

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 29.04.2009

Gültig bis: 01.03.2027

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus	Gebäudefoto (freiwillig)	
Adresse	Rutesheimer Str. 17, 70499 Stuttgart		
Gebäudeteil	Wohntrakt		
Baujahr Gebäude	1968		
Baujahr Anlagentechnik <sup>1)</sup>	1987		
Anzahl Wohnungen	3		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	328 m <sup>2</sup>		
Erneuerbare Energien			
Lüftung			
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input checked="" type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller  
Roland Schäffer

Lagerstr. 54  
90768 Fürth

01.03.2017  
Datum

.....  
Unterschrift des Ausstellers

<sup>1)</sup> Mehrfachangaben möglich

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 29.04.2009

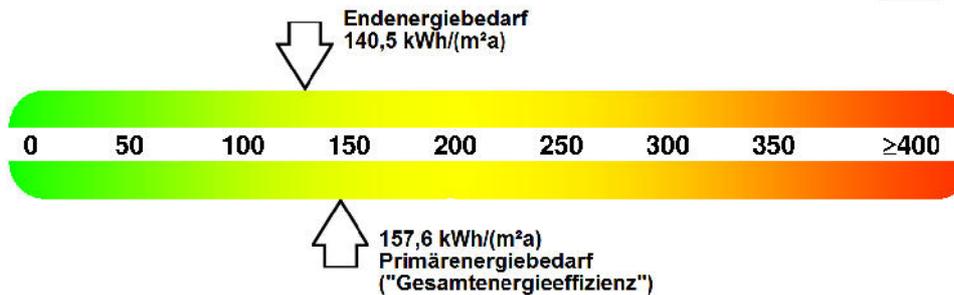
## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Adresse, Gebäudeteil  
Rutesheimer Str. 17, 70499 Stuttgart  
Wohntrakt

2

## Energiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>1)</sup> 38,0 kg/(m<sup>2</sup>·a)



### Anforderungen gemäß EnEV <sup>2)</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert  kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert  kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>t</sub>

Ist-Wert  W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert  W/(m<sup>2</sup>·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☒ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Verfahren nach DIN V 18599

☐ Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

## Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>1)</sup>	
Heizöl EL	99,3	39,2	0,0	138,5
Strom-Mix	0,0	0,0	2,0	2,0

## Ersatzmaßnahmen <sup>3)</sup>

### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

Die um 15 % verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um  % verschärft.

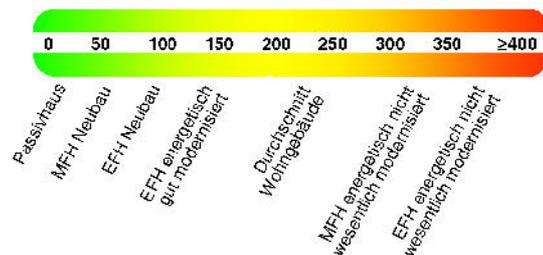
#### Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert:  kWh/(m<sup>2</sup>·a).

#### Transmissionswärmeverlust H<sub>t</sub>

Verschärfter Anforderungswert:  W/(m<sup>2</sup>·K).

## Vergleichswerte Endenergiebedarf



## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

<sup>1)</sup> freiwillige Angabe

<sup>2)</sup> bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

<sup>3)</sup> nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz

<sup>4)</sup> ggT, einschließlich Kühlung

<sup>5)</sup> EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 29.04.2009

## Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Adresse, Gebäudetitel  
Rutesheimer Str. 17, 70499 Stuttgart  
Wohntrakt

3

## Energieverbrauchskennwert



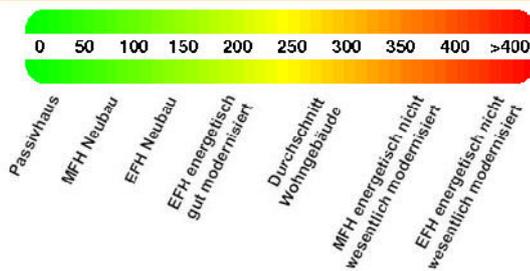
Energieverbrauch für Warmwasser:  enthalten  nicht enthalten

Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

## Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Zeitraum		Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) (zeitlich bereinigt, klimateilbereinigt)			
	von	bis				Heizung	Warmwasser	Kennwert	
Durchschnitt									

## Vergleichswerte Endenergiebedarf



Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauchskennwert verglichen werden, der keinen Warmwasseranteil enthält, ist zu beachten, dass auf die Warmwasserbereitung je nach Gebäudegröße 20 – 40 kWh/(m<sup>2</sup>·a) entfallen können.

Soll ein Energieverbrauchskennwert eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 – 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

## Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

<sup>1)</sup> EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 29.04.2009

## Erläuterungen

4

### Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

### Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV  $H_T$ ). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt die EnEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

### Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

### Energieverbrauchskennwert – Seite 3

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nutzeinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

### Gemischt genutzte Gebäude

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind - je nach Fallgestaltung - entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).

## Modernisierungsempfehlungen zum Energieausweis

gemäß § 20 Energieeinsparverordnung

### Gebäude

Adresse Rutesheimer Str. 17  
70499 Stuttgart

Hauptnutzung /  
Gebäudekategorie Mehrfamilienhaus

### Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

sind möglich  sind nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung

weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt

**Hinweis:** Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information.  
Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

### Beispielhafter Variantenvergleich (Angaben freiwillig)

	Ist-Zustand	Modernisierungsvariante 1	Modernisierungsvariante 2
Modernisierung gemäß Nummern:	<del> </del>		
Primärenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]			
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	<del> </del>		
Endenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]			
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	<del> </del>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/(m <sup>2</sup> ·a)]			
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	<del> </del>		

Aussteller  
Roland Schäffer

Lagerstr. 54  
90768 Fürth

01.03.2017

Datum

Unterschrift des Ausstellers



## Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes

gemäß der ab 1. Oktober 2009 gültigen  
Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

Berechnung für Wohngebäude nach  
DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Gebäude: Mehrfamilienhaus  
Rutesheimer Str. 17  
70499 Stuttgart  
Wohntrakt

Bauherr: Herr Marc Kimmich  
Gustavstr. 24  
90762 Fürth

Ersteller:

Projekt: A1701  
Datum: 03.03.2017

## Inhaltsverzeichnis

Energieausweis	1
Inhaltsverzeichnis	8
Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes	9
Übersicht über die Bauteilaufbauten	10
Übersicht der opaken Bauteile	12
Bauphysikalische Berechnungen opaker Bauteile	15
Übersicht der transparenten Bauteile	18
Übersicht der Grundlagen der Zonen	20
Berechnung der einzelnen Zonen	22
Berechnung des Heizwärmebedarfes	27
Übersicht der Anlagentechnik	29
Berechnung der Anlagentechnik	31
Anlagenbewertung nach DIN 4701-10	33
Grafik des Energiefluss für Heizung	37
Berechnung des Referenzgebäudes	38
Anlagenbewertung Referenzgebäude	41

## Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes

**Die Berechnungen des Wohngebäudes nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 werden unter der Annahme folgender Randbedingungen geführt:**

- Berechnung mit Monatsbilanzverfahren und EnEV-Randbedingungen für den Energieausweis EnEV 2009
- die Dauer der Heizperiode in der Berechnung der Anlage nach DIN V 4701-10 wird mit 185 Tagen angesetzt
- solare Gewinne von opaken Bauteilen (auch transparente Wärmedämmungen) werden nicht berücksichtigt
- Berechnung des Luftvolumens  $V$  mit der Näherung  $V = 0,76 \cdot V_e$
- Berechnung der Gebäudenutzfläche  $A_N$  mit der Näherung nach EnEV 2009
- Wärmekapazität  $C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^3\text{K}$  (schweres Gebäude)

**Die Temperaturkorrekturfaktoren von Bauteilen gegen das Erdreich werden unter folgenden Randbedingungen ermittelt:**

- Bodenplatte ohne Randdämmung
- Kellerdecken und Kellerwände zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung
- Grundwassereinfluss wird nicht berücksichtigt
- Wärmebrücken werden über einen Zuschlag  $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  berücksichtigt

**Für den Energieausweis im Bestand gelten folgende Bedingungen:**

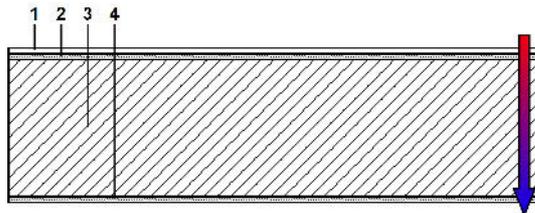
- das Gebäude ist ein reines Wohngebäude
- das Gebäude ist normal beheizt ( $\geq 19^\circ\text{C}$ )
- das Gebäude hat normale interne Wärmegewinne ( $5 \text{ W/m}^2$ )
- die Gebäudedichtheit wurde nicht nachgewiesen
- es wird der Standardluftwechsel nach EnEV angesetzt
- für die solaren Gewinne der Fenster wird im Bestand immer ein Rahmenanteil von 40% angesetzt

**Folgende Vereinfachungen bei der Datenerfassung wurden berücksichtigt:**

## Übersicht über die Bauteilaufbauten

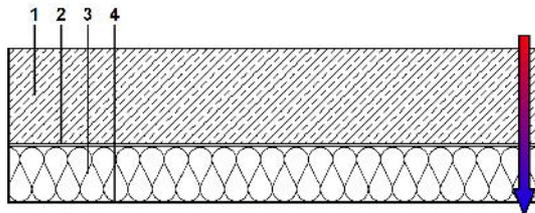
### Bauteil: Innenwand (U = 0,55 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
0	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,544$
1	1,00	Kalkgipsmörtel
2	24,00	Naturbims
3	1,00	Kalkzementmörtel



