

Berechnungsbeispiel 1 – Kessel

Nachfolgend soll ein Berechnungsbeispiel für ein freistehendes, unterkellertes Einfamilienwohnhaus vorgestellt werden. Kern der Heizungsanlage ist ein Gasbrennwertkessel.

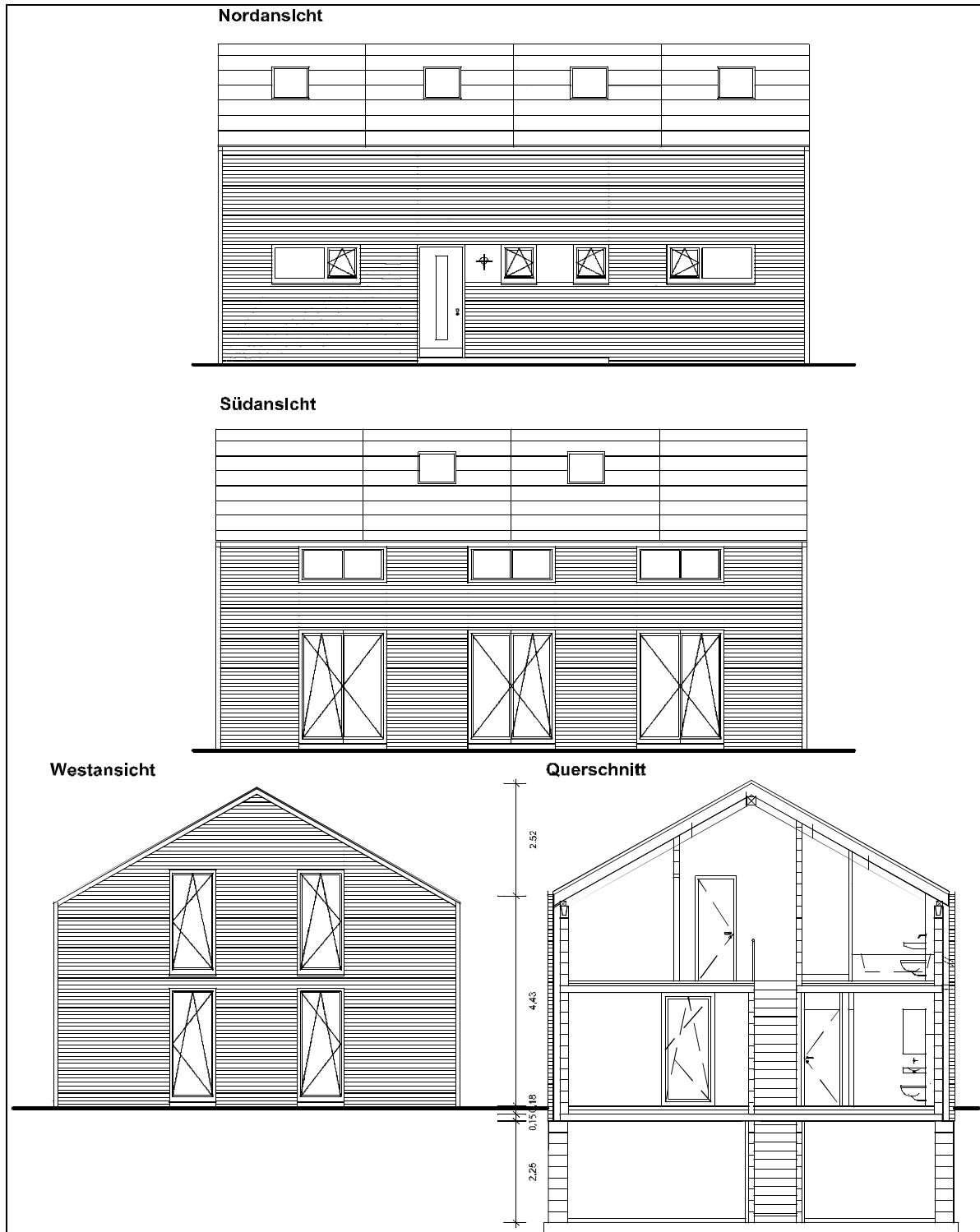


Bild 0.1 Ansichten und Schnitt des EFH [KUKA Ordner]

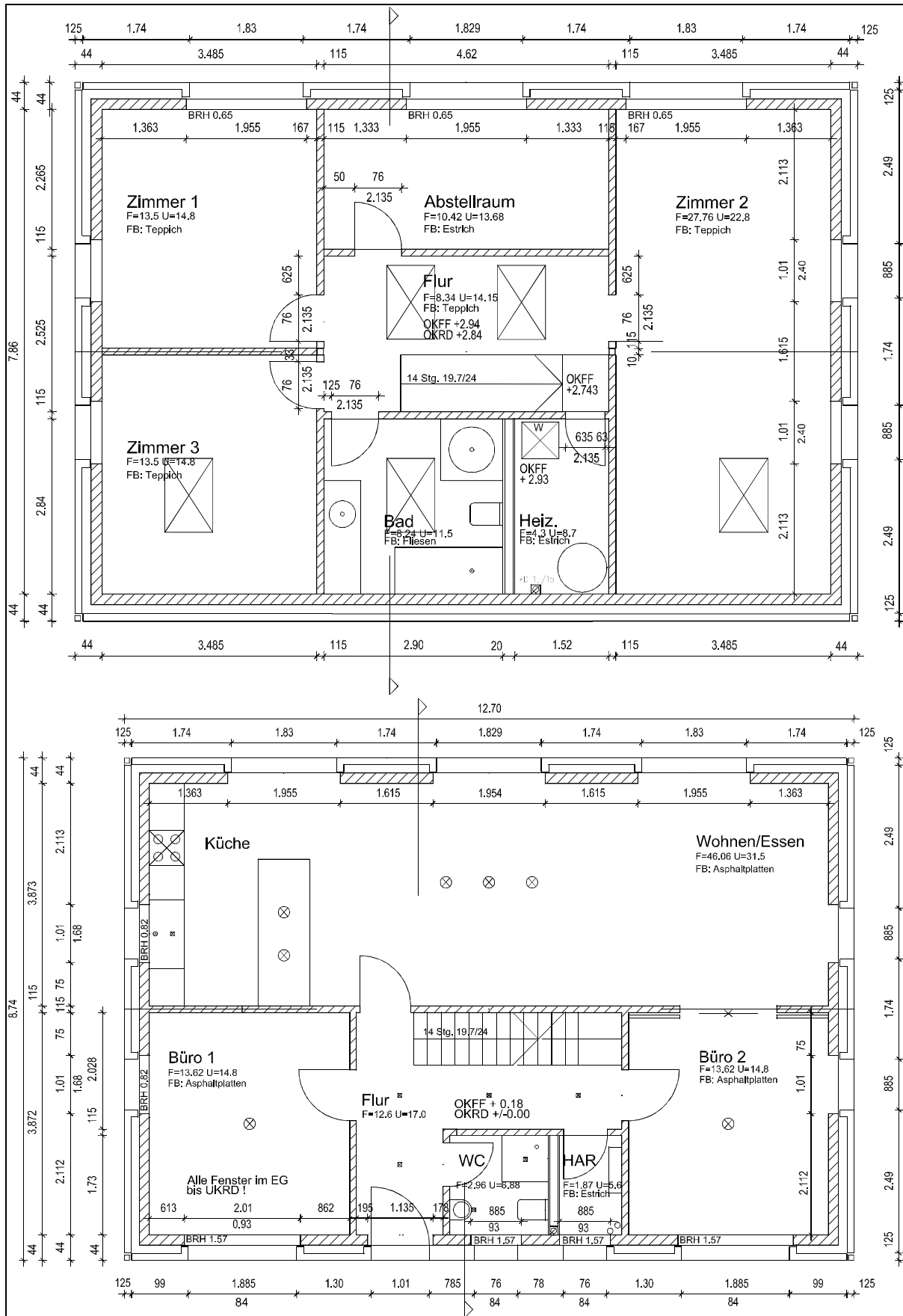


Bild 0.2 Grundrisse des EFH (oben: Obergeschoss, unten Erdgeschoss) [KUKA Ordner]

