



Name des Projektes	MFH Paket 5
	38300 Braunschweig
Fläche	262,2 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten	4
Datum	01.01.2007



### Heizlast (überschlägig)

Gebäudeheizlast 10,2 kW

### Bilanz der Räume

Transmission	+	49 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Lüftung	+	40 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Solare Warmegewinne	-	10 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Innere Warmegewinne	-	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heizwärmebedarf	=	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Gesamt 100%

Nutzenergie Gesamt	78 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 96 kWh/(m <sup>2</sup> a)

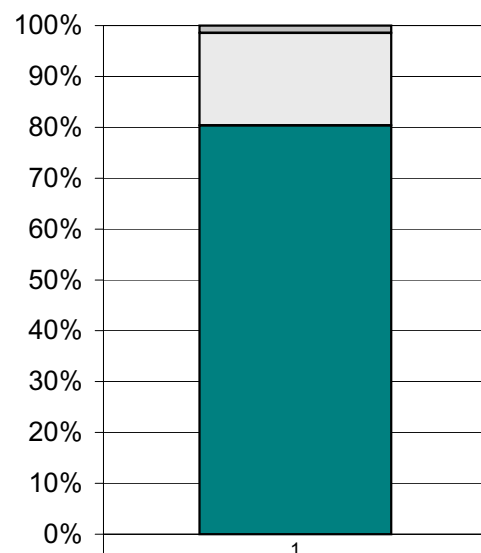
### Endenergie Heizung 66%

Heizwärmebedarf	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 64 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Trinkwarmwasser 34%

Nutzwärme	17 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 32 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Heizung und Warmwasser



Erzeugerverluste	1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Nutzenergie	78 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergiekennwerte absolut, in kWh/a (gerundet)

1. Erdgas	25300 kWh/a	96,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)
2.	0 kWh/a	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
3.	0 kWh/a	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
4. Hilfsenergie: Strom	800 kWh/a	2,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Äquivalent

CO <sub>2</sub> -Äquivalent	6800 kg/a	25,9 kg/(m <sup>2</sup> a)
Primärenergie	31100 kWh/a	118,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)

# Energiepass Heizung/Warmwasser

## Grunddaten



Name des Projektes

MFH Paket 5

Datum

01.01.2007

Standort

PLZ/Ort

38300 Braunschweig

Straße/Nr.

Gebäudeart/Nutzung

Mehrfamilienhaus

Klimastandort

Braunschweig (Region 5)



Minimale Temperatur

$\vartheta_{H,Auslegung}$

-14 °C



Projekt: MFH Paket 5

Datum: 01.01.2007

Lfd.Nr. Bauteil Kürzel Bauteil-Bezeichnung

1

AW

Außenwand

Wärmeübergangswiderstand innen  $R_{si}$  : 0,13  $m^2K/W$

Dicke d  
in mm

Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in  $W/(mK)$

Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*		Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*
1. Innenputz Gips			15	0,510		
2. Bimsstein (Hohlblocksteine)			250	0,280		
3. Außenputz Kalk, Kalkzement			20	1,000		
4. Dämmung			200	0,035		
5.						
6.						
7.						
8. Stoffdaten aus:						
9. Dena Typologie						
10. Hottgenroth						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum)  $R_u$  :

Flächen-  
anteile: 100%

Wärmeübergangswiderstand außen  $R_{sa}$  : 0,04  $m^2K/W$

U-Wert: 0,15  $W/(m^2K)$

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1

Skizze

Lfd.Nr. Bauteil Kürzel Bauteil-Bezeichnung

2

IW

Innenwand

Wärmeübergangswiderstand innen  $R_{si}$  : 0,13  $m^2K/W$

Dicke d  
in mm

Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in  $W/(mK)$

Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*		Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*
1. Innenputz Gips			15	0,510		
2. Schwemmstein			250	0,360		
3. Innenputz Gips			15	0,510		
4. Dämmung			120	0,035		
5.						
6.						
7.						
8. Stoffdaten aus:						
9. Dena Typologie						
10. Hottgenroth						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum)  $R_u$  :