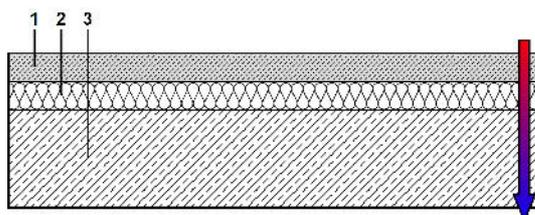
### Bauteil: Dach (U = 0,34 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	17,00	Beton 2400
2	0,50	Bitumendachbahn DIN EN 13707 (V 13)
3	10,00	Polystyrol-Hartschaum 040
4	0,05	Bitumendachbahn nach DIN 52128



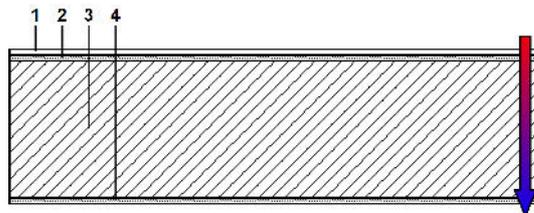
### Bauteil: Kellerdecke (U = 0,58 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	5,00	Zementestrich
2	5,00	Polystyrol-Hartschaum 040
3	17,00	Beton 2400



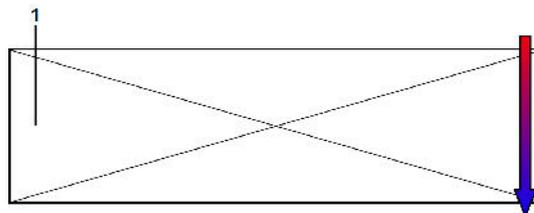
**Bauteil: Außenwand** ( $U = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
0	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,544$
1	1,00	Kalkgipsmörtel
2	24,00	Naturbims
3	1,00	Kalkzementmörtel



**Bauteil: Tür** ( $U = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	5,00	Fichte



## Übersicht der opaken Bauteile

### Bauteil: Tür

Bauteilaufbau: Tür

U-Wert	1,55 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	6,94 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	6,94 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	-	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Halle/TH

Flächen-Berechnung:

Tür	2*1*3*1	6,00 m <sup>2</sup>
-----	---------	---------------------

### Bauteil: Kellerdecke

Bauteilaufbau: Kellerdecke

U-Wert	0,58 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	27,99 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	66,67 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,17 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,17 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	-	Neigung	0,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Unbeheizt (extern)

Flächen-Berechnung:

Dach	8*12*1*1	96,00 m <sup>2</sup>
------	----------	----------------------

### Bauteil: Dach

Bauteilaufbau: Dach

U-Wert	0,34 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	66,67 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	0,58 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	-	Neigung	0,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Dach	8*12*1*1	96,00 m <sup>2</sup>
------	----------	----------------------

### Bauteil: Innenwandwand west

Bauteilaufbau: Innenwand

U-Wert	0,55 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	0,00 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	24,25 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Unbeheizt (extern)

Flächen-Berechnung:

Wand	12*3,5*1*1	42,00 m <sup>2</sup>
oben	6*5,5*1*1	33,00 m <sup>2</sup>
Tür	(Siehe opake Bauteile)	-6,00 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		69,00 m <sup>2</sup>

### Bauteil: Außenwand west oben

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,58 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	0,00 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	24,25 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Wand	6*5,5*1*1	33,00 m <sup>2</sup>
Fenster west	(Siehe transparente Bauteile)	-12,26 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		20,74 m <sup>2</sup>

### Bauteil: Außenwand ost

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,58 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	0,00 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	24,25 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Wand	12*9*1*1	108,00 m <sup>2</sup>
Fenster ost	(Siehe transparente Bauteile)	-28,00 m <sup>2</sup>
Tür ost	(Siehe transparente Bauteile)	-3,30 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		76,70 m <sup>2</sup>

### Bauteil: Außenwand nord

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,58 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	0,00 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	24,25 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Wand	8*9*1*1	72,00 m <sup>2</sup>
Fenster nord	(Siehe transparente Bauteile)	-2,05 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		69,95 m <sup>2</sup>

**Bauteil: Außenwand süd**

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,58 W/m <sup>2</sup> K	Verschattungsfaktor	0,90
C <sub>i</sub>	0,00 Wh/m <sup>2</sup> K	C <sub>a</sub>	24,25 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R <sub>si</sub>	0,13 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>se</sub>	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Wand	8*9*1*1	72,00 m <sup>2</sup>
Fenster Süd	(Siehe transparente Bauteile)	-18,40 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		53,60 m <sup>2</sup>

## Bauphysikalische Berechnungen der Bauteile

### Bauteilaufbau: Innenwand

#### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,544$	1,00	0,018	0,544				
Kalkgipsmörtel	1,00	0,700	0,014				
Naturbims	24,0	0,240	1,000				
Kalkzementmörtel	1,00	1,000	0,010				
Wärmeübergang außen			0,130				
			$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$				1,829

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 beträgt min  $R = 0,07 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 1,57 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 24,25 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabsenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 9,28 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

### Bauteilaufbau: Dach

#### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Beton 2400	17,0	2,000	0,085				
Bitumendachbahn DIN EN 13707 (V 13)	0,50	0,035	0,143				
Polystyrol-Hartschaum 040	10,0	0,040	2,500				
Bitumendachbahn nach DIN 52128	0,05	0,170	0,003				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$				2,901

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 beträgt min  $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 2,73 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 66,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 0,58 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabsenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 20,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 0,29 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

### Bauteilaufbau: Kellerdecke

#### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,170				
Zementestrich	5,0	1,400	0,036				
Polystyrol-Hartschaum 040	5,0	0,040	1,250				
Beton 2400	17,0	2,000	0,085				
Wärmeübergang außen			0,170				
			$R_T = \sum(d_i/\lambda_i) =$				1,711

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 beträgt min R = 0,90 m<sup>2</sup>K/W.  
Diese Anforderung ist mit vorh. R = 1,37 m<sup>2</sup>K/W erfüllt.

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 27,99 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 66,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 16,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 20,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

### Bauteilaufbau: Außenwand

#### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,544$	1,00	0,018	0,544				
Kalkgipsmörtel	1,00	0,700	0,014				
Naturbims	24,0	0,240	1,000				
Kalkzementmörtel	1,00	1,000	0,010				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \sum(d_i/\lambda_i) =$				1,739

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 beträgt min R = 1,20 m<sup>2</sup>K/W.  
Diese Anforderung ist mit vorh. R = 1,57 m<sup>2</sup>K/W erfüllt.

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wir},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wir},e} = 24,25 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

**Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabenkung (3-cm-Regel)**

$C_{\text{wir},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wir},e} = 9,28 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

**Bauteilaufbau: Tür**

**Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U**

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Fichte	5,0	0,130	0,385				
Wärmeübergang außen			0,130				
		$R_T = \sum(d_i/\lambda_i) =$	0,645				

**$U = 1/\Sigma R_i = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 beträgt min  $R = 0,07 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
 Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 0,38 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

**Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)**

$C_{\text{wir},i} = 6,94 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wir},e} = 6,94 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

**Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabenkung (3-cm-Regel)**

$C_{\text{wir},i} = 4,17 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wir},e} = 4,17 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

## Übersicht der transparenten Bauteile

### Fenster: Fenster west

Fensteraufbau: Fenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
$U_g$	keine Angabe	$U_w$	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Energiedurchlassgrad $g_f$	0,80	Sonnenschutz $F_c$	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor $F_v$	0,90		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

klein	1,5*1,9*2*1	2,70 m <sup>2</sup>
groß	1,5*2,6*2*1	7,80 m <sup>2</sup>
tür	2,2*1,8*1*1	1,76 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		12,26 m <sup>2</sup>

### Fenster: Fenster nord

Fensteraufbau: Fenster

Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
$U_g$	keine Angabe	$U_w$	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Energiedurchlassgrad $g_f$	0,80	Sonnenschutz $F_c$	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor $F_v$	0,90		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

groß	1,25*1,25*1*1	1,56 m <sup>2</sup>
klein	,7*1,7*1*1	0,49 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		2,05 m <sup>2</sup>

### Fenster: Fenster Süd

Fensteraufbau: Fenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
$U_g$	keine Angabe	$U_w$	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Energiedurchlassgrad $g_f$	0,80	Sonnenschutz $F_c$	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor $F_v$	0,90		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fenster	2*1,4*4*1	11,20 m <sup>2</sup>
fenster	1*1,4*2*1	2,80 m <sup>2</sup>
tür	1*2,2*2*1	4,40 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		18,40 m <sup>2</sup>

### Fenster: Fenster ost

Fensteraufbau: Fenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
$U_g$	keine Angabe	$U_w$	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Energiedurchlassgrad $g_f$	0,80	Sonnenschutz $F_c$	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor $F_v$	0,90		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

eg	2*1,4*4*1	11,20 m <sup>2</sup>
1.og	2*1,4*3*1	8,40 m <sup>2</sup>
2.og	2*1,4*3*1	8,40 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche		28,00 m <sup>2</sup>