	Beschreibung
Trinkwarmwasserbereitung	Es handelt sich um eine gebäudezentrale Versorgung mit Trinkwarmwasser. Die Anlage ist mit einer Zirkulation ausgestattet. Die zentralen Verteilungen sind innerhalb des beheizten Bereiches angeordnet. Der indirekt beheizte Trinkwarmwasserspeicher ebenfalls. Auch der Wärmeerzeuger, ein mit Erdgas betriebener Brennwertkessel ist im beheizten Bereich angeordnet.
Lüftung	Das Gebäude hat keine mechanische Lüftungsanlage, dass heißt, die Lüftung erfolgt nur über Fenster bzw. Gebäudeundichtheiten.
Heizung	Das Gebäude ist mit Fußbodenheizung (integrierte Heizflächen) ausgestattet. Die Raumtemperatur wird mit Hilfe einer Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdifferenz $X_p = 2 \text{ K}$ geregelt. Die Systemtemperaturen betragen für den Auslegungstag $35/28 \text{ °C}$. Es handelt sich auch hier um ein zentrales System. Die horizontalen Verteilungen sind innerhalb des beheizten Bereiches angeordnet. Die Strangleitungen sind im Inneren des Gebäudes nach oben geführt. Die Umwälzpumpe ist geregelt. Der Gasbrennwertkessel, ist derselbe, der auch zur Trinkwarmwasserbereitung benutzt wird, er ist im beheizten Bereich angeordnet.

Tabelle 0.1 Anlagenbeschreibung EFH mit Gasversorgung

Es werden das vereinfachte Verfahren der EnEV zur Bestimmung des Jahresheizwärmebedarfes und die Standardkennwerte nach Anhang C.1 bis C.4 der DIN V 4701 Teil 10 angewendet. Die Rechenschritte werden ausführlich erläutert. Zur Übersicht werden Handrechenblätter eingesetzt.

1. Erster Schritt: Prüfung der Anwendbarkeit des Berechnungsverfahrens

Beim vorliegenden Gebäude handelt es sich um ein Wohngebäude. Der Fensterflächenanteil des gesamten Gebäudes f ermittelt sich hier unter Einrechnung der Flächen des geneigten Daches und der hierin befindlichen Dachflächenfenster zu (Zusammenstellung aller Flächen in Kapitel 2.1):

- Fläche der Fenster A_w :
 $A_w = 46,26 \text{ m}^2 + 5,46 \text{ m}^2 + 2,96 \text{ m}^2$
 $A_w = 54,68 \text{ m}^2$
- Fläche der Außenwände A_{AW} :
 $A_{AW} = 176,92 \text{ m}^2 + 122,71 \text{ m}^2$
 $A_{AW} = 299,63 \text{ m}^2$
- Fensterflächenanteil:
 $f = A_w / (A_w + A_{AW})$
 $f = 54,68 \text{ m}^2 / (54,68 \text{ m}^2 + 299,63 \text{ m}^2)$
 $f = 0,154 = 15,4 \%$

Die Fläche der Haustür wurde mit in die Fläche der Fenster eingerechnet. Der Fensterflächenanteil ist kleiner als 30 %.

Es wurde ein Abgleich mit den Planungs- und Ausführungsbeispielen der DIN 4108 Bbl 2: 1998 - 08 vorgenommen. Wie beim Fensteranschluss, Bild 1.1 (d) wurde auch in einigen anderen Anschlusspunkten von den vorgegebenen Lösungen abgewichen. Die Gleichwertigkeit der Modifikationen wurde mit Hilfe von Wärmebrückenberechnungen nachgewiesen.

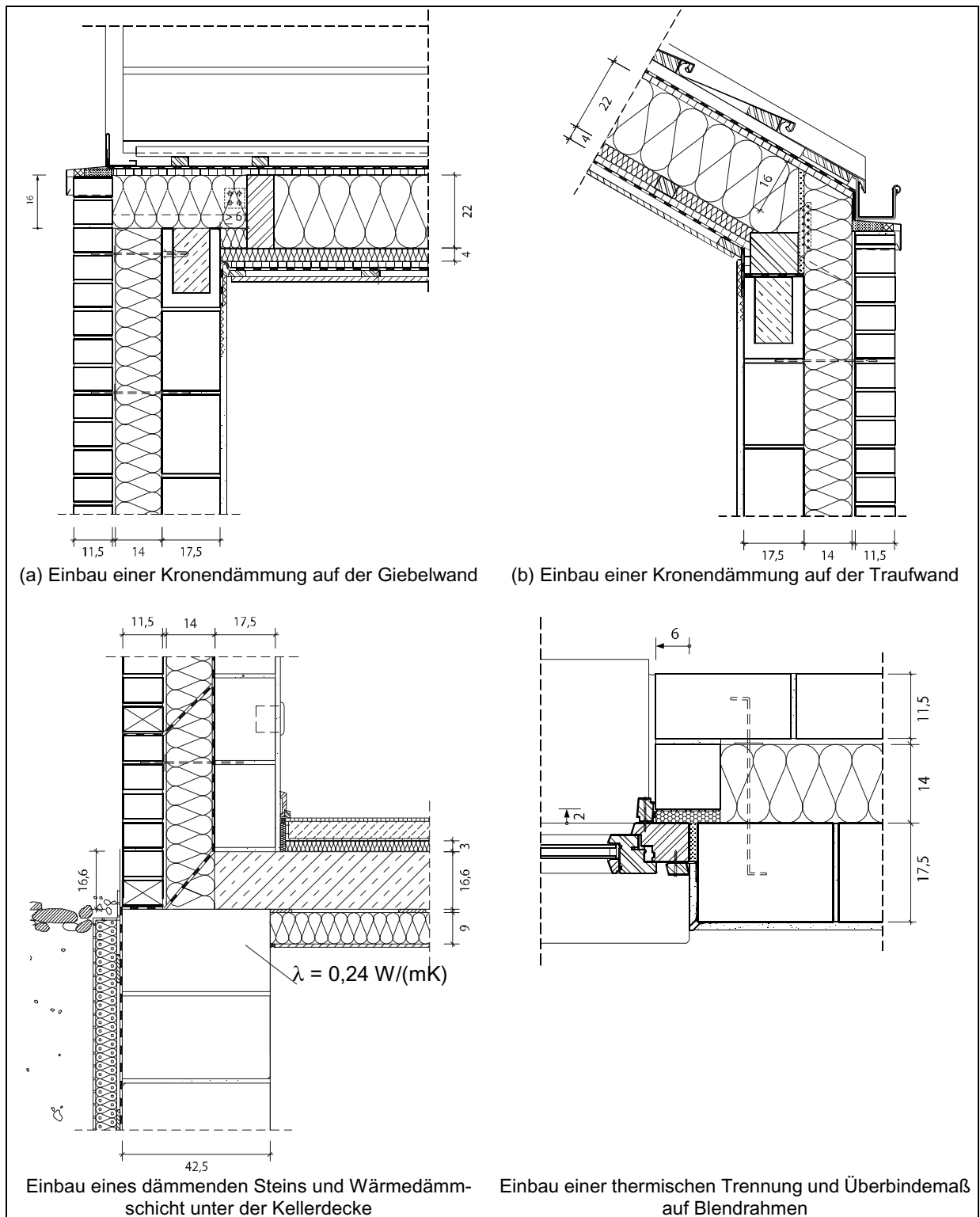


Bild 1.1 Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrücken [KUKA Ordner]

Die Voraussetzungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens für Wohngebäude nach Anhang 1 der EnEV sind somit erfüllt.