Flächen-  
anteile: 100%

Wärmeübergangswiderstand außen  $R_{sa}$  : 0,13  $m^2K/W$

U-Wert: 0,23  $W/(m^2K)$

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1

Skizze



Skizze

Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung
3	FE	Fenster

	Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> $m^2K/W$			Dicke d in mm	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $W/(mK)$		
	Bereich 2*	Bereich 3*	Bereich 1		Bereich 2*	Bereich 3*	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.	Daten aus:						
9.	IWU Energiepass Heizung/Warmwasser						
10.	für Kunststoffrahmen und 2-Schreiben-Wärmeschutzglas						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum) $R_{u}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> $m^2K/W$		Flächen- anteile:	
		100%	

Wärmeübergangswiderstand außen $R_{sa}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> $m^2K/W$		U-Wert: <span style="border: 2px solid black; padding: 2px;">1,70</span> $W/(m^2K)$

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1

Skizze

Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung
4	IT	Innentüren

	Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,13</span> $m^2K/W$			Dicke d in mm	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $W/(mK)$		
	Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*		Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*
1.	neue Holztür ohne Glasanteile						
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.	Daten aus:						
9.	Hottgenroth Energieberater						
10.							

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum) $R_{u}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> $m^2K/W$		Flächen- anteile:	
		100%	

Wärmeübergangswiderstand außen $R_{sa}$ : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,13</span> $m^2K/W$		U-Wert: <span style="border: 2px solid black; padding: 2px;">1,40</span> $W/(m^2K)$

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1



Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung				
5	OG	Oberste Geschossdecke				
Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ : 0,1 $m^2K/W$						
Bereich 1		Bereich 2*		Bereich 3*		Dicke d in mm
1.	Putz auf Schilfmatte	Putz auf Schilfmatte				20
2.	Holz (Lattung)	Holz (Lattung)				20
3.	Holz	Lehmschlag				120
4.	Holz	Luftschicht ruhend				60
5.	Holz (Dielung)	Holz (Dielung)				40
6.	Dämmung	Dämmung				240
7.						
8.	Daten aus:					
9.	Hottenroth Energieberater					
10.	und IWU EnEV-XL U-Wert					
Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ : 0,1 $m^2K/W$						
Wärmeübergangswiderstand außen $R_{sa}$ : 0,1 $m^2K/W$						
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $W/(mK)$						
Bereich 1		Bereich 2*		Bereich 3*		
0,800		0,800				
0,180		0,180				
0,180		0,930				
0,180		0,120				
0,180		0,180				
0,040		0,040				
U-Wert: 0,14 $W/(m^2K)$						
Flächenanteile: 15% 85%						

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen, wenn abweichend von Bereich 1

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1



Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung
6	KD	Kellerdecke

Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ :			0,17	$m^2K/W$	Dicke d in mm	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in $W/(mK)$		
Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*				Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*
1. Holz (Dielung)	Holz (Dielung)				40	0,180	0,180	
2. Holz (Lagerholz)	Luftschicht ruhend				60	0,180	0,120	
3. Steineisenecke (hohl)	Steineisenecke (hohl)				180	0,870	0,870	
4. Putz	Putz				20	0,510	0,510	
5. Dämmung					40	0,030	0,030	
6.								
7.								
8. Daten aus:								
9. Hottgenroth Energieberater								
10. und IWU EnEV-XL U-Wert								

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum)  $R_u$  :

0,17

$m^2K/W$

Wärmeübergangswiderstand außen  $R_{sa}$  :

$m^2K/W$

Flächen-  
anteile:

15%

85%

U-Wert:

0,38

$W/(m^2K)$

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1

\*)  $\lambda$  für Bereich 2 oder 3 nur eintragen,  
wenn abweichend von Bereich 1

**Datum:** 01.01.2007

zugeordnet

[illegible]