### Fenster: Tür ost

Fensteraufbau: Tür

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
$U_g$	keine Angabe	$U_w$	1,80 W/(m <sup>2</sup> K)
Energiedurchlassgrad $g_f$	0,00	Sonnenschutz $F_c$	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor $F_v$	0,90		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

tür	1,5*2,2*1*1	3,30 m <sup>2</sup>
-----	-------------	---------------------

## Übersicht der Grundlagen der Zonen

### Zone: Wohnbereich

#### Allgemeine Grundlagen

beheiztes Volumen $V_e$	864,0 m <sup>3</sup>
Luftvolumen $V$	656,6 m <sup>3</sup> (näherungsweise 0,76 * $V_e$ )
Nutzfläche $A_N$	276,5 m <sup>2</sup> (näherungsweise 0,32 * $V_e$ )

Berechnung beheiztes Volumen  $V_e$ :

Haus	8*12*9*1	864,0 m <sup>3</sup>
------	----------	----------------------

#### Monatliche Grundlagen

Monat	$\vartheta_i$ [°C]	$n_L$ [1/h]	$\Phi_{i,M}$ [W]
Januar	19,0	0,70	1382,4
Februar	19,0	0,70	1382,4
März	19,0	0,70	1382,4
April	19,0	0,70	1382,4
Mai	19,0	0,70	1382,4
Juni	19,0	0,70	1382,4
Juli	19,0	0,70	1382,4
August	19,0	0,70	1382,4
September	19,0	0,70	1382,4
Oktober	19,0	0,70	1382,4
November	19,0	0,70	1382,4
Dezember	19,0	0,70	1382,4

Bei der Berechnung der Wärmeverluste wird eine Nachtabschaltung der Heizung berücksichtigt:

Dauer der Nachtabschaltung $t_u$	7 h
spezifischer Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft $H_{ic}$	8507,1 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile $H_w$	84,9 W/K
Auslegungsheizleistung $\Phi_{pp}$	23925 W

### Zone: Halle/TH

#### Allgemeine Grundlagen

beheiztes Volumen $V_e$	162,0 m <sup>3</sup>
Luftvolumen $V$	123,1 m <sup>3</sup> (näherungsweise 0,76 * $V_e$ )
Nutzfläche $A_N$	51,8 m <sup>2</sup> (näherungsweise 0,32 * $V_e$ )

Berechnung beheiztes Volumen  $V_e$ :

ZH	9*6*3*1	162,0 m <sup>3</sup>
----	---------	----------------------

**Monatliche Grundlagen**

Monat	$\vartheta_i$ [°C]	$n_L$ [1/h]	$\Phi_{i,M}$ [W]
Januar	19,0	0,70	259,2
Februar	19,0	0,70	259,2
März	19,0	0,70	259,2
April	19,0	0,70	259,2
Mai	19,0	0,70	259,2
Juni	19,0	0,70	259,2
Juli	19,0	0,70	259,2
August	19,0	0,70	259,2
September	19,0	0,70	259,2
Oktober	19,0	0,70	259,2
November	19,0	0,70	259,2
Dezember	19,0	0,70	259,2

Bei der Berechnung der Wärmeverluste wird eine Nachtabschaltung der Heizung berücksichtigt:

Dauer der Nachtabschaltung $t_u$	7 h
spezifischer Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft $H_{ic}$	1595,1 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile $H_w$	0,0 W/K
Auslegungsheizleistung $\Phi_{pp}$	1363 W

## Berechnungen der einzelnen Zonen

### Zone: Wohnbereich

Netto-Grundfläche $A_N$	276,5 m <sup>2</sup>
Brutto-Volumen $V_e$	864,0 m <sup>3</sup>
Netto-Volumen $V$	656,6 m <sup>3</sup>
wirksame Wärmekapazität $C_{\text{wirk}}$	43200 Wh/K (Standardwert schweres Gebäude: 50 Wh/m <sup>3</sup> K)

### Spezifische Wärmeverluste

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Faktor [-]	$H_{T, FH}$ [W/K]	$H_T$ [W/K]
Außenwand nord	Außenluft	69,95	0,580	1,00	0,00	40,57
Außenwand ost	Außenluft	76,70	0,580	1,00	0,00	44,49
Außenwand süd	Außenluft	53,60	0,580	1,00	0,00	31,09
Außenwand west oben	Außenluft	20,74	0,580	1,00	0,00	12,03
Dach	Außenluft	96,00	0,340	1,00	0,00	32,64
Innenwandwand west	Unbeheizt (extern)	69,00	0,550	0,50	0,00	18,98
Kellerdecke	Unbeheizt (extern)	96,00	0,580	0,70	0,00	38,98
Tür	Halle/TH	6,00	1,550	1,00	0,00	9,30
Fenster west	Außenluft	12,26	1,300	1,00	0,00	15,94
Fenster nord	Außenluft	2,05	1,300	1,00	0,00	2,67
Fenster Süd	Außenluft	18,40	1,300	1,00	0,00	23,92
Fenster ost	Außenluft	28,00	1,300	1,00	0,00	36,40
Tür ost	Außenluft	3,30	1,800	1,00	0,00	5,94
<b>Gesamt</b>		<b>552,00</b>			<b>0,00</b>	<b>312,93</b>

Wärmebrücke	zu Zone	Länge [m]	WBV-Faktor [W/mK]	$H_T$ [W/K]
Zuschlag gem. EnEV Abs. 2.5 a)	Außenluft			54,60

### Solare Wärmegewinne (Fenster)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orient.	$g_f$ [-]	Faktor [-]	$\Sigma Q_{S, M}$ [kWh]
Fenster west	Außenluft	12,26	W	0,80	0,486	3403,6
Fenster nord	Außenluft	2,05	N	0,80	0,486	347,0
Fenster Süd	Außenluft	18,40	S	0,80	0,486	5817,7
Fenster ost	Außenluft	28,00	O	0,80	0,486	7773,4
Tür ost	Außenluft	3,30	O	0,00	0,486	0,0
<b>Gesamt</b>		<b>64,01</b>				<b>17341,7</b>

### Solare Wärmegewinne (opake Bauteile und TWD)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orient.	$g_{eq}$ [-]	$\phi_E$ [W]	$\Sigma Q_{S, M}$ [kWh]
Keine Wärmegewinne						

### Monatliche Gesamtwärmeverluste

Monat	Stunden [h]	$\theta_{e,M}$ [°C]	$\Delta\theta_M$ [K]	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\Delta Q_{H,M}$ [kWh]	$Q_{S,op,M}$ [kWh]	$Q_{I,M,Z}$ [kWh]	$Q_{I,M}$ [kWh]
Januar	744	-1,3	20,3	5410	2360	-414	0	0	7357
Februar	672	0,6	18,4	4429	1932	-325	0	0	6037
März	744	4,1	14,9	3971	1732	-275	0	0	5429
April	720	9,5	9,5	2450	1069	-165	0	0	3355
Mai	744	12,9	6,1	1626	709	-109	0	0	2226
Juni	720	15,7	3,3	851	371	-57	0	0	1165
Juli	744	18,0	1,0	267	116	-18	0	0	365
August	744	18,3	0,7	187	81	-13	0	0	255
September	720	14,4	4,6	1186	518	-80	0	0	1624
Oktober	744	9,1	9,9	2639	1151	-177	0	0	3613
November	720	4,7	14,3	3688	1609	-253	0	0	5044
Dezember	744	1,3	17,7	4717	2058	-342	0	0	6434

### Monatliche Gesamtwärmegewinne

Monat	$Q_{S,tr,M}$ [kWh]	$Q_{S,TWD,M}$ [kWh]	$Q_{Ss,M}$ [kWh]	$Q_{S,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$Q_{g,M,Z}$ [kWh]	$Q_{g,M}$ [kWh]
Januar	597,5	0,0	0,0	598	1029	0	1626
Februar	694,8	0,0	0,0	695	929	0	1624
März	1063,2	0,0	0,0	1063	1029	0	2092
April	2151,2	0,0	0,0	2151	995	0	3147
Mai	2207,1	0,0	0,0	2207	1029	0	3236
Juni	2417,0	0,0	0,0	2417	995	0	3412
Juli	2594,7	0,0	0,0	2595	1029	0	3623
August	1977,0	0,0	0,0	1977	1029	0	3005
September	1634,2	0,0	0,0	1634	995	0	2630
Oktober	1044,7	0,0	0,0	1045	1029	0	2073
November	604,1	0,0	0,0	604	995	0	1599
Dezember	356,3	0,0	0,0	356	1029	0	1385

### Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{ed}$ [°C]	$t_{HP}$ [d]	$t_M$ [d]	$t_{HP/tM}$ [-]	$\tau_M$ [h]	$\eta_M$ [-]
Januar	-1,3	15,3	31	31	1,00	84,0	1,00
Februar	0,6	15,0	28	28	1,00	84,0	1,00
März	4,1	14,3	31	31	1,00	84,0	1,00
April	9,5	11,7	24	30	0,80	84,0	0,89
Mai	12,9	11,7	0	31	0,00	84,0	0,67
Juni	15,7	11,1	0	30	0,00	84,0	0,34
Juli	18,0	10,8	0	31	0,00	84,0	0,10
August	18,3	12,2	0	31	0,00	84,0	0,08
September	14,4	12,9	5	30	0,17	84,0	0,61
Oktober	9,1	14,3	31	31	1,00	84,0	0,99
November	4,7	15,3	30	30	1,00	84,0	1,00
Dezember	1,3	15,9	31	31	1,00	84,0	1,00
<b>Gesamt</b>			<b>211</b>				

