

Name des Projektes	MFH Maßnahme M4a
	38300 Braunschweig
Fläche	262,2 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten	4
Datum	01.01.2007



### Heizlast (überschlägig)

Gebäudeheizlast 20,1 kW

### Bilanz der Räume

Transmission	+	132 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Lüftung	+	39 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	=	143 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Gesamt 100%

Nutzenergie Gesamt	160 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	14 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 191 kWh/(m <sup>2</sup> a)

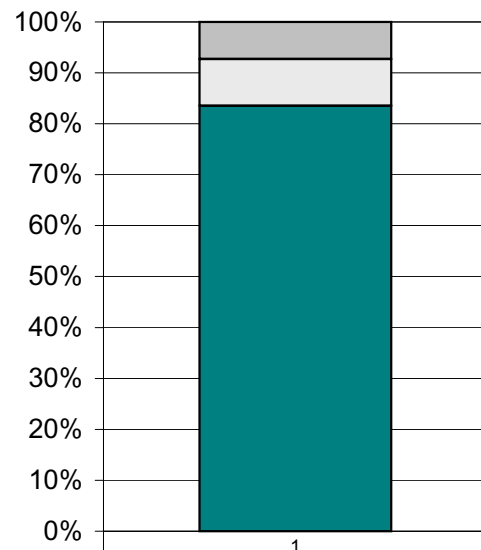
### Endenergie Heizung 82%

Heizwärmebedarf	143 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	11 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 157 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Trinkwarmwasser 18%

Nutzwärme	17 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erzeugerverluste	3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergie	= 34 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Endenergie Heizung und Warmwasser



Erzeugerverluste	14 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Verteil- und Speicherverluste	18 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Nutzenergie	160 kWh/(m <sup>2</sup> a)

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

1. Erdgas	50100 kWh/a	191,1 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	700 kWh/a	2,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)

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

CO <sub>2</sub> -Äquivalent	12900 kg/a	49,3 kg/(m <sup>2</sup> a)
Primärenergie	59200 kWh/a	225,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)

# Energiepass Heizung/Warmwasser

## Grunddaten



Name des Projektes

MFH Maßnahme M4a

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 Maßnahme M4a  
Datum: 01.01.2007



Skizze

Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung
1	<b>AW</b>	<b>Außenwand</b>

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.						
5.						
6.						
7.						
8. Stoffdaten aus:						
9. Dena Typologie						
10. Hottgenroth						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum)  $R_u$  :   $m^2K/W$

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

Flächen-  
anteile: 100%

**U-Wert: 0,90  $W/(m^2K)$**

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



Skizze

Lfd.Nr.	Bauteil Kürzel	Bauteil-Bezeichnung
2	<b>IW</b>	<b>Innenwand</b>

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			60	0,040		
5.						
6.						
7.						
8. Stoffdaten aus:						
9. Dena Typologie						
10. Hottgenroth						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum)  $R_u$  :   $m^2K/W$

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

Flächen-  
anteile: 100%

**U-Wert: 0,40  $W/(m^2K)$**

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



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 $R_{si}$ :			Dicke d in mm	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(mK)		
Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*		Bereich 1	Bereich 2*	Bereich 3*
1. Putz auf Schilfmatte	Putz auf Schilfmatte		20	0,800	0,800	
2. Holz (Lattung)	Holz (Lattung)		20	0,180	0,180	
3. Holz	Lehmschlag		120	0,180	0,930	
4. Holz	Luftschicht ruhend		60	0,180	0,120	
5. Holz (Dielung)	Holz (Dielung)		40	0,180	0,180	
6.						
7.						
8. Daten aus:						
9. Hotgenroth Energieberater						
10. und IWU EnEV-XL U-Wert						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum) $R_u$ :		Flächen- anteile:
		15% 85%

Wärmeübergangswiderstand außen $R_{sa}$ :		U-Wert:
	0,1	0,83 W/(m²K)

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



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

Wärmeübergangswiderstand innen $R_{si}$ :			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.						
6.						
7.						
8. Daten aus:						
9. Hotgenroth Energieberater						
10. und IWU EnEV-XL U-Wert						

Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume (z.B. Dachraum) $R_u$ :		Flächen- anteile:
	0,17	15% 85%

Wärmeübergangswiderstand außen $R_{sa}$ :		U-Wert:
		0,78 W/(m²K)

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

**Datum:** 01.01.2007

zugeordnet

[illegible]

Gesamt thermische Hülle: **689,8**

## 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...	Abminderungsfaktor [W/(m²K)]
1. AW	Außenwand	277,08	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
2. IW	Innenwand	57,34	2 (IW) Innenwand	▼ 0,40	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	153,97	5 (OG) Oberste Geschossdecke	▼ 0,83	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
6. KD	Kellerdecke	153,97	6 (KD) Kellerdecke	▼ 0,78	Temperatur: 13 °C	▼ 0,51
7.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
8.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
9.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
10.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
11.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
12.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
13.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
14.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
15.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
16.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
17.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
18.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
19.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
20.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
21.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
22.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
23.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
24.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
25.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
26.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
27.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
28.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
29.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
30.		0,00	1 (AW) Außenwand	▼ 0,90	Außenluft	▼ 1,00
<b>Summe</b>		<b>689,78</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			18,18	6	9,00	981,72
Abzug Treppenhaus			-2,08	6	4,64	-57,907
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
<b>Summe</b>						<b>923,81</b>
"Gebäudenutzfläche" A <sub>N</sub> nach EnEV						295,6