2. Zweiter Schritt: Gebäudespezifische Daten und Höchstwerte für Q_p'' und H_T'

2.1. Ermittlung der geometrischen Daten

Die in Tabelle 2.1 genannten Gebäudeflächen umschließen die beheizte Zone des Gebäudes.

Nr.	Bauteil	Fläche
1	Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung	$A_{AW} = 176,91 \text{ m}^2$
2	Geneigtes Dach	$A_D = 122,71 \text{ m}^2$
3	Kellerinnenwand	$A_{IW} = 22,97 \text{ m}^2$
4	Kellerdecke	$A_{KD} = 105,60 \text{ m}^2$
5	Sohplatte	$A_G = 5,40 \text{ m}^2$
6	Dachflächenfenster, Neigung 31°	$A_{DFW} = 5,46 \text{ m}^2$
7	Fenstertyp 1 (Nord) 1,980 · 0,900 Anzahl: 2	$A_{w1} = 3,56 \text{ m}^2$
8	Fenstertyp 2 (Nord) 0,885 · 0,900 Anzahl: 2	$A_{w2} = 1,54 \text{ m}^2$
9	Fenstertyp 3 (West) 1,105 · 2,605 Anzahl: 4	$A_{w3.1} = 11,51 \text{ m}^2$
	Fenstertyp 3 (Ost) 1,105 · 2,605 Anzahl: 2	$A_{w3.2} = 5,76 \text{ m}^2$
10	Fenstertyp 4 (Ost) 1,105 · 1,650 Anzahl: 2	$A_{w4} = 3,65 \text{ m}^2$
11	Fenstertyp 5 (Süd), 1,925 · 2,605 Anzahl: 3	$A_{w5} = 15,04 \text{ m}^2$
12	Fenstertyp 6 (Süd), 1,925 · 0,900 Anzahl: 3	$A_{w6} = 5,20 \text{ m}^2$
13	Haustür: (Nord), 1,105 · 2,605	$A_{HT} = 2,96 \text{ m}^2$
14	Kellertür: 0,885 · 2,120	$A_{KT} = 1,88 \text{ m}^2$
Summe der Bauteilflächen		$A = 490,15 \text{ m}^2$

Tabelle 2.1 Geometrische Daten für das EFH

Daraus ergeben sich folgende objektspezifischen Gebäudeeigenschaften:

- Bauteilflächen: $A = 490,15 \text{ m}^2$
- Beheiztes Volumen: $V_e = 680,35 \text{ m}^3$
- Kompaktheitsgrad: $A/V_e = 0,72 \text{ m}^{-1}$
- Gebäudenutzfläche: $A_N = 217,71 \text{ m}^2 (= 0,32 \cdot 680,35 \text{ m}^3)$

2.2. Feststellung der geltenden Höchstwerte

Es handelt sich um ein **Wohnhaus** mit **normalen** Innentemperaturen. Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt **nicht** überwiegend aus elektrischem Strom. Es werden **keine** regenerativen Energien zur Versorgung eingesetzt, es gibt **keine** Einzelfeuerstätten, es handelt sich **nicht** um ein Gebäude mit NT-Kessel. Das Gebäude hat ein **Volumen über 100 m^3** und **keine** elektrische Speicherheizung.

Keiner der Ausnahmefälle der EnEV ist erfüllt. Es gelten die folgenden Anforderungen:

$$Q_p'' = 50,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e} + \frac{2600}{100 + A_N} \text{ und}$$

$$H_T' = 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e}.$$

2.3. Berechnung der Höchstwerte

Der Höchstwert der Jahresprimärenergie beträgt:

$$\begin{aligned} Q_p'' &= 50,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e} + \frac{2600}{100 + AN} \\ &= 50,94 + 75,29 \cdot 0,72 + \frac{2600}{100 + 217,71} \\ &= 113,36 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) \end{aligned}$$

Der Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes beträgt:

$$\begin{aligned} H_T' &= 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e} \\ &= 0,3 + \frac{0,15}{0,72} \\ &= 0,508 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \end{aligned}$$

3. Dritter Schritt: Ermittlung der vorhandenen Werte für: Q_h , q_h und H_T'

3.1. Ermittlung der U-Werte und des Transmissionswärmeverlustes

In der Energieeinsparverordnung werden für das vereinfachte Verfahren für Wohngebäude Hinweise im Hinblick auf die anzuwendenden Normen gegeben. Im Rahmen des Wärmeschutznachweises ist auch zu überprüfen, ob für die einzelnen Bauteile die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz, die in DIN 4108 Teil 2 aufgeführt werden, erfüllt sind. Es wird darauf hingewiesen, dass sich in DIN 4108 Teil 2: 2001-3 Anforderungen für einige Bauteile gegenüber der Fassung vom August 1981 geändert haben.

Für die Bauteile, die die beheizte Zone umschließen gelten die in Tabelle 3.1 genannten Werte.

Nr.	Bauteil	U-Wert	
1.	Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung: Wärmedämmstoff, d = 14 cm, $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U_{AW}	= 0,22 W/(m ² K)
2.	Geneigtes Dach: Wärmedämmstoff, d = 26 cm, $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U_D	= 0,16 W/(m ² K)
3.	Kellerinnenwand: Wärmedämmstoff, d = 06 cm, $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U_{IW}	= 0,40 W/(m ² K)
4.	Kellerdecke: Wärmedämmstoff, d = 10 cm, $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U_{KD}	= 0,34 W/(m ² K)
5.	Sohlplatte: Wärmedämmstoff, d = 06 cm, $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U_G	= 0,58 W/(m ² K)
6.	Dachflächenfenster:	U_{DFF}	= 1,60 W/(m ² K)
7.	Fenstertyp 1 (Nord) 1,980 · 0,900	U_{w1}	= 1,7 W/(m ² K)
8.	Fenstertyp 2 (Nord) 0,885 · 0,900	U_{w2}	= 1,7 W/(m ² K)
9.	Fenstertyp 3 (West) 1,105 · 2,605	$U_{w3.1}$	= 1,6 W/(m ² K)
10.	Fenstertyp 4 (Ost) 1,105 · 1,650	U_{w4}	= 1,6 W/(m ² K)
11.	Fenstertyp 5 (Süd) 1,925 · 2,605	U_{w5}	= 1,6 W/(m ² K)
12.	Fenstertyp 6 (Süd) 1,925 · 0,900	U_{w6}	= 1,7 W/(m ² K)
13.	Haustür: (Nord) 1,105 · 2,605	U_{HT}	= 1,4 W/(m ² K)
14.	Kellertür: 0,885 · 2,120	U_{KT}	= 1,8 W/(m ² K)

Tabelle 3.1 U-Werte für die Bauteile des EFH

Für die Fenster in der Außenwand aus zweischaligem Mauerwerk wurden folgende wärmeschutztechnische Daten zugrunde gelegt:

$U_g = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ Zweischeiben-Isolierverglasung gemäß DIN EN ISO 10077-1, eine Scheibe beschichtetes Glas, Normaler Emissionsgrad $\leq 0,05$, Maße 4-15-4, Argonfüllung

$U_f = 1,84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ Ermittlung erfolgte gemäß DIN EN ISO 10077-2 mit Hilfe einer Finite-Elemente-Berechnung

$\psi_g = 0,06 \text{ W}/(\text{mK})$ Wärmebrückenverlustkoeffizient für einen Aluminiumrandverbund

3.2. Ermittlung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes

Mit der in der EnEV genannten Formel wird der spezifische Transmissionswärmeverlust bestimmt.

$$H_T = \sum (F_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + 0,05 \cdot A$$

$$H_T = (176,91 \cdot 0,22) + (122,71 \cdot 0,16) + 0,6 \cdot (22,96 \cdot 0,40) + 0,6 \cdot (105,60 \cdot 0,34) + 0,6 \cdot (5,40 \cdot 0,58) + (5,46 \cdot 1,60) + (3,56 \cdot 1,7) + (1,55 \cdot 1,7) + (11,51 \cdot 1,6) + (5,76 \cdot 1,6) + (3,65 \cdot 1,6) + (15,04 \cdot 1,6) + (5,2 \cdot 1,7) + (2,96 \cdot 1,4) + 0,6 \cdot (1,88 \cdot 1,8) + (0,05 \cdot 490,15)$$

$$H_T = 201,958 \text{ W/K}$$

Die Überprüfung mit den in DIN 4108 Teil 2: 2001-3 Tabelle 3 genannten Mindestwerten ergibt, dass die Anforderungen erfüllt werden.