### Monatliche Wärmebilanz

Monat	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{s,M}$ [kWh]	$Q_{l,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{g,M}$ [kWh]	$Q_{H,M}$ [kWh]
Januar	5410	2360	1028	597	7357	1626	5731
Februar	4429	1932	929	695	6037	1623	4413
März	3971	1732	1027	1062	5429	2088	3340
April	2450	1069	884	1910	3355	2794	560
Mai	1626	709	685	1469	2226	2154	72
Juni	851	371	340	825	1165	1164	1
Juli	267	116	104	261	365	365	0
August	187	81	87	168	255	255	0
September	1186	518	603	990	1624	1593	32
Oktober	2639	1151	1015	1031	3613	2045	1567
November	3688	1609	995	604	5044	1599	3445
Dezember	4717	2058	1028	356	6434	1385	5049
<b>Gesamt</b>	<b>31422</b>	<b>13708</b>	<b>8724</b>	<b>9968</b>	<b>42903</b>	<b>18692</b>	<b>24211</b>

### Zone: Halle/TH

Netto-Grundfläche $A_N$	51,8 m <sup>2</sup>
Brutto-Volumen $V_e$	162,0 m <sup>3</sup>
Netto-Volumen $V$	123,1 m <sup>3</sup>
wirksame Wärmekapazität $C_{\text{wirk}}$	8100 Wh/K (Standardwert schweres Gebäude: 50 Wh/m <sup>3</sup> K)

### Spezifische Wärmeverluste

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Faktor [-]	$H_{T,FH}$ [W/K]	$H_T$ [W/K]
<b>Gesamt</b>		<b>0,00</b>			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Wärmebrücke	zu Zone	Länge [m]	WBV-Faktor [W/mK]	$H_T$ [W/K]
Zuschlag gem. EnEV Abs. 2.5 a)	Außenluft			0,00

### Solare Wärmegewinne (Fenster)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orient.	$g_f$ [-]	Faktor [-]	$\Sigma Q_{S,M}$ [kWh]
Keine Wärmegewinne						

### Solare Wärmegewinne (opake Bauteile und TWD)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orient.	$g_{\text{eq}}$ [-]	$\phi_E$ [W]	$\Sigma Q_{S,M}$ [kWh]
Keine Wärmegewinne						

### Monatliche Gesamtwärmeverluste

Monat	Stunden [h]	$\theta_{e,M}$ [°C]	$\Delta\theta_M$ [K]	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\Delta Q_{H,M}$ [kWh]	$Q_{S,op,M}$ [kWh]	$Q_{I,M,Z}$ [kWh]	$Q_{I,M}$ [kWh]
Januar	744	-1,3	20,3	0	443	-8	0	0	435
Februar	672	0,6	18,4	0	362	-6	0	0	356
März	744	4,1	14,9	0	325	-5	0	0	320
April	720	9,5	9,5	0	200	-3	0	0	197
Mai	744	12,9	6,1	0	133	-2	0	0	131
Juni	720	15,7	3,3	0	70	-1	0	0	69
Juli	744	18,0	1,0	0	22	0	0	0	21
August	744	18,3	0,7	0	15	0	0	0	15
September	720	14,4	4,6	0	97	-1	0	0	96
Oktober	744	9,1	9,9	0	216	-3	0	0	213
November	720	4,7	14,3	0	302	-5	0	0	297
Dezember	744	1,3	17,7	0	386	-6	0	0	379

### Monatliche Gesamtwärmegewinne

Monat	$Q_{S,tr,M}$ [kWh]	$Q_{S,TWD,M}$ [kWh]	$Q_{Ss,M}$ [kWh]	$Q_{S,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$Q_{g,M,Z}$ [kWh]	$Q_{g,M}$ [kWh]
Januar	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
Februar	0,0	0,0	0,0	0	174	0	174
März	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
April	0,0	0,0	0,0	0	187	0	187
Mai	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
Juni	0,0	0,0	0,0	0	187	0	187
Juli	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
August	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
September	0,0	0,0	0,0	0	187	0	187
Oktober	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193
November	0,0	0,0	0,0	0	187	0	187
Dezember	0,0	0,0	0,0	0	193	0	193

### Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{ed}$ [°C]	$t_{HP}$ [d]	$t_M$ [d]	$t_{HP/tM}$ [-]	$\tau_M$ [h]	$\eta_M$ [-]
Januar	-1,3	10,6	31	31	1,00	276,4	1,00
Februar	0,6	10,6	28	28	1,00	276,4	1,00
März	4,1	10,6	31	31	1,00	276,4	1,00
April	9,5	10,6	21	30	0,70	276,4	0,97
Mai	12,9	10,6	0	31	0,00	276,4	0,68
Juni	15,7	10,6	0	30	0,00	276,4	0,37
Juli	18,0	10,6	0	31	0,00	276,4	0,11
August	18,3	10,6	0	31	0,00	276,4	0,08
September	14,4	10,6	0	30	0,00	276,4	0,51
Oktober	9,1	10,6	18	31	0,58	276,4	0,98
November	4,7	10,6	30	30	1,00	276,4	1,00
Dezember	1,3	10,6	31	31	1,00	276,4	1,00
<b>Gesamt</b>			<b>190</b>				

**Monatliche Wärmebilanz**

Monat	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{s,M}$ [kWh]	$Q_{l,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{g,M}$ [kWh]	$Q_{H,M}$ [kWh]
Januar	0	443	193	0	435	193	242
Februar	0	362	174	0	356	174	182
März	0	325	193	0	320	193	127
April	0	200	181	0	197	181	16
Mai	0	133	131	0	131	131	0
Juni	0	70	69	0	69	69	0
Juli	0	22	21	0	21	21	0
August	0	15	15	0	15	15	0
September	0	97	96	0	96	96	0
Oktober	0	216	189	0	213	189	23
November	0	302	187	0	297	187	110
Dezember	0	386	193	0	379	193	187
<b>Gesamt</b>	<b>0</b>	<b>2570</b>	<b>1641</b>	<b>0</b>	<b>2529</b>	<b>1641</b>	<b>887</b>

## Berechnung des Nutzwärmebedarfes Heizung

### Heizwärmebedarf der beheizten Zonen

Zone	$\Sigma Q_{H,M}$ [kWh/a]
Wohnbereich	24211
Halle/TH	887

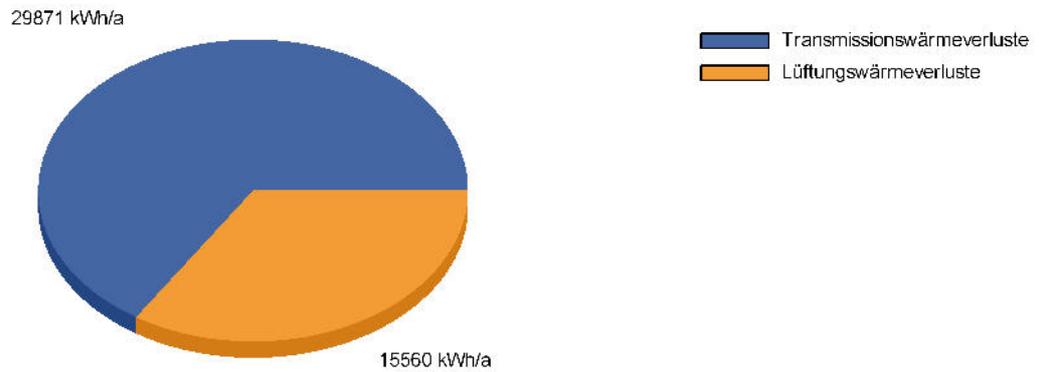
### Monatlicher Heizwärmebedarf

Monat	Stunden [h]	$\vartheta_a$ [°C]	$Q_{H,M}$ [kWh/a]
Januar	744	-1,3	5973
Februar	672	0,6	4595
März	744	4,1	3467
April	720	9,5	577
Mai	744	12,9	72
Juni	720	15,7	1
Juli	744	18,0	0
August	744	18,3	0
September	720	14,4	32
Oktober	744	9,1	1591
November	720	4,7	3556
Dezember	744	1,3	5236

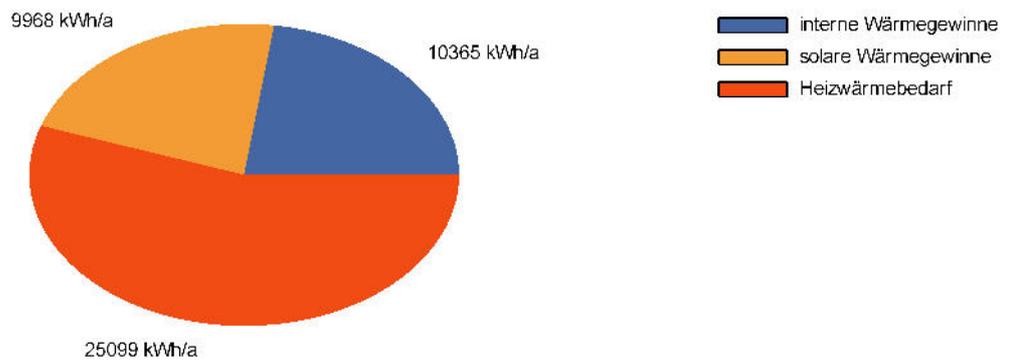
### Gesamter Heizwärmebedarf

Jährlicher Heizwärmebedarf des Gebäudes $Q_h$	25099	kWh/a
Heizwärmebedarf für Warmwasser-Bereitung $Q_{tw}$	4104	kWh/a
<b>Jährlicher Gesamtwärmebedarf <math>Q_{ges}</math></b>	<b>29203</b>	<b>kWh/a</b>