Gesamt thermische Hülle: **739,4**

## Zusammenfassung aller Bauteile und Zuordnung von U-Werten und Abminderungsfaktoren

Bauteil- Kürzel (s.o.)	Bezeichnung (freier Eintrag)	Ges.- fläche [m²]	U-Wertliste: bitte auswählen	U-Wert [W/(m²K)]	Fläche grenzt an...	Abminderungs- faktor [W/(m²K)]
1. AW	Außenwand	300,36	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
2. IW	Innenwand	61,06	2 (IW) Innenwand	▼ 0,23	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
3. IT	Innentür	10,82	4 (IT) Innentüren	▼ 1,40	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
4. FE	Fenster	36,60	3 (FE) Fenster	▼ 1,70	Außenluft	▼ 1,00
5. OG	Geschossdecke	165,28	5 (OG) Oberste Geschossdecke	▼ 0,14	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
6. KD	Kellerdecke	165,28	6 (KD) Kellerdecke	▼ 0,38	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
7.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
8.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
9.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
10.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
11.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
12.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
13.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
14.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
15.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
16.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
17.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
18.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
19.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
20.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
21.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
22.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
23.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
24.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
25.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
26.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
27.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
28.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
29.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
30.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,15	Außenluft	▼ 1,00
<b>Summe</b>		<b>739,41</b>				

Kürzel der Orientierung	Bezeichnung			Fläche [m²]
H	horizontal			0,00
O	Ost			0,00
SO	Südost			0,00
S	Süd			16,20
SW	Südwest			0,00
W	West			0,00
NW	Nordwest			0,00
N	Nord			20,40
NO	Nordost			0,00
O_45	Ost	45°		0,00
SO_45	Südost	45°		0,00
S_45	Süd	45°		0,00
SW_45	Südwest	45°		0,00
W_45	West	45°		0,00
NW_45	Nordwest	45°		0,00
N_45	Nord	45°		0,00
NO_45	Nordost	45°		0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	Summe			36,60

			[m]	[m]	[m]	[m³]
Großer Körper			18,58	6	9,40	1089,8
Abzug Treppenhaus			-1,96	6	4,78	-58,461
						0
						0
						0
						0
						0
						0
<b>Summe</b>						<b>1031,4</b>
"Gebäudenutzfläche" A <sub>N</sub> nach EnEV						330,0



# Energiepass Heizung/Warmwasser

## Heizwärmebedarf



Projekt **MFH Paket 5**

Standort PLZ/Ort **38300 Braunschweig**

Straße/Haus-Nr.

Gebäudeart / Nutzung **Mehrfamilienhaus**

Anzahl Geschosse  $n_G$  **2**

Anzahl Wohneinheiten  $n_{WE}$  **4**

☒ beheizte Wohnfläche **262,2** m<sup>2</sup>

☐ beheizte Nettogrundfläche m<sup>2</sup>

→ Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  **262,2** m<sup>2</sup>

Klima **Braunschweig (Region 5)**

Heizgrenztemperatur  $\vartheta_{HG}$  **12** °C

Länge der Heizperiode  $t_{HP}$  **254** d/a

mittl. Außentemperatur  $\vartheta_a$  **6,3** °C

Raum-Solltemperatur  $\vartheta_{i,Soll}$  **20,0** °C

eff. mittl. Raumtemperatur  $\vartheta_{i,eff}$  **19,0** °C

**Nachtabsenkung**

☐ keine

☒ Nachtabsenkung

☐ Nacht- u. Wochenendabs.

Reduktionsfaktor  $f_{ze}$  **0,95**

**Teilbeheizung**

☐ keine

☐ Standard  $n_{re}$  **13%**

☒ individuell  $n_{re}$  **20%**

Reduktionsfaktor  $f_{re}$  **0,98**

☐ Nutzungsfaktor **1,00**

$\vartheta_{H,Auslegung}$   
**-14 °C**

## Trinkwarmwassernutzen

### Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser $Q_{tw}$

☒ Abschätzung pauschal über Fläche

☐ Abschätzung mit Personenzahl

$A_{EB}$  m<sup>2</sup> **262,2**

$q_{tw}$  kWh/(m<sup>2</sup>a) **17**

$Q_{tw}$  kWh/a **4457**

Personen **600**

$P$  kWh/(P.a)