3.3. Ermittlung des vorhandenen spezifischen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes H_T' .

Der vorhandene spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H_T' ergibt sich zu:

$$H_T' = \frac{H_T}{A} \\ = \frac{201,96 \text{ W / K}}{490,15 \text{ m}^2}$$

$$H_T' = 0,412 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

3.4. Ermittlung des Lüftungswärmeverlustes

Eine Reduzierung der Luftwechselrate wurde eingerechnet. Diese Festlegung bedeutet, dass das Gebäude nach Fertigstellung im Hinblick auf die Gebäudedichtheit messtechnisch überprüft werden muss und zur Erfüllung der Anforderungen die Höchstwerte nicht überschritten werden dürfen. Das Gebäude wird über die Fenster gelüftet, d.h. der Wert von $n_{50} = 3 \text{ h}^{-1}$ darf nicht überschritten werden.

Es ergibt sich ein Lüftungswärmeverlust von:

$$H_V = 0,163 \cdot V_e \\ H_V = 0,163 \cdot 680,35 \text{ W/K}$$

$$H_V = 110,90 \text{ W/K}.$$

3.5. Ermittlung der solaren Wärmegewinne

Die solaren Wärmegewinne betragen mit $g_i = 0,58$:

$$Q_S = \sum (I_s)_{j,HP} \cdot \sum 0,567 \cdot g_i \cdot A_i$$

$Q_{S,N}$	$= 100 \cdot 0,567 \cdot 0,58 \cdot 5,10$	$= 167,72 \text{ kWh/a}$
$Q_{S,O/W}$	$= 155 \cdot 0,567 \cdot 0,58 \cdot 20,92$	$= 1.066,36 \text{ kWh/a}$
$Q_{S,S}$	$= 270 \cdot 0,567 \cdot 0,58 \cdot 20,24$	$= 1.797,15 \text{ kWh/a}$
$Q_{S,S,DF}$	$= 270 \cdot 0,567 \cdot 0,58 \cdot 2,18$	$= 193,57 \text{ kWh/a}$
$Q_{S,N,DF}$	$= 100 \cdot 0,567 \cdot 0,58 \cdot 3,28$	$= 107,87 \text{ kWh/a}$

$$Q_S = 3332,16 \text{ kWh/a}.$$

Die Ausrichtung der Fenster in einer der vier Himmelsrichtungen ist mit dem Indize "N", "S" bzw. "O/W" gekennzeichnet. Der Index "DF" bezeichnet die Dachfenster.

3.6. Ermittlung der internen Wärmegewinne

Die inneren Wärmegewinne ergeben sich zu:

$$Q_i = 22 \cdot A_N$$

$$Q_i = 22 \cdot 217,7 \text{ kWh/a}$$

$$Q_i = 4789,72 \text{ kWh/a.}$$

3.7. Ermittlung des vorhandenen Jahresheizwärmebedarfs Q_h und des bezogenen Jahresheizwärmebedarfs q_h .

Der Jahresheizwärmebedarf Q_h wird aus den bisher berechneten Zwischenergebnissen H_T , H_V , Q_S und Q_i ermittelt:

$$Q_h = 66 (H_T + H_V) - 0,95 (Q_S + Q_i).$$

$$Q_h = 66 (201,958 + 110,90) - 0,95 (3332,16 + 4789,72).$$

$$Q_h = 12932,73 \text{ kWh/a}$$

Aus dem absoluten Kennwert Q_h wird der auf die Nutzfläche A_N bezogene Jahresheizwärmebedarf q_h ermittelt:

$$q_h = Q_h / A_N.$$

$$q_h = 12932,73 \text{ kWh/a} / 217,71 \text{ m}^2$$

$$q_h = 59,402 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

4. Vierter Schritt: Ermittlung der vorhandenen Werte für: Q_P , q_P und e_P

4.1. Bewertung der Wärmeenergien der Trinkwarmwasserbereitung

Wärmebedarf Trinkwasser

Der Trinkwarmwasserbedarf wird in der Energieeinsparverordnung auf 12,5 kWh/(m²a) festgelegt:

$$q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Wärmeverluste Übergabe des Trinkwarmwassers

Das Berechnungsverfahren berechnet den Aufwand der Trinkwarmwassererwärmung bis zu den Zapfstellen. Verluste der Armaturen werden dem Nutzen zugerechnet. Aus diesem Grund werden die Verluste der Übergabe an den Nutzer gleich Null gesetzt. Nach Tabelle C.1-1 der DIN V 4701 Teil 10 ergibt sich:

$$q_{TW,ce} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Wärmeverlust der Verteilung für Trinkwarmwasser und Zirkulationsleitungen

In der DIN V 4701 Teil 10 werden Kennwerte für zentrale Verteilsysteme (Tabelle C.1-2a und C.1-2b) und für wohnungs- und dezentrale Systeme (Tabelle C.1-2c) angegeben. Für die gegebene zentrale Anlage mit Verteilung innerhalb der thermischen Hülle und mit Zirkulationsanschluss ergibt sich aus Tabelle C.1-2a:

$$q_{TW,d} = 8,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}.$$

Ein Teil der Verlustwärme der Rohrleitungen kommt der Raumheizung zugute und kann als Heizwärmegutschrift angerechnet werden. Aus Tabelle C.1-2a ergibt sich eine Heizwärmegutschrift von:

$$q_{h,TW,d} = 3,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Wärmeverlust für die Speicherung des Trinkwarmwassers

Bei der Berechnung des flächenbezogenen Wärmeverlustes für die Speicherung des Trinkwarmwassers wird unterschieden, ob der Speicher innerhalb oder außerhalb der gedämmten Gebäudehülle aufgestellt wird. Außerdem werden die Verluste für verschiedene Speichertypen in Tabelle C.1-3a der DIN V 4701 Teil 10 unterschiedlich hoch veranschlagt. Für das betrachtete Beispiel mit indirekt beheiztem Speicher ergibt sich ein Speicherverlust von:

$$q_{TW,s} = 2,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}.$$

Wenn der Speicher innerhalb der gedämmten Gebäudehülle aufgestellt ist, kann ein Teil der Speicherverluste als Heizwärmegutschrift auf den Heizwärmebedarf angerechnet werden. Es ergibt sich nach Tabelle C.1-3a eine Gutschrift von:

$$q_{h,TW,s} = 1,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}.$$

Deckungsanteile für die Trinkwassererwärmung

Erfolgt die Trinkwassererwärmung durch mehrere Wärmeerzeuger, so muss der Deckungsanteil der verschiedenen Teilsysteme bestimmt werden. Typische Anlagenkombinationen sind in Tabelle C.1-4a der DIN V 4701 Teil 10 dargestellt. Bei dem betrachteten Beispiel erfolgt die Trinkwarmwasserbereitung zu 100 % mit Hilfe des Gasbrennwertkessels. Der Deckungsanteil ist:

$$\alpha_{TW,g} = 1,0.$$

Wärmeerzeugeraufwandszahl für die Trinkwassererwärmung

Der Aufwand der Wärmeerzeugung der Trinkwassererwärmung wird mit Hilfe der Tabellen C.1-4b bis C.1-4e der DIN V 4701 Teil 10 in Abhängigkeit vom Heizsystem und der Nutzfläche ermittelt. Bei dem betrachteten Beispiel handelt es sich um eine Anlage mit Brennwertkessel. Aus Tabelle C.1-4b ergibt sich eine Wärmeerzeugeraufwandszahl von:

$$e_{TW,g} = 1,14.$$

Berechnung des Endenergiebedarfs der Wärme für die Trinkwassererwärmung
Die Endenergie für die Trinkwarmwasserbereitung berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$q_{TW,E} = (q_{tw} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s}) \cdot \Sigma(e_{TW,g} \cdot \alpha_{TW,g})$$
$$q_{TW,E} = (12,5 + 0,0 + 8,5 + 2,9) \cdot (1,18 \cdot 1,0)$$

$$q_{TW,E} = 27,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Ermittlung des Primärenergiefaktors