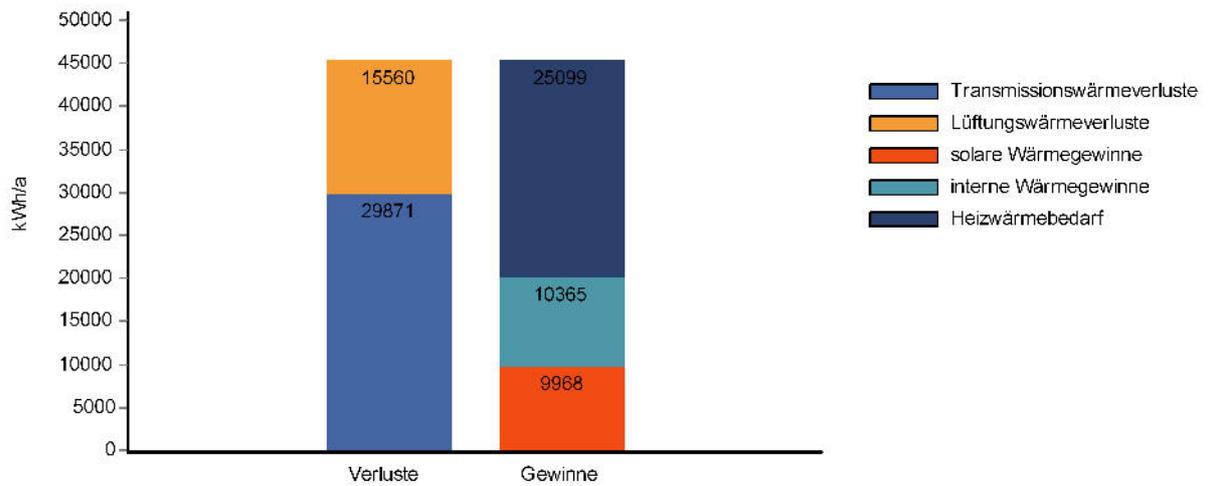
### Aufteilung der Verluste



### Aufteilung der Gewinne



### Wärmebilanz des Gebäudes



## Übersicht der Anlagentechnik DIN V 4701-10/12

Alle mit (\*) gekennzeichneten Werte wurden gemäß DIN V 4701-10:2003-08 Abs. 5 i.V.m. Randbedingungen des Tabellenverfahrens nach Anlage C bestimmt.

Bei Bestandsanlagen wurden die Angaben und Randbedingungen der DIN V 4701-12:2004-02 und der PAS 1027:2004-02 zusätzlich berücksichtigt.

### Aufteilung in Bereiche

#### Bereich: Gesamtbereich

Anteil an der Gebäudefläche:	100,0 %
Multiplikator:	1
flächenbezogener Wärmebedarf für TW-Bereitung:	12,5 kWh/m <sup>2</sup>

### Trinkwasser-Bereitung

#### Strang: TW-Strang

zugehöriger Bereich:	Gesamtbereich
Anteil an der Bereichsfläche:	100,0 %

#### Verteilung: Zentrales Trinkwasserrohrnetz Bestand

zugehöriger Strang:	TW-Strang
- Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung ohne Zirkulation im Bestand	
- horizontale Verteilung in der thermischen Hülle	
Baujahr:	1987
Länge der Verteiler-Leitungen $L_V$ :	16,3 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_V$ :	0,40 W/mK *
Länge der Strang-Leitungen $L_S$ :	12,3 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_S$ :	1,40 W/mK *
Länge der Stich-Leitungen $L_{SL}$ :	24,6 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_{SL}$ :	1,40 W/mK *
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe $P_{Pumpe}$ :	47 W *
Wärmeverlustfaktor für Strang-Leitungen $f_{a,S}$ :	0,15 *
Wärmeverlustfaktor für Stich-Leitungen $f_{a,SL}$ :	0,15 *

#### Speicherung: Indirekt beheizter TW-Speicher Bestand

zugehöriger Strang:	TW-Strang
Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher im Bestand	
Speichervolumen:	0 l
Ort: innerhalb der thermischen Hülle	
Baujahr:	1987
Bereitschaftswärmeverlust des Speichers $q_{B,S}$ :	2,41 kWh/d *
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$ :	285 l *
Pumpenleistung $P_{Pumpe}$ :	59 W *
Laufzeit der Pumpe $t_p$ :	273,1 h/a *

#### Erzeugung: Niedertemperatur-Heizkessel Bestand

zugehöriger Strang:	TW-Strang
Niedertemperatur-Kessel im Bestand	
- Gebläsekessel	
Energieträger:	Heizöl EL
Baujahr:	1987
Wirkungsgrad $\eta_{100}$ :	0,88 *
Nennwärmeleistung $Q_n$ :	38,8 kW *
Bereitschaftswärmeverlust bei 70°C $q_{B,70}$ :	0,018 kW *
elektrische Leistungsaufnahme des Kessels bei 100%-Vollast $P_{HE}$ :	0,261 kW *

### Lüftung

Keine Eintragungen!

## Heizung

### Strang: H-Strang

zugehöriger Bereich:	Gesamtbereich
Anteil an der Bereichsfläche:	100,0 %
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55/45°C

### Übergabe: Heizkörper Bestand

zugehöriger Strang:	H-Strang
Baujahr:	1987

### Verteilung: Heizungsrohrnetz Bestand

zugehöriger Strang:	H-Strang
Zentrales Warmwasserheizungs-Rohrnetz im Bestand	
- horizontale Verteilung außerhalb der thermischen Hülle	
- unregelmäßige Pumpe	
- Strangleitungen überwiegend innen	
Baujahr:	1987
Länge der Verteiler-Leitungen $L_V$ :	35,7 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_V$ :	0,400 W/mK *
Länge der Strang-Leitungen $L_S$ :	24,6 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_S$ :	1,400 W/mK *
Länge der Anbinde-Leitungen $L_A$ :	180,6 m *
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_A$ :	1,000 W/mK *
Pumpenleistung der Umwälzpumpe $P_{Pumpe}$ :	72,9 W *
Wärmeverlustfaktor für Strang-Leitungen $f_{a,S}$ :	0,48 *
Wärmeverlustfaktor für Anbinde-Leitungen $f_{a,A}$ :	0,10 *

### Erzeugung: Niedertemperatur-Heizkessel Bestand

zugehöriger Strang:	H-Strang
Niedertemperatur-Kessel im Bestand	
- Gebläsekessel	
Energieträger:	Heizöl EL
Baujahr:	1987
Wirkungsgrad des Kessels bei 30% Teillast $\eta_{30}$ :	0,88 *
Bereitschaftsverlust bei einer mittleren Kesseltemperatur von 70°C $q_{B,70}$ :	0,018 *
Nenn-Wärmeleistung des Kessels $Q_n$ :	38,8 kW *
elektrische Leistungsaufnahme des Kessels bei 30%-Teillast $P_{HE}$ :	0,087 kW *

## Berechnung der Anlage nach DIN V 4701-10:2003-08

### Trinkwassererwärmung

#### Strang: TW-Strang

##### Bestand: Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung ohne Zirkulation: Zentrales Trinkwasserrohrnetz Bestand

mittl. Temperatur der Warmwasserleitungen $\vartheta_{TW,m}$ :	32 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$ :	20 °C
Wärmeverlustfaktor der Verteiler-Leitungen $f_a$ :	0,15
Wärmeverlustfaktor der Strang- und Anbinde-Leitungen $f_a$ :	0,15
Wärmeverlust Verteiler-Leitungen:	2,00 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	5,29 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust Anbinde-Leitungen:	10,58 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust aller Leitungen $q_{TW,d,we}$ :	17,88 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,d}$ :	9,13 kWh/m <sup>2</sup> a

##### Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher im Bestand: Indirekt beheizter TW-Speicher Bestand

mittl. Temperatur des Warmwassers $\vartheta_{TW,m}$ :	50 °C
mittl. Umgebungstemperatur des Speichers $\vartheta_{u,m}$ :	20 °C
Wärmeverlustfaktor des Speichers $f_a$ :	0,15
Wärmeverlust Speicher $q_{TW,s,we}$ :	2,06 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsenergie Pumpe $q_{TW,s,he}$ :	0,05 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,s}$ :	1,05 kWh/m <sup>2</sup> a

##### Brennstoffgespeicher Kessel im Bestand: Niedertemperatur-Heizkessel Bestand

mittl. Kesseltemperatur $\vartheta_m$ :	36 °C
ges. Wärmebedarf des Trinkwasser-Stranges $Q_{TW}^*$ :	10649 kWh/a
Belastungsgrad des Kessels $\varphi_{TW}$ :	0,03
Bereitschaftsverlust des Kessels bei mittl. Kesseltemperatur $q_{B,s}$ :	0,006
Erzeuger-Aufwandszahl $e_{TW,g}$ :	1,21
Hilfsenergie Kessel $q_{TW,g,he}$ :	0,22 kWh/m <sup>2</sup> a