kWh/(m<sup>2</sup>a)  
**17,0**

maximale  
Wärmeströme  
(Auslegung)  
in kW

## Transmission

Bauteilbezeichnung		Fläche	U-Wert	Reduktions- faktor $f_T$	W/K
		m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	–	W/K
1. AW	Außenwand	300,4	x 0,15	x 1,00	= 44
2. IW	Innenwand	61,1	x 0,23	x 0,51	= 7
3. IT	Innentür	10,8	x 1,40	x 0,51	= 8
4. FE	Fenster	36,6	x 1,70	x 1,00	= 62
5. OG	Geschossdecke	165,3	x 0,14	x 0,51	= 12
6. KD	Kellerdecke	165,3	x 0,38	x 0,51	= 32
7.		x		x	=
8.		x		x	=
9.		x		x	=
10.		x		x	=
11.		x		x	=
12.		x		x	=
13.		x		x	=
14.		x		x	=
15.		x		x	=
16.		x		x	=
17.		x		x	=
18.		x		x	=
19.		x		x	=
20.		x		x	=
21.		x		x	=
22.		x		x	=
23.		x		x	=
24.		x		x	=
25.		x		x	=
26.		x		x	=
27.		x		x	=
28.		x		x	=
29.		x		x	=
30.		x		x	=

kWh/(m<sup>2</sup>a)  
**13,0**  
**2,1**  
**2,3**  
**18,4**  
**3,5**  
**9,6**

maximale  
Wärmeströme  
(Auslegung)  
in kW  
**1,5**  
**0,2**  
**0,3**  
**2,1**  
**0,4**  
**1,1**

### Transmissionswärmeverlust $H_T$

Summe **165**

**48,8**

**5,6** kW



## Lüftung

	$A_{EB}$	lichte Raumhöhe	$V_L$
	$m^2$	$m$	$m^3$
	Luftvolumen $V_L$	$262,2$	$\times 2,5 = 656$
Luftwechsel	$n_{Anl}$	$n_{WRG}$	$n_{äqui}$
	$1/h$	$1/h$	$1/h$
Lüftungsanlage	$\times (1 - ) =$		
Undichtigkeiten			0,20
Fensteröffnung			0,40
energetisch wirksam (äquivalenter Luftwechsel)		$\Sigma =$	0,60

zusätzl. Verluste	Länge	$U_K$	Reduktions-	$\eta_{WRG}$	$H_{V,LK}$
	$m$	$W/(m \cdot K)$	faktor $f_T$		$W/K$
Lüftungskanäle	$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	$=$
	$n_{äqui}$	$V_L$	$c_{p,Luft}$	$H_{V,LK}$	
	$1/h$	$m^3$	$Wh/(m^3 \cdot K)$	$W/K$	$W/K$
Lüftungswärmeverlust $H_V$	0,60	$\times 656$	$\times 0,34$	$+ $	134

39,5

4,5 kW

## Wärmeverlust Gesamt

	$\vartheta_i$	$\vartheta_e$	$t_{HP}$	Gradtagszahl $Gt$
	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$d/a$	$kh/d$
Gradtagszahl	(20,0 - 6,3)	$\times 254$	$\times 0,024$	$= 83,6$
	$W/K$	$W/K$	$(= f_{ze} \times f_{re} \times f_{re})$	$Gt$
Wärmeverluste $Q_{T+V}$	(165 + 134)	$\times 0,93$	$\times 83,6$	$= 23153$