Die Primärenergiefaktoren für die Endenergiebereitstellung sind in Tabelle C.4-1 der DIN V 4701 Teil 10 angegeben. Für den im Beispiel betrachteten Energieträger Erdgas beträgt der Primärenergiefaktor:

$$f_P = 1,1.$$

Primärenergieaufwand der Wärme für die Trinkwassererwärmung

In dem betrachteten Beispiel ergibt sich $q_{TW,P}$ zu:

$$q_{TW,P} = (q_{tw} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s}) \cdot \Sigma(e_{TW,g} \cdot \alpha_{TW,g} \cdot f_P)$$
$$q_{TW,P} = (12,5 + 0,0 + 8,5 + 2,9) \cdot (1,18 \cdot 1,0 \cdot 1,1)$$

$$q_{TW,P} = 29,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

4.2. Bewertung der Hilfsenergien der Trinkwarmwasserbereitung

Hilfsenergiebedarf der Übergabe für die Trinkwassererwärmung

Die Hilfsenergien bei der Übergabe des Trinkwassers werden in Tabelle C.1-1 der DIN V 4701 Teil 10 wie folgt vereinbart:

$$q_{TW,ce,HE} = 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Hilfsenergiebedarf für Trinkwarmwasser- und Zirkulationsleitungen

Der Energiebedarf der Verteilung wird in Tabelle C.1-2b der DIN V 4701 Teil 10 dargestellt. Für Systeme ohne Zirkulationsleitung ist $q_{TW,d,HE} = 0$. In dem betrachteten Beispiel ergibt sich ein Hilfsenergiebedarf für eine Anlage mit Zirkulationspumpe von:

$$q_{TW,d,HE} = 0,62 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Hilfsenergiebedarf der Speicherung für die Trinkwassererwärmung

Der Stromaufwand für die Speicherladepumpe bei indirekt beheizten Speichern ist in Tabelle C.1-3b der DIN V 4701 Teil 10 dargestellt. Für Elektrospeichersysteme und direkt gasbeheizte Trinkwasserspeicher ist der Hilfsenergieaufwand für die Speicherung mit Null anzunehmen. Für die Anlage mit dem indirekt beheizten Speicher ergibt sich ein Hilfsenergiebedarf für die Speicherladepumpe von:

$$q_{TW,s,HE} = 0,06 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Deckungsanteile für die Trinkwassererwärmung

Erfolgt die Trinkwassererwärmung durch mehrere Wärmeerzeuger, so muss der Deckungsanteil der verschiedenen Teilsysteme bestimmt werden. Typische Anlagenkombinationen sind in Tabelle C.1-4a der DIN V 4701 Teil 10 dargestellt. Bei dem betrachteten Beispiel erfolgt die Trinkwarmwasserbereitung zu 100 % mit Hilfe des Gasbrennwertkessels. Der Deckungsanteil ist:

$$\alpha_{TW,g} = 1,0.$$

Hilfsenergiebedarf für die Wärmeerzeugung der Trinkwassererwärmung

Der Hilfsenergiebedarf für die Wärmeerzeugung wird in den Tabellen C.1-4b bis C.1-4f der DIN V 4701 Teil 10 für verschiedene Systeme dargestellt. Für das betrachtete Beispiel mit dem Gasbrennwertkessel ergibt sich:

$$q_{TW,g,HE} = 0,20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Berechnung des Endenergiebedarfs der Hilfsenergien für die Trinkwassererwärmung

Der Endenergiebedarf für die benötigte Hilfsenergie zur Trinkwarmwasserbereitung berechnet sich aus den zuvor ermittelten Werten mit Hilfe von folgender Gleichung:

$$q_{TW,HE,E} = q_{TW,ce,HE} + q_{TW,d,HE} + q_{TW,s,HE} + \sum(\alpha_{TW,g} \cdot q_{TW,g,HE})$$
$$q_{TW,HE,E} = 0,00 + 0,62 + 0,06 + (1,0 \cdot 0,20)$$

$$q_{TW,HE,E} = 0,88 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Ermittlung des Primärenergiefaktors

Der Primärenergiefaktor für die elektrischen Hilfsenergien ergibt sich aus Tabelle C.4-1 der DIN V 4701 Teil 10 für den Energieträger Strom zu:

$$f_P = 3,0.$$

Primärenergieaufwand der Hilfsenergien für die Trinkwassererwärmung

In dem betrachteten Beispiel ergibt sich $q_{TW,HE,P}$ zu:

$$q_{TW,HE,P} = q_{TW,ce,HE} + q_{TW,d,HE} + q_{TW,s,HE} + \sum(\alpha_{TW,g} \cdot q_{TW,g,HE} \cdot f_P)$$
$$q_{TW,HE,P} = 0,00 + 0,62 + 0,06 + (1,0 \cdot 0,20 \cdot 3,0)$$

$$q_{TW,HE,P} = 2,64 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

4.3. Berechnung des Gesamtprimärenergiebedarfs der Trinkwarmwasserbereitung

Der Gesamtprimärenergieaufwand für Trinkwarmwasser ergibt sich aus der Summe des flächenbezogenen Primärenergieaufwandes für Wärme und Hilfsenergie multipliziert mit der Nutzfläche A_N :

$$Q_{TW,P} = [\sum q_{TW,P} + \sum q_{TW,HE,P}] \cdot A_N$$
$$Q_{TW,P} = [29,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) + 2,64 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \cdot 217,71 \text{ m}^2$$

$$Q_{TW,P} = 7098 \text{ kWh/a.}$$

4.4. Bewertung der Lüftung

Es ist keine Lüftungsanlage vorhanden. Daher werden alle Kennwerte (Wärmeverluste und Hilfsenergiebedarf) für die Lüftung zu null gesetzt. Eine Lüftungsanlage würde mit Hilfe der Tabellen C.2-1 bis C.2-4 der DIN V 4701 Teil 10 bewertet. Die Berechnung erfolgt ebenfalls getrennt nach Wärmeenergien und Hilfsenergien.