### Heizung

#### Strang: H-Strang

##### Bestand: freie Heizflächen: Heizkörper Bestand

Wärmeverluste $q_{H,ce,we}$ :	3,30 kWh/m <sup>2</sup> a
-------------------------------	---------------------------

##### Bestand: Zentrale Heizungsverteilung: Heizungsrohrnetz Bestand

mittl. Temperatur der Heizungs-Leitungen $\vartheta_{HK,m}$ :	41 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$ :	13 °C
Wärmeverlustfaktor der Verteiler-Leitungen $f_a$ :	1,00
Wärmeverlustfaktor der Strang-Leitungen $f_a$ :	0,48
Wärmeverlustfaktor der Anbinde-Leitungen $f_a$ :	0,10
Wärmeverlust Verteiler-Leitungen:	6,08 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	5,26 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust Anbinde-Leitungen:	4,59 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeverlust Heizungsverteilung $q_{H,d,we}$ :	15,92 kWh/m <sup>2</sup> a
Korrekturfaktor für regelbare Pumpen $f_p$ :	1,00
Hilfsenergiebedarf der Umwälzpumpe $q_{H,d,he}$ :	1,12 kWh/m <sup>2</sup> a

##### Niedertemperatur-Kessel im Bestand: Niedertemperatur-Heizkessel Bestand

mittl. Temperatur des Kessels $\vartheta_{HK,m}$ :	41 °C
Bereitschaftsverluste bei mittl. Temperatur $q_{B,s}$ :	0,007
ges. Wärmebedarf des Heizungs-Stranges $Q_H$ :	28068 kWh/a
Belastungsgrad $\varphi_B$ :	0,14
Belastungsfaktor $f_\varphi$ :	0,97
Wärmeverlustfaktor $f_c$ :	1,00

Projekt A1701  
Mehrfamilienhaus

30%-Teillast-Wirkungsgrad:  
Erzeuger-Aufwandszahl:  
Hilfsenergie Kessel:

0,88  
1,16  
0,64 kWh/m<sup>2</sup>a

## Anlagenbewertung nach DIN V 4701-10:2003-08

Jahres-Bedarfsgröße	Nutzflächenbezo- gene Werte kWh/m <sup>2</sup> a	absolute Werte kWh/a
Heizwärmebedarf für Raumwärme	$q_h = 76,45$	$Q_h = 25099$
Heizenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,WE,E} = 99,32$	$Q_{H,WE,E} = 32608$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung der Raumwärme	$q_{H,HE,E} = 1,76$	$Q_{H,HE,E} = 577$
Energiebedarf für Raumwärme incl. Hilfsenergie	$q_{H,E} = 101,08$	$Q_{H,E} = 33185$
<b>Primärenergiebedarf für Raumwärme</b>	$q_{H,P} = 113,82$	$Q_{H,P} = 37369$
Heizwärmebedarf für Warmwasser	$q_{tw} = 12,50$	$Q_{tw} = 4104$
Heizenergiebedarf für Warmwassererzeugung	$q_{TW,WE,E} = 39,15$	$Q_{TW,WE,E} = 12855$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung von Warmwasser	$q_{TW,HE,E} = 0,27$	$Q_{TW,HE,E} = 87$
Energiebedarf für Warmwasserbereitung incl. Hilfsenergie	$q_{TW,E} = 39,42$	$Q_{TW,E} = 12942$
<b>Primärenergiebedarf für Warmwasserbereitung</b>	$q_{TW,P} = 43,76$	$Q_{TW,P} = 14368$
<b>Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung</b>	$q_E = 140,49$	$Q_E = 46127$
Heizenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,WE,E} = 0,00$	$Q_{L,WE,E} = 0$
Elektrische Hilfsenergie für Lüftungsanlage	$q_{L,HE,E} = 0,00$	$Q_{L,HE,E} = 0$
Energiebedarf für Lüftung incl. Hilfsenergie	$q_{L,E} = 0,00$	$Q_{L,E} = 0$
<b>Primärenergiebedarf für Lüftungsanlage</b>	$q_{L,P} = 0,00$	$Q_{L,P} = 0$
<b>Gesamter Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser incl. Hilfsenergie nach DIN 4701-10</b>	$q_p = 157,58$	$Q_p = 51737$
<b>Gesamt-Anlagenaufwandszahl <math>e_p = 1,77</math></b>		

## Anlagenbewertung nach DIN 4701-10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung Gebäude: Mehrfamilienhaus  
Ort: Stuttgart  
Gemarkung: Weilimdorf

Bereich: Gesamtbereich  
Straße: Rutesheimer Str. 17  
Flurstücknummer: 3368

### I. Eingaben

		$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	$t_{HP} = 210 \text{ d/a}$		
		<b>TRINKWASSER- ERWÄRMUNG</b>	<b>HEIZUNG</b>	<b>LÜFTUNG</b>	
absoluter Bedarf	$Q_{TW} =$	4104 kWh/a	$Q_h =$	25099 kWh/a	
bezogener Bedarf	$q_{TW} =$	12,50 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_h =$	76,45 kWh/m <sup>2</sup> a	

### II. Systembeschreibung

<b>Übergabe</b>		Bestand: freie Heizflächen	
<b>Verteilung</b>	Bestand: zentrale TW-Verteilung ohne Zirkulation	Bestand: zentr. Heizungsverteilung	
<b>Speicher</b>	Bestand: indirekt beh. TW-Speicher		
<b>Erzeugung</b>	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
<b>Deckungsanteil</b>	1,00		
<b>Erzeuger</b>	Bestand: NT-Kessel		
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
	1,00		
	Bestand: NT-Kessel		
	Erzeuger WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizreg.

### III. Ergebnisse

Deckung von $Q_h$	$q_{h,TW} =$	10,2 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,H} =$	66,3 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,L} =$	0,0 kWh/m <sup>2</sup> a
$\Sigma$ Wärme	$Q_{TW,E} =$	12855 kWh/a	$Q_{H,E} =$	32608 kWh/a	$Q_{L,E} =$	0 kWh/a
$\Sigma$ Hilfsenergie	$Q_{TW,HE} =$	87 kWh/a	$Q_{H,HE} =$	577 kWh/a	$Q_{L,HE} =$	0 kWh/a
$\Sigma$ Primärenergie	$Q_{TW,P} =$	14368 kWh/a	$Q_{H,P} =$	37369 kWh/a	$Q_{L,P} =$	0 kWh/a
<b>ENDENERGIE</b>			$Q_E =$	45462 kWh/a	$\Sigma$ Wärme	
				665 kWh/a	$\Sigma$ Hilfsenergie	
<b>PRIMÄRENERGIE</b>			$Q_P =$	51737 kWh/a	$\Sigma$ Primärenergie	
<b>ANLAGEN-AUFWANDSZAHL</b>			$e_P =$	1,77 [-]		

## TRINKWASSERERWÄRMUNG

<b>Bereich:</b>	<b>Gesamtbereich</b>
<b>TW-Strang:</b>	<b>TW-Strang</b>

$Q_{tw} = 4104 \text{ kWh/a}$	$q_{tw} \times A_N$
$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	aus DIN 4108-6
$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	aus EnEV

Wärme (WE)		Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{tw}$		aus EnEV	[kWh/m <sup>2</sup> a]		12,50	
$q_{TW,ce}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{TW,d}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	17,88	
$q_{TW,s}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]		2,06	
$\Sigma$		$(q_{tw} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		32,43	
				Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$			[-]	1,000		
$e_{TW,g}$			[-]	1,207		
$q_{TW,E}$		$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	39,15		
$f_P$			[-]	1,1		
$q_{TW,P}$		$\Sigma q_{TW,e,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	43,07		

Heizwärmegutschriften		
$q_{h,TW,d}$	9,13	
$q_{h,TW,s}$	1,05	
$q_{h,TW}$	10,18	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

39,15 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

43,07 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)		Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{TW,d,HE}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	0,00	
$q_{TW,s,HE}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,05	
				Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$			[-]	1,00		
$q_{TW,g,HE}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,22		
$\alpha_g \times q_{g,HE}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,22		
$\Sigma q_{TW,HE,E}$			[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,27	
$f_P$			[-]		2,6	
$q_{TW,HE,P}$		$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,7	

0,27 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

0,69 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	Wärme	12855 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	87 kWh/a

**ENDENERGIE**

$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		14368 kWh/a
------------	---	--	-------------

**PRIMÄRENERGIE**

## HEIZUNG

<b>Bereich:</b>	<b>Gesamtbereich</b>
<b>Heiz-Strang:</b>	<b>H-Strang</b>

$Q_h = 25099 \text{ kWh/a}$	nach Abs. 4.1
$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$q_h = 76,45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

### Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_h$	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m <sup>2</sup> a]		76,45	
$q_{h,TW}$	Berechnungsblatt TW	[kWh/m <sup>2</sup> a]	-	10,18	
$q_{h,L}$	Berechnungsblatt L	[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{ce}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		3,30	
$q_d$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	15,92	
$q_s$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$\Sigma$	$q_h \cdot q_{h,TW} + q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s$	[kWh/m <sup>2</sup> a]			85,49
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_g$		[-]	1,000		
$e_g$		[-]	1,162		
$q_E$	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	99,32		
$f_P$		[-]	1,1		
$q_P$	$\Sigma q_{E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	109,25		