"Gebäudenutzfläche"  $A_N$  nach EnEV



# Energiepass Heizung/Warmwasser

## Heizwärmebedarf



Projekt **MFH Maßnahme M4a**

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  $\vartheta_{i,eff}$  **18,7** °C

**Nachtabsenkung**

☐ keine

☒ Nachtabsenkung

☐ Nacht- u. Wochenendabs.

Reduktionsfaktor  $f_{ze}$  **0,93**

**Teilbeheizung**

☐ keine

☐ Standard  $\eta_{re}$  **13%**

☒ individuell  $\eta_{re}$  **20%**

Reduktionsfaktor  $f_{re}$  **0,97**

☐ 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  $P$  **600**

$q_{tw}$  kWh/(P.a)

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

maximale  
Wärmeströme  
(Auslegung)  
in kW

## Transmission

	Bauteilbezeichnung	Fläche m <sup>2</sup>	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Reduktions- faktor $f_T$		W/K	kWh/(m <sup>2</sup> a)	maximale Wärmeströme (Auslegung) in kW
				–	=			
1.	AW Außenwand	277,1	0,90	x 1,00	=	249	71,8	8,5
2.	IW Innenwand	57,3	0,40	x 0,51	=	12	3,4	0,4
3.	IT Innentür	10,8	1,40	x 0,51	=	8	2,2	0,3
4.	FE Fenster	36,6	1,70	x 1,00	=	62	17,9	2,1
5.	OG Geschossdecke	154,0	0,83	x 0,51	=	66	18,9	2,2
6.	KD Kellerdecke	154,0	0,78	x 0,51	=	62	17,7	2,1
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	=			

Transmissionswärmeverlust  $H_T$

Summe **458**

**131,9**

**15,6** kW



## Lüftung

	$A_{EB}$	lichte Raumhöhe	$V_L$
	$m^2$	$m$	$m^3$
	Luftvolumen $V_L$	$262,2$	$\times 2,5 = 656$
Luftwechsel	$n_{Anl}$	$\eta_{WRG}$	$n_{aqui}$
	$1/h$	$\times (1 - )$	$1/h$
Lüftungsanlage			
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					
	$n_{aqui}$	$V_L$	$c_{p,Luft}$	$H_{V,LK}$	
	$1/h$	$m^3$	$Wh/(m^3 \cdot K)$	$W/K$	$W/K$
Lüftungswärmeverlust $H_V$	0,60	656	0,34		134

38,5

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 $Q_{T+V}$	458	134	0,90	$\times 83,6 = 44686$

170,4

20,1 kW

## Solare Warmegewinne

Solare Warmegewinne					Globalstrahlung			
					Heizperiode			
Fenster	Ausrichtung	Reduktions-	g-Wert	Fläche	(Heizgrenze 12 °C)			
		faktor	(senkr. Einstr.)	m²	kWh/(m²a)	kWh/a		
1. horizontal	H	0,359	x	x	x	527	=	
2. Ost	O	0,359	x	x	x	341	=	
3. Südost	SO	0,359	x	x	x	443	=	
4. Süd	S	0,359	x	16,2	x	488	=	1788
5. Südwest	SW	0,359	x	x	x	443	=	
6. West	W	0,359	x	x	x	341	=	
7. Nordwest	NW	0,359	x	x	x	252	=	
8. Nord	N	0,359	x	20,4	x	221	=	1022
9. Nordost	NO	0,359	x	x	x	252	=	
10. Ost 45°	O 45	0,359	x	x	x	475	=	
11. Südost 45°	SO 45	0,359	x	x	x	587	=	
12. Süd 45°	S 45	0,359	x	x	x	636	=	
13. Südwest 45°	SW 45	0,359	x	x	x	587	=	
14. West 45°	W 45	0,359	x	x	x	475	=	
15. Nordwest 45°	NW 45	0,359	x	x	x	366	=	
16. Nord 45°	N 45	0,359	x	x	x	321	=	
17. Nordost 45°	NO 45	0,359	x	x	x	366	=	
18.		0,359	x	x	x		=	
19.		0,359	x	x	x		=	
20.		0,359	x	x	x		=	

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	$\times 3,2$	$\times 254 = 5119$

19,5

## nutzbare Warmegewinne

Zeitkonstante	Parameter	$Q_S + Q_i$	Ausnutzungsgrad
$\tau = 20$ h	$a = 1,51$	$\gamma = \frac{Q_S + Q_i}{Q_V} = 0,18$	Gewinne $\eta_G = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} = 0,94$
			$kWh/a$
nutzbare Warmegewinne $Q_G$		$\eta_G \times (Q_S + Q_i) = 7446$	