88,3

10,2 kW

## Solare Warmegewinne

	Fenster	Ausrichtung	Reduktions-	g-Wert	Fläche	Globalstrahlung	Heizperiode
			faktor	(senkr. Einstr.)	$m^2$	$kWh/(m^2 \cdot a)$	$kWh/a$
1.	horizontal	H	0,359	$\times$	$\times$	527	$=$
2.	Ost	O	0,359	$\times$	$\times$	341	$=$
3.	Südost	SO	0,359	$\times$	$\times$	443	$=$
4.	Süd	S	0,359	$\times 0,63$	$\times 16,2$	$\times 488$	$= 1788$
5.	Südwest	SW	0,359	$\times$	$\times$	443	$=$
6.	West	W	0,359	$\times$	$\times$	341	$=$
7.	Nordwest	NW	0,359	$\times$	$\times$	252	$=$
8.	Nord	N	0,359	$\times 0,63$	$\times 20,4$	$\times 221$	$= 1022$
9.	Nordost	NO	0,359	$\times$	$\times$	252	$=$
10.	Ost 45°	O 45	0,359	$\times$	$\times$	475	$=$
11.	Südost 45°	SO 45	0,359	$\times$	$\times$	587	$=$
12.	Süd 45°	S 45	0,359	$\times$	$\times$	636	$=$
13.	Südwest 45°	SW 45	0,359	$\times$	$\times$	587	$=$
14.	West 45°	W 45	0,359	$\times$	$\times$	475	$=$
15.	Nordwest 45°	NW 45	0,359	$\times$	$\times$	366	$=$
16.	Nord 45°	N 45	0,359	$\times$	$\times$	321	$=$
17.	Nordost 45°	NO 45	0,359	$\times$	$\times$	366	$=$
18.			0,359	$\times$	$\times$	$=$	$=$
19.			0,359	$\times$	$\times$	$=$	$=$
20.			0,359	$\times$	$\times$	$=$	$=$

6,8

3,9

Wärmeangebot Solarstrahlung  $Q_S$ 

Summe 2810

10,7

## innere Wärmequellen

	$q_i$	$t_{HP}$	$A_{EB}$
	$W/m^2$	$d/a$	$m^2$
innere Wärmequellen $Q_i$	0,024	$\times 3,2$	$\times 254$
	$\times$	$\times$	$\times 262,2 = 5119$

19,5

## nutzbare Warmegewinne

Zeitkonstante	Parameter	$Q_S + Q_i$	Ausnutzungsgrad
$\tau = 39$	$a = 2,21$	$\gamma = \frac{Q_S + Q_i}{Q_V} = 0,34$	Gewinne $\eta_G = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} = 0,94$
			$kWh/a$
nutzbare Warmegewinne $Q_G$		$\eta_G \times (Q_S + Q_i) =$	7425

28,3

## Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf $Q_h$	$Q_L - Q_G =$	15728
-----------------------	---------------	-------

60,0





## Detailberechnung für zentr. Wärmeerzeuger

☒ Erzeuger bereitet auch Trinkwarmwasser

 Bauart: **BW-Kessel Gas mit Gebläse**  
 Baujahr: **2007**

effektive Wärmeabgabe des Erzeugers:

Nutzen Warmwasser (zentral) $q_{tw}$	17,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Nutzen Heizung (zentral) $q_{h,eff}$	60,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteilungsverluste Warmwasser	14,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteilungsverluste Heizung	2,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Summe $q_{H+W,eff}$	95,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Kesselleistung	$\dot{Q}_K$	14,0 kW
Bereitschaftsverluste	$q_B$	0,006 (Toolbox S. 48)
Kesselwirkungsgrad	$\eta_K$	100% (Toolbox S. 48)
Verschmutzungsfaktor	$f_S$	1,00 (Gas 1,0; Heizöl 0,98; feste Brennstoffe 0,97)
Betriebszeit	$t_{Betrieb}$	365 d/a

$$\text{Auslastung } a = \frac{q_{H+W,eff} \cdot A_{EB}}{\dot{Q}_K \cdot t_{Betrieb}} = 29,2\%$$

$$\text{Jahres-nutzungsgrad ohne nutzbare Gewinne (Standort außerhalb therm. Hülle)} \quad \eta_{a,OG} = \frac{\eta_K \cdot f_S}{(1/a - 1) \cdot q_B + 1} = 98,6\%$$

☐ Standort innerhalb thermischer Hülle:  
 nutzbare Wärmeabgabe des Kessels  
 im Aufstellungsraum

$$q_{K,nutz} = 24 \frac{h}{d} \cdot t_{HP/AT} \cdot \frac{\eta_G \cdot q_B \cdot \dot{Q}_K}{A_{EB}} = 0,0 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$$

$$\text{effektiver Jahres-nutzungsgrad} \quad \eta_a = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{a,OG}} - \frac{q_{K,Nutz}}{q_{H+W,eff}}} = 98,6\%$$

$$\text{Aufwandszahl dieses Erzeugers} = 1,015$$

## Energieträgerfestlegung

 Primärenergie-Faktor (nicht-erneuerbare Energien)  $f_P$  (s. Tab.)  
 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (CO<sub>2</sub>-Äquivalent)  $f_{CO2}$  (s. Tab.)