99,32 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

109,25 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

### Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{ce,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	0,00	
$q_{d,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		1,12	
$q_{s,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_g$		[-]	1,00		
$q_{g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,64		
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,64		
$\Sigma q_{HE,E}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		1,76	
$f_P$		[-]		2,6	
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		4,6	

1,76 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

4,57 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

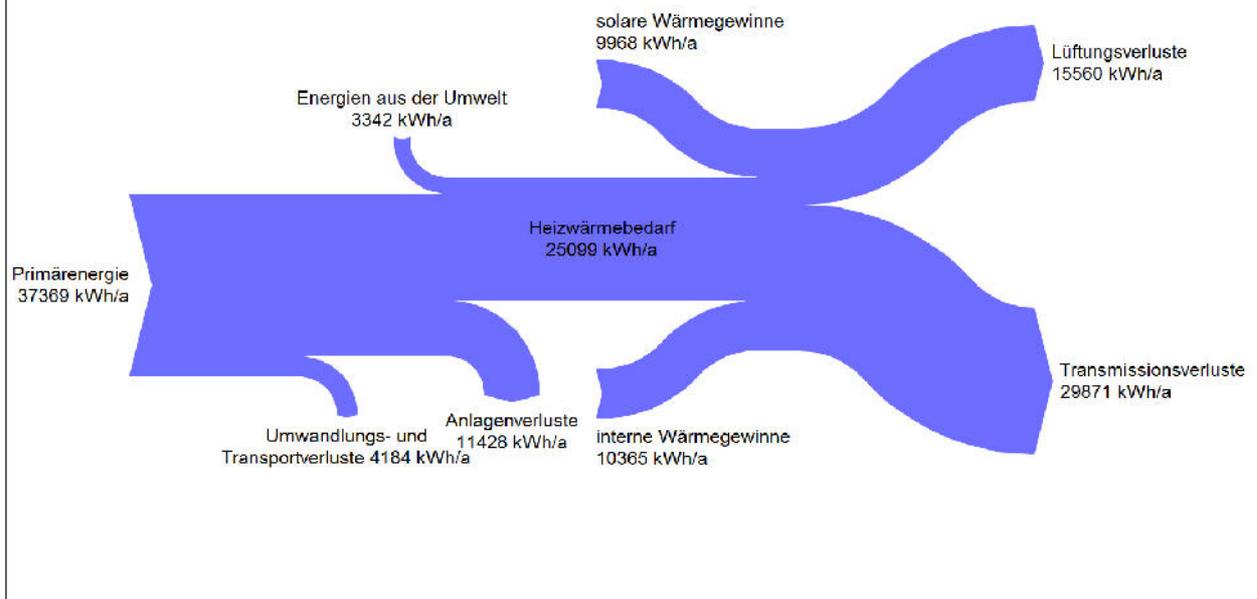
$Q_{H,E}$	$\Sigma q_E \times A_N$	Wärme	32608 kWh/a
	$\Sigma q_{HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	577 kWh/a
$Q_{H,P}$	$(\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$		37369 kWh/a

**ENDENERGIE**

**PRIMÄRENERGIE**

Übersicht über den Energiefluss Heizung

Stammdaten



## Berechnung des Referenzgebäudes

Berechnungen gemäß EnEV 2009 mit den Normen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

### Geometrie:

beheiztes Volumen $V_e$	1026,0 m <sup>3</sup>
Gebäudenutzfläche $A_N$	328,3 m <sup>2</sup>
Verhältnis $A/V_e$	0,53 1/m
Luftvolumen $V$	779,8 m <sup>3</sup>
Fläche Gebäudehülle $A$	546,0 m <sup>2</sup>
Fläche Außenwände $A_{AW}$	317,0 m <sup>2</sup>
Fläche Außentüren $A_{Tür}$	0,0 m <sup>2</sup>
Fläche Fenster $A_F$	64,0 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil $A_F/(A_{AW} + A_F)$	17 %

### Zwischenergebnisse:

wirksame Wärmekapazität $C_{wirk}$	51300 Wh/K
angesetzte Luftwechselrate $n$	0,55 1/h

Bei der Berechnung der Wärmeverluste wird eine Nachtabschaltung der Heizung berücksichtigt:

Dauer der Nachtabschaltung $t_u$	7 h
spezifischer Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft $H_{ic}$	10102,2 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile $H_w$	83,2 W/K
Auslegungsheizleistung $\Phi_{pp}$	17702 W

### Spezifischer Transmissionswärmefaktor

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	$F_x$ [-]	$F_x \cdot H_{T,H}$ [W/K]
Außenwand nord	Außenluft	69,95	0,280	1,00	19,59
Außenwand ost	Außenluft	76,70	0,280	1,00	21,48
Außenwand süd	Außenluft	53,60	0,280	1,00	15,01
Außenwand west oben	Außenluft	20,74	0,280	1,00	5,81
Dach	Außenluft	96,00	0,280	1,00	26,88
Innenwand west	Unbeheizt (extern)	69,00	0,350	0,50	12,07
Kellerdecke	Unbeheizt (extern)	96,00	0,350	0,70	23,52
Tür	Halle/TH	6,00	0,350	1,00	2,10
Fenster west	Außenluft	12,26	1,300	1,00	15,94
Fenster nord	Außenluft	2,05	1,300	1,00	2,67
Fenster Süd	Außenluft	18,40	1,300	1,00	23,92
Fenster ost	Außenluft	28,00	1,300	1,00	36,40
Tür ost	Außenluft	3,30	1,300	1,00	4,29
Wärmebrückenzuschlag	Außenluft			1,00	27,30
<b>Gesamt</b>		<b>552,00</b>			<b>236,97</b>

### Solare Wärmegewinne (Fenster)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orient.	$g_f$ [-]	Faktor [-]	$\Sigma Q_{S,M}$ [kWh]
Fenster west	Außenluft	12,26	W	0,60	0,486	2552,7
Fenster nord	Außenluft	2,05	N	0,60	0,486	260,2
Fenster Süd	Außenluft	18,40	S	0,60	0,486	4363,3
Fenster ost	Außenluft	28,00	O	0,60	0,486	5830,1
Tür ost	Außenluft	3,30	O	0,60	0,486	687,1
<b>Gesamt</b>		<b>64,01</b>				<b>13693,4</b>

### Monatliche Gesamtwärmeverluste

Monat	Stunden [h]	$\theta_{e,M}$ [°C]	$\Delta\theta_M$ [K]	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\Delta Q_{H,M}$ [kWh]	$Q_{S,op,M}$ [kWh]	$Q_{I,M,Z}$ [kWh]	$Q_{I,M}$ [kWh]
Januar	744	-1,3	20,3	3547	2202	-201	0	0	5549
Februar	672	0,6	18,4	2904	1803	-157	0	0	4550
März	744	4,1	14,9	2604	1616	-131	0	0	4089
April	720	9,5	9,5	1606	997	-78	0	0	2526
Mai	744	12,9	6,1	1066	662	-52	0	0	1676
Juni	720	15,7	3,3	558	346	-27	0	0	877
Juli	744	18,0	1,0	175	108	-8	0	0	275
August	744	18,3	0,7	122	76	-6	0	0	192
September	720	14,4	4,6	778	483	-38	0	0	1223
Oktober	744	9,1	9,9	1730	1074	-84	0	0	2720
November	720	4,7	14,3	2418	1501	-121	0	0	3799
Dezember	744	1,3	17,7	3093	1920	-164	0	0	4849

### Monatliche Gesamtwärmegewinne

Monat	$Q_{S,tr,M}$ [kWh]	$Q_{S,TWD,M}$ [kWh]	$Q_{Ss,M}$ [kWh]	$Q_{S,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$Q_{g,M,Z}$ [kWh]	$Q_{g,M}$ [kWh]
Januar	466,0	0,0	0,0	466	1221	0	1687
Februar	545,0	0,0	0,0	545	1103	0	1648
März	835,4	0,0	0,0	835	1221	0	2057
April	1700,0	0,0	0,0	1700	1182	0	2882
Mai	1749,1	0,0	0,0	1749	1221	0	2970
Juni	1916,7	0,0	0,0	1917	1182	0	3099
Juli	2057,7	0,0	0,0	2058	1221	0	3279
August	1565,1	0,0	0,0	1565	1221	0	2786
September	1288,0	0,0	0,0	1288	1182	0	2470
Oktober	820,0	0,0	0,0	820	1221	0	2041
November	472,4	0,0	0,0	472	1182	0	1654
Dezember	277,9	0,0	0,0	278	1221	0	1499

### Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{ed}$ [°C]	$t_{HP}$ [d]	$t_M$ [d]	$t_{HP/tM}$ [-]	$\tau_M$ [h]	$\eta_M$ [-]
Januar	-1,3	13,6	31	31	1,00	134,8	1,00
Februar	0,6	13,2	28	28	1,00	134,8	1,00
März	4,1	12,4	31	31	1,00	134,8	1,00
April	9,5	9,5	13	30	0,43	134,8	0,83
Mai	12,9	9,5	0	31	0,00	134,8	0,56
Juni	15,7	8,8	0	30	0,00	134,8	0,28
Juli	18,0	8,5	0	31	0,00	134,8	0,08
August	18,3	10,1	0	31	0,00	134,8	0,07
September	14,4	10,9	0	30	0,00	134,8	0,49
Oktober	9,1	12,5	23	31	0,74	134,8	0,98
November	4,7	13,5	30	30	1,00	134,8	1,00
Dezember	1,3	14,2	31	31	1,00	134,8	1,00
<b>Gesamt</b>			<b>187</b>				