Im betrachteten Beispiel ergibt sich:

- für die Endenergie der Wärmeenergien: $q_{L,E} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- für die Primärenergie der Wärmeenergien: $q_{L,P} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- für die Endenergie der Hilfsenergien: $q_{L,HE,E} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- für die Primärenergie der Hilfsenergien: $q_{L,HE,P} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Die absolute Primärenergie für die Hilfs- und Wärmeenergien der Lüftung beträgt:

$$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a.}$$

4.5. Bewertung der Wärmeenergien der Heizung

Heizwärmegutschrift aus der Trinkwarmwasserbereitung

Aus der Wärmeverteilung und Speicherung des Trinkwarmwassers konnten für die Heizung Wärmemengen gutgeschrieben werden:

$$q_{h,TW,d} = 3,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) \text{ und}$$
$$q_{h,TW,s} = 1,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Zusammen ist dies ein Wert von:

$$q_{h,TW} = q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$$
$$q_{h,TW} = 3,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) + 1,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$q_{h,TW} = 5,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Heizwärmegutschrift Lüftung

Wenn das Gebäude mit Lüftungsanlagen ausgestattet ist, die einen Teil des Heizwärmebedarfes decken, so wird dieser bei der Berechnung des Primärenergieaufwandes Heizung berücksichtigt. Bei dem im Gebäude betrachteten Beispiel ist keine Lüftungsanlage vorhanden, es ergibt sich:

$$q_{h,L} = 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Wärmeverluste bei der Übergabe der Heizwärme an den Raum

Die Trägheit und Regelungenauigkeit des Wärmeabgabesystems, das die Wärme vom Wärmetransportmedium an die Raumluft übergibt, führt teilweise zu einer unerwünschten Erhöhung der Raumtemperatur, zu einer Verlängerung der realen Heizzeit und zu einem gegebenenfalls erhöhtem Ablüften. Dadurch steigt der Wärmeverlust, welches durch die Größe q_{ce} berücksichtigt wird. Werte sind in Tabelle C.3-1 der DIN V 4701 Teil 10 angegeben. Für das betrachtete Beispiel mit Fußbodenheizung und Einzelraumregelung (2 K) ergibt sich:

$$q_{ce} = 3,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Wärmeabgabe der Verteilung für das Heizsystem

Die Wärmeabgabe der Verteilung lässt sich als flächenbezogene Größe q_d direkt aus den Tabellen C.3-2a und C.3-2b der DIN V 4701 Teil 10 ablesen. Die Wärmeabgabe ist für die Heizkreis-Auslegungstemperaturen 90/70 °C, 70/55 °C, 55/45 °C und 35/28 °C in Abhängigkeit von der Nutzfläche A_N und den weiteren Einflussgrößen "Lage der horizontale Verteilung" und "Lage der Verteilungsstränge" tabelliert. Für das betrachtete ergibt sich für die Wärmeabgabe der Verteilung:

$$q_d = 0,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Wärmeabgabe der Speicherung für das Heizsystem

Der Aufwand für die Speicherung (z.B. Pufferspeicher bei Wärmepumpenanlagen) wird in Tabelle C.3-3 der DIN V 4701 Teil 10 als flächenbezogene Größe für verschiedene Aufstellorte und Systemtemperaturen in Abhängigkeit der Gebäudenutzfläche A_N dargestellt. Dieser Verlust tritt auf, wenn in der Heizungsanlage ein zusätzlicher Speicher benötigt wird (kein Trinkwarmwasserspeicher!). Für die im Beispiel betrachtete Anlage wird kein zusätzlicher Speicher benötigt, es ergibt sich ein Speicherverlust von:

$$q_s = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Deckungsanteile für die Heizung

Mehrere Wärmeerzeuger können zur Deckung des Jahresheizenergiebedarfs eines Bereichs eingesetzt werden (z.B. Kessel mit Wärmepumpe, elektrische Zusatzheizung, Solaranlagen). Hierzu muss bestimmt werden, welcher Anteil jeder Wärmeerzeuger zur Deckung des Jahresheizwärmebedarfs beiträgt. Die Deckungsanteile von gebräuchlichen Wärmeerzeugerkombinationen können anhand Tabelle C.3-4a der DIN V 4701 Teil 10 ermittelt werden. Bei dem zu berechnenden Beispiel ist nur der Gasbrennwertkessel als Wärmeerzeuger vorhanden. Der Deckungsanteil ist:

$$\alpha_g = 1,0.$$

Wärmeerzeugeraufwandszahl für die Heizung

Der Aufwand der Wärmeerzeugung e_g wird in den Tabellen C3-4b bis C3-4e der DIN V 4701 Teil 10 als Wärmeerzeugeraufwandszahl für unterschiedliche Wärmeerzeugungssysteme in Abhängigkeit von der Fläche und den Systemtemperaturen dargestellt. Für das betrachtete Beispiel mit Gasbrennwertkessel innerhalb des beheizten Bereiches ergibt sich eine Aufwandzahl für die Heizwärmeerzeugung von:

$$e_g = 0,99.$$

Berechnung des Endenergiebedarfs der Wärme für die Heizung

Die Endenergie für die Raumheizung berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$q_{H,E} = (q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s) \cdot \sum(e_g \cdot \alpha_g)$$
$$q_{H,E} = (59,4 - 5,1 - 0,0 + 3,3 + 0,5 + 0,0) \cdot (0,99 \cdot 1,0)$$

$$q_{H,E} = 57,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Ermittlung des Primärenergiefaktors f_P

Die Primärenergiefaktoren für die Endenergiebereitstellung sind in Tabelle C.4-1 der DIN V 4701 Teil 10 angegeben. Für den im Beispiel betrachteten Energieträger Erdgas beträgt der Primärenergiefaktor:

$$f_P = 1,1.$$

Primärenergieaufwand der Wärme für die Heizung

In dem betrachteten Beispiel ergibt sich q_P zu:

$$\begin{aligned} q_{H,P} &= (q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s) \cdot \Sigma(e_g \cdot \alpha_g \cdot f_P) \\ q_{H,P} &= (59,4 - 5,1 - 0,0 + 3,3 + 0,5 + 0,0) \cdot (0,99 \cdot 1,0 \cdot 1,1) \\ q_{H,WE,P} &= 63,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}). \end{aligned}$$

4.6. Bewertung der Hilfsenergien der Heizung

Hilfsenergiebedarf der Übergabe für die Heizung

Die Hilfsenergien bei der Übergabe der Heizwärme ergeben sich nach Abschnitt C.3-1 der DIN V 4701 Teil 10 für das Beispiel mit Einzelraumregelung zu:

$$q_{ce,HE} = 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Hilfsenergiebedarf der Wärmeverteilung für die Heizung

Der Hilfsenergiebedarf der Wärmeverteilung (der Energiebedarf der Umwälzpumpen) wird in Tabelle C.3-2 der DIN V 4701 Teil 10 für die Auslegungstemperaturspreizungen 20, 15, 10 und 7 K angegeben. Dabei wird beim Einsatz von drehzahlgeregelten Pumpen ein in der Praxis für Gebäude mit einer Heizlast unter 25 kW durchaus nicht typischer, geringerer Energiebedarf als bei ungeregelten Pumpen angesetzt. In diesem Beispiel handelt es sich um eine Anlage mit geregelter Pumpe und einer Temperaturspreizung von 7 K. Daraus ergibt sich ein Hilfsenergiebedarf für die Wärmeverteilung von:

$$q_{d,HE} = 1,75 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Hilfsenergiebedarf der Wärmespeicherung für die Heizung

Hilfsenergiebedarf Wärmespeicherung fällt nur an, wenn ein zusätzlicher Speicher mit eigener Ladepumpe vorhanden ist. Kennwerte sind in Tabelle C.3-3 der DIN V 4701 Teil 10 zusammengestellt. Bei Anlagen ohne zusätzlichen Speicher ist der Hilfsenergiebedarf Wärmespeicherung:

$$q_{s,HE} = 0,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Deckungsanteile für die Heizung

Bei dem zu berechnenden Beispiel ist nur der Gasbrennwertkessel als Wärmeerzeuger vorhanden. Der Deckungsanteil beträgt nach Tabelle C.3-4a der DIN V 4701 Teil 10:

$$\alpha_g = 1,0.$$

Hilfsenergiebedarf der Wärmeerzeugung für die Heizung

Der Hilfsenergiebedarf der Wärmeerzeugung $q_{g,HE}$ wird in den Tabellen C3-4b bis C3-4e der DIN V 4701 Teil 10 für unterschiedliche Wärmeerzeugungssysteme in Abhängigkeit von der Fläche dargestellt. Für das betrachtete Beispiel mit dem Gasbrennwertkessel ergibt sich ein Hilfsenergiebedarf für die Heizwärmeerzeugung von:

$$q_{g,HE} = 0,55 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Berechnung des Endenergiebedarfs der Hilfsenergien für die Heizung