28,4

## Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf $Q_h$	$Q_L - Q_G = 37240$	$kWh/a$
-----------------------	---------------------	---------

142,0





## Detailberechnung für zentr. Wärmeerzeuger

☒ Erzeuger bereitet auch Trinkwarmwasser

 Bauart: NT-Kessel Gas ohne Gebläse  
 Baujahr: 2000

effektive Wärmeabgabe des Erzeugers:

Kesselleistung	$\dot{Q}_K$	28,0	kW
Bereitschaftsverluste	$q_B$	0,006	(Toolbox S. 48)
Kesselwirkungsgrad	$\eta_K$	94%	(Toolbox S. 48)
Verschmutzungsfaktor	$f_S$	1,00	(Gas 1,0; Heizöl 0,98; feste Brennstoffe 0,97)
Betriebszeit	$t_{\text{Betrieb}}$	365	d/a

Nutzen Warmwasser (zentral) $q_{\text{tw}}$	17,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Nutzen Heizung (zentral) $q_{\text{h,eff}}$	142,6	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 $q_{\text{H+W,eff}}$	177,1	kWh/(m <sup>2</sup> a)

$$\text{Auslastung } a = \frac{q_{\text{H+W,eff}} \cdot A_{\text{EB}}}{\dot{Q}_K \cdot t_{\text{Betrieb}}} = 27,2\%$$

$$\text{Jahres-nutzungsgrad ohne nutzbare Gewinne (Standort außerhalb therm. Hülle)} \quad \eta_{a,OG} = \frac{\eta_K \cdot f_S}{(1/a - 1) \cdot q_B + 1} = 92,7\%$$

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

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

$$\text{effektiver Jahres-nutzungsgrad} \quad \eta_a = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{a,OG}} - \frac{q_{K,Nutz}}{q_{\text{H+W,eff}}}} = 92,7\%$$

$$\text{Aufwandszahl dieses Erzeugers} = 1,079$$

## Energieträgerfestlegung

 Primärenergie-Faktor (nicht-erneuerbare Energien)  $f_P$  (s. Tab.)  
 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (CO<sub>2</sub>-Äquivalent)  $f_{\text{CO}_2}$  (s. Tab.)

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

## Warmwasser

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

	zentral	dezentral	zentral	
$q_{\text{W,z}}$ 17,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)				
	NT-Kessel			
	100%			-
	1,08			-
	1,87	-	-	-
	34,4	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)

## Raumwärme

 Heizwärmebedarf  $q_h$  142,0  
 abzgl. zusätzl. Heizwärmegutschrift  $q_{h,eff} = q_h - \Delta q_{H/W} = 142,6$   
 Bauart Wärmeerzeuger (Projekt)  
 Anteil Deckung Wärmebedarf Raumheizung  $\alpha_{\text{H}}$  (Proj./Tab. 2-8)  
 Aufwandszahl Wärmeerzeuger  $e_{\text{H,E}} = 1/\eta_{a,H}$  (Tab. 2-2 - 2-7)  
 Aufwandszahl Wärmeverteilung/-speicherung  $e_{\text{H,V+S}} = (q_{h,z} + q_{H,V}) / q_{h,z}$   
 Endenergie-Bedarf Raumwärme  $q_{\text{E,H}} = \alpha_{\text{H}} \times q_h \times e_{\text{H,V+S}} \times e_{\text{H,E}}$ 

	zentral	dezentral	dezentral	
$q_{\text{H,z}}$ 142,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)				
	NT-Kessel			
	100%			-
	1,08			-
	1,02	-	-	-
	156,7	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)

## Endenergie

 Endenergie-Bedarf Elektro-Hilfsgeräte  $q_{\text{E,EH}}$  2,6  
 Endenergie-Bedarf Heizung + Warmwasser  $q_{\text{E}} = q_{\text{E,H}} + q_{\text{E,W}}$ 

	2,6			
	191,1	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)

CO<sub>2</sub> - Äquivalent / Primärenergie
 Emissionen CO<sub>2</sub>-Äquivalent  $m_p = e \cdot x_{\text{CO}_2}$   
 Primärenergie-Bedarf (nicht-erneuerbare Energien)  $q_p = q_E \cdot f_P$ 

	1,7	47,6	0,0	0,0	kg/(m <sup>2</sup> a)	$\Sigma m_p$ 49,3 kg/(m <sup>2</sup> a)
	7,8	217,8	0,0	0,0	kWh/(m <sup>2</sup> a)	$\Sigma q_p$ 225,6 kg/(m <sup>2</sup> a)

## Energieeffizienz

 Aufwandszahl  $e_p = q_{\text{P,Ges}} / (q_{\text{tw}} + q_{\text{h,eff}})$   
 Nutzungsgrad  $\eta_p = (q_{\text{tw}} + q_{\text{h,eff}}) / q_{\text{P,Ges}}$ 

Primärenergie

1,41
0,71

Endenergie

1,20
0,83