**Monatliche Wärmebilanz**

Monat	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{s,M}$ [kWh]	$Q_{l,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{g,M}$ [kWh]	$Q_{H,M}$ [kWh]
Januar	3547	2202	1221	466	5549	1687	3861
Februar	2904	1803	1103	545	4550	1648	2902
März	2604	1616	1220	835	4089	2055	2034
April	1606	997	986	1419	2526	2405	121
Mai	1066	662	688	985	1676	1673	3
Juni	558	346	335	543	877	877	0
Juli	175	108	102	172	275	275	0
August	122	76	84	108	192	192	0
September	778	483	585	637	1223	1222	1
Oktober	1730	1074	1200	806	2720	2005	715
November	2418	1501	1182	472	3799	1654	2145
Dezember	3093	1920	1221	278	4849	1499	3349
<b>Gesamt</b>	<b>20601</b>	<b>12790</b>	<b>9928</b>	<b>7266</b>	<b>0</b>	<b>17194</b>	<b>15130</b>

**Wärmebilanz:**

Nutzwärmebedarf Heizung $Q_h$	15130 kWh/a
spezifischer Heizwärmebedarf $q_h$	46 kWh/m <sup>2</sup> a
Transmissionswärmeverluste $Q_t$	19943 kWh/a
Lüftungswärmeverluste $Q_v$	12381 kWh/a
solare Wärmegewinne $Q_s$	7266 kWh/a
interne Wärmegewinne $Q_i$	9928 kWh/a
Warmwasserwärmebedarf $Q_{tw}$	4104 kWh/a

**Ergebnisse End- und Primärenergie:**

Endenergiebedarf Kühlung $Q_{c,e}$	0 kWh/a
Primärenergiebedarf Kühlung $Q_{c,p}$	0 kWh/a
Endenergiebedarf $Q_e$	19696 kWh/a
Primärenergiebedarf $Q_p$	23183 kWh/a
Anlagenverluste $Q_a$	3962 kWh/a
Anlagenaufwandszahl $e_p$	1,21

## Anlagenbewertung Referenzgebäude nach DIN V 4701-10:2003-08

Jahres-Bedarfsgröße	Nutzflächenbezo- gene Werte kWh/m <sup>2</sup> a	absolute Werte kWh/a
Heizwärmebedarf für Raumwärme	$q_h = 46,08$	$Q_h = 15130$
Heizenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,WE,E} = 44,82$	$Q_{H,WE,E} = 14716$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung der Raumwärme	$q_{H,HE,E} = 1,17$	$Q_{H,HE,E} = 384$
Energiebedarf für Raumwärme incl. Hilfsenergie	$q_{H,E} = 45,99$	$Q_{H,E} = 15100$
<b>Primärenergiebedarf für Raumwärme</b>	$q_{H,P} = 52,35$	$Q_{H,P} = 17186$
Heizwärmebedarf für Warmwasser	$q_{tw} = 12,50$	$Q_{tw} = 4104$
Heizenergiebedarf für Warmwassererzeugung	$q_{TW,WE,E} = 12,09$	$Q_{TW,WE,E} = 3969$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung von Warmwasser	$q_{TW,HE,E} = 0,80$	$Q_{TW,HE,E} = 263$
Energiebedarf für Warmwasserbereitung incl. Hilfsenergie	$q_{TW,E} = 12,89$	$Q_{TW,E} = 4232$
<b>Primärenergiebedarf für Warmwasserbereitung</b>	$q_{TW,P} = 15,38$	$Q_{TW,P} = 5049$
<b>Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung</b>	$q_E = 58,88$	$Q_E = 19332$
Heizenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,WE,E} = 0,00$	$Q_{L,WE,E} = 0$
Elektrische Hilfsenergie für Lüftungsanlage	$q_{L,HE,E} = 1,11$	$Q_{L,HE,E} = 364$
Energiebedarf für Lüftung incl. Hilfsenergie	$q_{L,E} = 1,11$	$Q_{L,E} = 364$
<b>Primärenergiebedarf für Lüftungsanlage</b>	$q_{L,P} = 2,89$	$Q_{L,P} = 948$
<b>Gesamter Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser incl. Hilfsenergie nach DIN 4701-10</b>	$q_p = 70,61$	$Q_p = 23183$
<b>Gesamt-Anlagenaufwandszahl Referenzgebäude <math>e_p = 1,21</math></b>		

## Anlagenbewertung nach DIN 4701-10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung Gebäude: Mehrfamilienhaus  
Ort: Stuttgart  
Gemarkung: Weilimdorf

Bereich: Referenzgebäude  
Straße: Rutesheimer Str. 17  
Flurstücknummer: 3368

### I. Eingaben

	$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	$t_{HP} = 210 \text{ d/a}$	
	<b>TRINKWASSER- ERWÄRMUNG</b>	<b>HEIZUNG</b>	<b>LÜFTUNG</b>
absoluter Bedarf	$Q_{TW} = 4104 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 15130 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{TW} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 46,08 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

### II. Systembeschreibung

Übergabe		freie Heizflächen	
Verteilung	zentrale TW-Verteilung mit Zirkulation	zentr. WW-Heizungsverteilung	
Speicher	bivalenter Solar-Speicher		
Erzeugung	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
Deckungsanteil	0,50	0,50	
Erzeuger	Solaranl. (klein)	Brennwert-Kessel verbessert	
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
	1,00		
	Brennwert-Kessel verbessert		
	Erzeuger WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizreg.
	Abluft/ Zuluft ohne WRG		

### III. Ergebnisse

Deckung von $Q_h$	$q_{h,TW} = 3,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 42,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$\Sigma$ Wärme	$Q_{TW,E} = 3969 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 14716 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ Hilfsenergie	$Q_{TW,HE} = 263 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,HE} = 384 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,HE} = 364 \text{ kWh/a}$
$\Sigma$ Primärenergie	$Q_{TW,P} = 5049 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 17186 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 948 \text{ kWh/a}$

#### ENDENERGIE

$Q_E = 18685 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ Wärme
$1011 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ Hilfsenergie

#### PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 23183 \text{ kWh/a}$	$\Sigma$ Primärenergie
-----------------------------	------------------------

#### ANLAGEN- AUFWANDSZAHL

$e_P = 1,21 [-]$
------------------

## TRINKWASSERERWÄRMUNG

<b>Bereich:</b>	<b>Referenzgebäude</b>
<b>TW-Strang:</b>	<b>TW-Strang</b>

$Q_{tw} = 4104 \text{ kWh/a}$	$q_{tw} \times A_N$
$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	aus DIN 4108-6
$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	aus EnEV

Wärme (WE)					
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{tw}$	aus EnEV	[kWh/m <sup>2</sup> a]		12,50	
$q_{TW,ce}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{TW,d}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>+</b>	7,01	
$q_{TW,s}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		1,62	
$\Sigma$	$(q_{tw} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]			21,12
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	0,505	0,495	
$e_{TW,g}$		[-]	0,000	1,155	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,00	12,09	
$f_P$		[-]	0,0	1,1	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,e,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,00	13,30	

Heizwärmegutschriften		
$q_{h,TW,d}$	3,15	
$q_{h,TW,s}$	0,00	
$q_{h,TW}$	3,15	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

12,09 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

13,30 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)					
(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{TW,d,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>+</b>	0,46	
$q_{TW,s,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,05	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	0,50	0,50	
$q_{TW,g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,49	0,09	
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,25	0,04	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,80	
$f_P$		[-]		2,6	
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		2,1	

0,80 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

2,08 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	Wärme	3969 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	263 kWh/a

**ENDENERGIE**

$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		5049 kWh/a
------------	---	--	------------

**PRIMÄRENERGIE**



## HEIZUNG

<b>Bereich:</b>	<b>Referenzgebäude</b>
<b>Heiz-Strang:</b>	<b>H-Strang</b>

$Q_h = 15130 \text{ kWh/a}$	nach Abs. 4.1
$A_N = 328,3 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$q_h = 46,08 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

### Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_h$	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m <sup>2</sup> a]		46,08	
$q_{h,TW}$	Berechnungsblatt TW	[kWh/m <sup>2</sup> a]	-	3,15	
$q_{h,L}$	Berechnungsblatt L	[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$q_{ce}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		1,10	
$q_d$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	1,46	
$q_s$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
$\Sigma$	$q_h \cdot q_{h,TW} + q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		45,49	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_g$		[-]	1,000		
$e_g$		[-]	0,985		
$q_E$	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	44,82		
$f_P$		[-]	1,1		
$q_P$	$\Sigma q_{E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]	49,31		

44,82 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

49,31 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

### Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{ce,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	+	0,00	
$q_{d,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,74	
$q_{s,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		0,00	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_g$		[-]	1,00		
$q_{g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,43		
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]	0,43		
$\Sigma q_{HE,E}$		[kWh/m <sup>2</sup> a]		1,17	
$f_P$		[-]		2,6	
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m <sup>2</sup> a]		3,0	

1,17 kWh/m<sup>2</sup>a Endenergie

3,04 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie

$Q_{H,E}$	$\Sigma q_E \times A_N$	Wärme	14716 kWh/a
	$\Sigma q_{HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	384 kWh/a
$Q_{H,P}$	$(\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$		17186 kWh/a

**ENDENERGIE**

**PRIMÄRENERGIE**