Der Endenergiebedarf für die benötigte Hilfsenergie der Heizung berechnet sich aus den zuvor ermittelten Werten mit Hilfe von folgender Gleichung:

$$\begin{aligned} q_{H,HE,E} &= q_{ce,HE} + q_{d,HE} + q_{s,HE} + \sum(\alpha_g \cdot q_{g,HE}) \\ q_{H,HE,E} &= 0,0 + 1,75 + 0,0 + (1,0 \cdot 0,55) \\ q_{H,HE,E} &= 2,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}). \end{aligned}$$

Ermittlung des Primärenergiefaktors

Der Primärenergiefaktor für die elektrischen Hilfsenergien ergibt sich aus Tabelle C.4-1 der DIN V 4701 Teil 10 für den Energieträger Strom zu:

$$f_P = 3,0.$$

Primärenergieaufwand der Hilfsenergien für die Heizung

In dem betrachteten Beispiel ergibt sich $q_{HE,P}$ zu:

$$\begin{aligned} q_{H,HE,P} &= [q_{ce,HE} + q_{d,HE} + q_{s,HE} + \sum(\alpha_g \cdot q_{g,HE})] \cdot f_P \\ q_{H,HE,P} &= [0,0 + 1,75 + 0,0 + (1,0 \cdot 0,55)] \cdot 3,0 \end{aligned}$$

$$q_{H,HE,P} = 6,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

4.7. Berechnung des Gesamtprimärenergiebedarfs der Heizung

Der Gesamtprimärenergieaufwand für die Raumheizung ergibt sich aus der Summe des flächenbezogenen Primärenergieaufwandes für Wärme und Hilfsenergie multipliziert mit der Nutzfläche A_N :

$$\begin{aligned} Q_{H,P} &= [\sum q_{H,WE,P} + \sum q_{H,HE,P}] \cdot A_N \\ Q_{H,P} &= [63,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) + 6,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \cdot 217,71 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_{H,P} = 15302 \text{ kWh/a.}$$

4.8. Jahresprimärenergiebedarf für das Gebäude

Der auf die Nutzfläche bezogene Gesamtprimärenergiebedarf ergibt sich wie folgt aus den vorher bestimmten Teilergebnissen:

$$\begin{aligned} q_P &= (q_{H,P} + q_{H,HE,P}) + (q_{L,P} + q_{L,HE,P}) + (q_{TW,P} + q_{TW,HE,P}) \\ q_P &= (63,3 + 6,9) + (0,0 + 0,0) + (29,9 + 2,6) \end{aligned}$$

$$q_P = 102,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}).$$

Der Jahresprimärenergiebedarf ergibt sich analog aus den Teilergebnissen der Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung:

$$Q_P = (Q_{H,P}) + (Q_{L,P}) + (Q_{TW,P})$$

$$Q_P = (15302 \text{ kWh/a}) + (0 \text{ kWh/a}) + (7098 \text{ kWh/a})$$

$$Q_P = 22400 \text{ kWh/a.}$$

4.9. Berechnung der Anlagenaufwandszahl

Die Anlagenaufwandszahl beträgt:

$$e_P = \frac{q_P}{q_h + q_{tw}}$$

$$= \frac{102,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})}{59,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) + 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})}$$

$$= 1,43$$

4.10. Jahresendenergiebedarf für das Gebäude

Für die Ausstellung des Energiebedarfsausweises wird die Jahresendenergiemenge - getrennt nach Energieträgern - benötigt. Aus den Zwischenergebnissen der Kapitel 4.1 bis 4.7 ergibt sich die Zusammenstellung in Tabelle 4.1.

Energieträger Gas:	
Endenergie der Wärme der Trinkwarmwasserbereitung:	$q_{TW,E} = 27,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Endenergie der Wärme der Lüftung:	$q_{L,E} = 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Endenergie der Wärme der Heizung:	$q_{H,E} = 57,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Summe	$q_{E, Gas} = 84,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Energieträger Strom:	
Endenergie der Hilfsenergien der Trinkwarmwasserbereitung:	$q_{TW,HE,E} = 0,88 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Endenergie der Hilfsenergien der Lüftung	$q_{L,HE,E} = 0,00 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Endenergie der Hilfsenergien der Heizung:	$q_{H,HE,E} = 2,30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Summe	$q_{E, Strom} = 3,18 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabelle 4.1 Endenergien nach Energieträger für das EFH

4.11. Das graphische Verfahren

Die Anlage, die für das Gebäude geplant ist, wird im Beiblatt 1 der DIN V 4701 Teil 10 abgebildet. Mit dem berechneten Jahresheizwärmebedarf von $q_h = 59,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und der Nutzfläche $A_N = 217,71 \text{ m}^2$ können die wichtigen Energiekennwerte auch aus dem Anlagendatenblatt interpoliert werden.

In Bild 4.1 und Bild 4.2 ist ein beispielhaftes Datenblatt abgebildet, das von der Autorin K. Jagnow erstellt wurde. Die entsprechenden Felder in den Tabellen, zwischen denen linear interpoliert werden muss, sind schwarz markiert.

