1,00	86	

Summe wärmeübertragende Fläche	A =	3783,51 m ²
Gebäudenutzfläche bei Wohngebäuden	A _N =	3644,83 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	V _e =	11390,08 m ³
Summe U _i x A _i x F _{xi}	Σ (F _{xi} xU _i xA _i) =	1200,68 W/K
Wärmebrückenzuschlag ΔU _{WB} nach DIN 4108, Beibl.2 :	0,05 ΔU _{WB} x A =	189,18 W/K
Verhältnis wärmeübertragende Fläche zum Gebäudevolumen	A/V _e =	0,33 m ⁻¹
Temperaturspezifischer Transmissionswärmeverlust	H _T = Σ (F _{xi} xU _i xA _i) + ΔU _{WB} x A =	1389,85 W/K

Vorhandener bezogener Transmissionswärmeverlust **H'_T = H_T/A = 0,37 W/m²K**

Verteilung der Transmissionswärmeverluste



47%

Berechnung der temperaturspezifischen Lüftungswärmeverluste H_V

Beheiztes Luftvolumen

Wohngebäude mit mehr als drei Vollgeschosse

Beheiztes Luftvolumen $V_L = 0,8 \times V_e = 9112,06 \text{ m}^3$

Lüftungsart

Freie Lüftung mit Dichtigkeitsprüfung $n = 0,60 \text{ h}^{-1}$

Temperaturspezifischer Lüftungswärmeverlust $H_V = V_L \times n \times c_{\text{Luft}} = 1858,86 \text{ W/K}$

Berechnung des temperaturspezifischen Wärmeverlusts H

Summe temperaturspezifischer Wärmeverlust $H = H_T + H_V = 3248,72 \text{ W/K}$

Berechnung der wirksamen Wärmespeicherung

Wirksame Wärmespeicherung zur Ermittlung des Ausnutzungsgrades η_n

Bauart (schwer/leicht) : schwer

schweres Gebäude $C_{\text{wirk},\eta} = 50 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) \times V_e = 569504 \text{ Wh/K}$

Wirksame Wärmespeicherung bei Nachtabschaltung

schweres Gebäude $C_{\text{wirk},NA} = 18 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) \times V_e = 205021 \text{ Wh/K}$
 Zeitdauer des Abschaltbetriebes = 7 h

Berechnung des flächenbezogenen Jahres-Heizwärmebedarfs Q''_h

Solarer Wärmegewinn

Reduktionsfaktoren

Index	Ausrichtung	Glasanteil	Verschattung	nicht sekrecht	gesamt	Neigung	g-Wert	Fläche	effektive Kollektorfläche
Fsw01 Fenster Südwest	sw	0,70	0,90	0,90	0,57	90	0,55	83,53	26,05
Fso01 Fenster Südost	so	0,70	0,90	0,90	0,57	90	0,55	170,29	53,10
Fnw01 Fenster Nordwest	nw	0,70	0,90	0,90	0,57	90	0,55	168,83	52,65
Fno01 Fenster Nordost	no	0,70	0,90	0,90	0,57	90	0,55	81,22	25,33

Interne Wärmequellen Q_i

spezifische Leistung q_i für : Wohngebäude $q_i = 5,00 \text{ W/m}^2$
 $Q_i = q_i \times A_N = 18224,13 \text{ W}$

Zusammenstellung der Wärmegewinne/-verluste

mittlere Raumtemperatur innerhalb der Heizzeit = 19 °C
 Zeitkonstante = 175 h
 a = 12

Temperatur	Wärmeverluste	Wärmeverluste mit Nachtabsenkung	solares Wärmeangebot	internes Wärmeangebot	Ausnutzungsgrad Gewinne	Wärmegewinne	Heizwärmebedarf
------------	---------------	----------------------------------	----------------------	-----------------------	-------------------------	--------------	-----------------

Neubau BF 4.1
Wohngebäude
Grüner Weg
50825 Köln-Ehrenfeld

Januar	-1,3	49066	47727	3403	13559	1,00	16962	30765
Februar	0,6	40170	39126	4076	12247	1,00	16322	22804
März	4,1	36014	35142	6327	13559	1,00	19876	15266
April	9,5	22221	21706	12976	13121	0,81	21262	444
Mai	12,9	14744	14402	13865	13559	0,53	14399	3
Juni	15,7	7719	7540	15283	13121	0,27	7540	0
Juli	18,0	2417	2361	16436	13559	0,08	2361	0
August	18,3	1692	1653	12288	13559	0,06	1653	0
September	14,4	10760	10510	9693	13121	0,46	10510	1
Oktober	9,1	23929	23374	6094	13559	0,98	19213	4161
November	4,7	33449	32647	3518	13121	1,00	16637	16010
Dezember	1,3	42782	41688	2111	13559	1,00	15670	26018
		284962	277875	106071	159643		162404	115471

Jahres-Heizwärmebedarf

Summe der Monatswerte $Q_H = 115471,21 \text{ kWh/a}$

Bezogener Jahres-Heizwärmebedarf

$Q_H'' = Q_H/A_N = 31,68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Zuschlag für Warmwasser Q_W''

Zuschlag für Warmwasser n. EnEV 2009, Anhang 1, Abschn. 2.2

$Q_W'' = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenaufwandszahl e_p nach DIN 4701

$e_p = 0,06$

Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p

Bezogener Jahres-Primärenergiebedarf

$Q_p'' = (Q_H'' + Q_W'') * e_p = 2,83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Vorhandener bezogener Transmissionswärmeverlust	$H'_T = H_T/A$	=	0,367 W/m²K
Maximal zulässiger bezogener Transmissionswärmeverlust	$H'_{T,max}$	=	0,50 W/m ² K
Der zulässige bezogene Transmissionswärmeverlust wird eingehalten			27% Unterschreitung
Berechneter Transmissionswärmeverlust nach EnEV 2009 Anlage 2 Tabelle 1 für das Referenzgebäude	$H'_{T,Ref}$	=	0,444 W/m ² K
Unterschreitung des Transmissionswärmeverlustes des Referenzgebäudes			17,2% Unterschreitung
Vorhandener bezogener Jahres-Primärenergiebedarf	$Q_p'' = Q_p/A_N$	=	2,83 kWh/m²a
Maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf	$Q_{p,max}'' = Q_p/A_N$	=	52,75 kWh/m ² a
Der zulässige bezogene Jahres-Primärenergiebedarf wird eingehalten			94,6% Unterschreitung

Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung 2009 werden eingehalten.

aufgestellt



Ingenieurbüro für Bauphysik
Dipl.-Ing. Heinrichs