	E	T1	T2	T3	
Hilfsenergie: Strom		Erdgas			
	2,99	1,14			-
	647	249			g/kWh

## Warmwasser

 Nutzenergiebedarf Warmwasser  $q_{tw}$  17,0 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Bauart Wärmeerzeuger (Projekt)  
 Anteil Deckung Wärmebedarf Warmwasser  $\alpha_{WV}$  (Proj./Tab. 2-15 u. 2-16)  
 Aufwandszahl Wärmeerzeuger  $e_{W,E} = 1/\eta_{a,W}$  (Tab. 2-12 - 2-14)  
 Aufwandszahl Wärmeverteilung/-speicherung  $e_{W,V+S} = (q_{tw,z} + q_{W,V}) / q_{tw,z}$   
 Endenergie-Bedarf Warmwasser  $q_{E,W} = \alpha_{WV} \times q_{tw} \times e_{W,V+S} \times e_{W,E}$ 

	zentral	dezentral	zentral	
$q_{W,z}$ 17,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)				
	BW-Kessel			
	100%			-
	1,01			-
	1,87	-	-	-
	32,3	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)

## Raumwärme

 Heizwärmebedarf  $q_h$  60,0  
 abzgl. zusätzl. Heizwärmegutschrift  $q_{h,eff} = q_h - \Delta q_{H/W}$  60,6  
 Bauart Wärmeerzeuger (Projekt)  
 Anteil Deckung Wärmebedarf Raumheizung  $\alpha_{H,V}$  (Proj./Tab. 2-8)  
 Aufwandszahl Wärmeerzeuger  $e_{H,E} = 1/\eta_{a,H}$  (Tab. 2-2 - 2.7)  
 Aufwandszahl Wärmeverteilung/-speicherung  $e_{H,V+S} = (q_{h,z} + q_{H,V}) / q_{h,z}$   
 Endenergie-Bedarf Raumwärme  $q_{E,H} = \alpha_{H,V} \times q_h \times e_{H,V+S} \times e_{H,E}$ 

	zentral	dezentral	dezentral	
$q_{H,z}$ 60,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)				
	BW-Kessel			
	100%			-
	1,01			-
	1,04	-	-	-
	64,1	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)

## Endenergie

 Endenergie-Bedarf Elektro-Hilfsgeräte  $q_{E,EH}$   
 Endenergie-Bedarf Heizung + Warmwasser  $q_E = q_{E,H} + q_{E,W}$ 

2,9	96,5	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)
-----	------	-----	-----	------------------------

CO<sub>2</sub> - Äquivalent / Primärenergie
 Emissionen CO<sub>2</sub>-Äquivalent  $m_p = e \cdot x_{CO2}$   
 Primärenergie-Bedarf (nicht-erneuerbare Energien)  $q_P = q_E \cdot f_P$ 

1,9	24,0	0,0	0,0	kg/(m <sup>2</sup> a)	$\Sigma m_p$ 25,9 kg/(m <sup>2</sup> a)
8,7	110,0	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)	$\Sigma q_P$ 118,7 kg/(m <sup>2</sup> a)

## Energieeffizienz

 Aufwandszahl  $e_P = q_{P,Ges} / (q_{tw} + q_{h,eff})$   
 Nutzungsgrad  $\eta_P = (q_{tw} + q_{h,eff}) / q_{P,Ges}$ 

Primärenergie

1,53
0,65

 $e = q_{E,Ges} / (q_{tw} + q_{h,eff})$   
 $\eta = (q_{tw} + q_{h,eff}) / q_{E,Ges}$ 

Endenergie

1,25
0,80