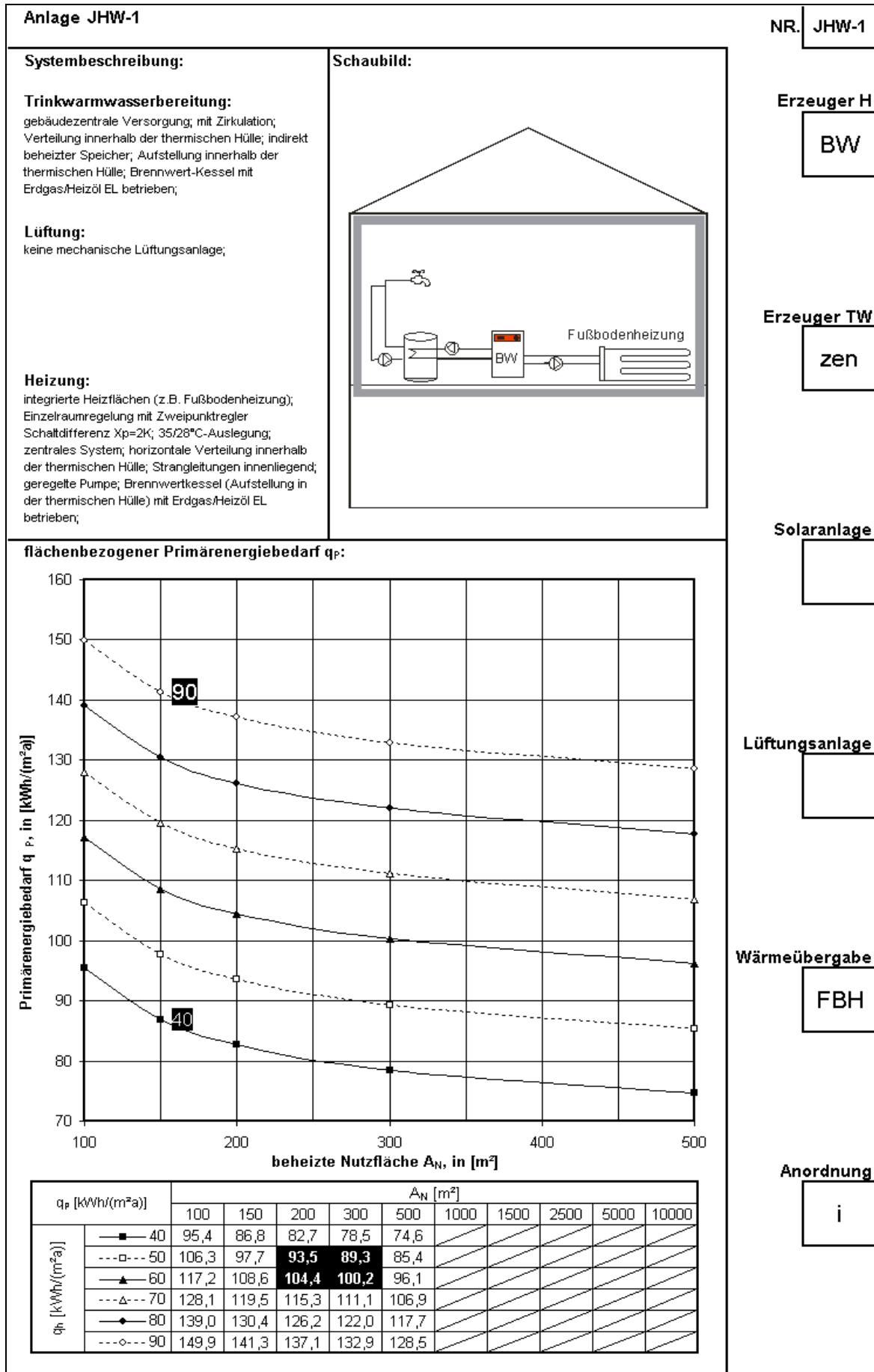


Bild 4.1 Anlagendatenblatt Vorderseite

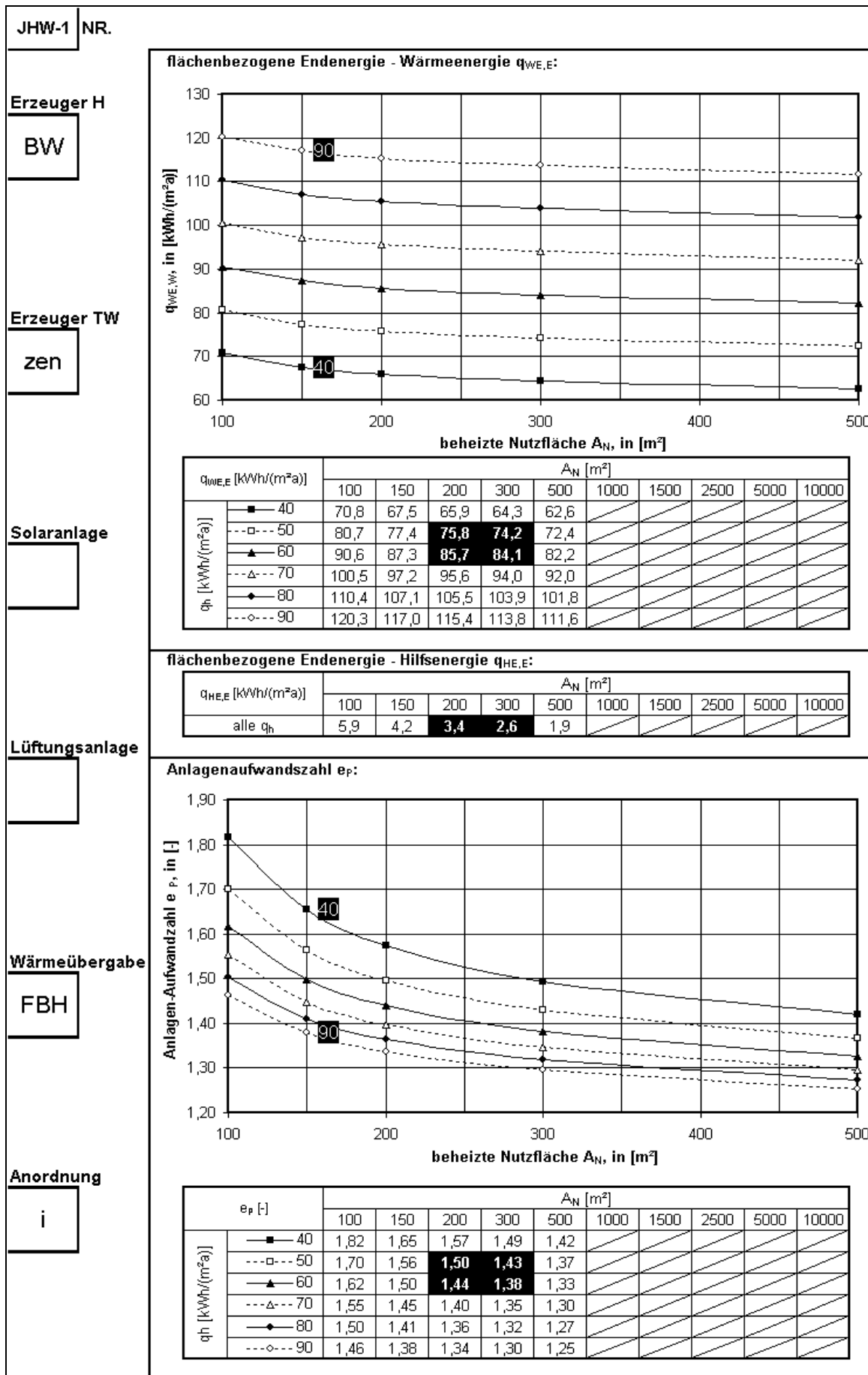


Bild 4.2 Anlagendatenblatt Rückseite

Der gesuchte Wert "y" (dies kann q_p , $q_{WE,E}$, $q_{HE,E}$ oder e_p sein), der innerhalb des jeweils schwarz markierten Bereiches liegt, ergibt sich durch lineare Interpolation folgendermaßen:

$$y = y_{ob,li} + f_{AN} \cdot (y_{ob,re} - y_{ob,li}) + f_{qh} \cdot (y_{un,li} - y_{ob,li}) + f_{AN} \cdot f_{qh} \cdot (y_{ob,li} - y_{un,li} + y_{un,re} - y_{ob,re})$$

mit

$$f_{AN} = (A_{N,kleiner} - A_N) / (A_{N,kleiner} - A_{N,größer}) \text{ und}$$

$$f_{qh} = (q_{h,kleiner} - q_h) / (q_{h,kleiner} - q_{h,größer}) .$$

Dabei sind A_N und q_h die beiden Größen, für die der Wert y gesucht wird. Die mit "ob,li", "un,li", "ob,re" und "un,re" indizierten Größen y in der Formel stehen im schwarz markierten Bereich jeweils oben links, unten links, oben rechts oder unten rechts. Die mit "kleiner" und "größer" gekennzeichneten Nutzflächen A_N bzw. Heizwärmebedarfswerte q_h sind als nächstkleinere bzw. -größere tabellierte Werte zu verstehen.

5. Fünfter Schritt: Vergleich der vorhandenen Werte mit den Höchstwerten

Der vorhandene bezogene Jahresprimärenergiebedarf q_p beträgt (siehe Kapitel 4.8):
 $q_{p,IST} = 102,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Der nach EnEV 2002 maximal zulässige Höchstwert beträgt (siehe Kapitel 2.3):
 $Q_p'' = 113,36 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Der vorhandene Wert ist kleiner als der Höchstwert. Die Hauptanforderung ist somit erfüllt! Der Höchstwert des Jahresprimärenergiebedarfs wird um 10,3 % unterschritten.

Der vorhandene spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H_T' beträgt (siehe Kapitel 3.3):

$$H_{T',IST} = 0,412 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Der nach EnEV 2002 maximal zulässige Höchstwert beträgt (siehe Kapitel 2.3):
 $H_T' = 0,508 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Der vorhandene Wert ist kleiner als der Höchstwert. Die Nebenanforderung ist somit erfüllt! Der Höchstwert des auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes wird um 18,9 % unterschritten.

Haupt- und Nebenanforderung sind somit erfüllt. Das Gebäude erfüllt die Auflagen der EnEV.

6. Sechster Schritt: Nachweis der Gebäudedichtheit

Da in diesem Beispiel die Luftwechselrate reduziert wurde, muss die Gebäudedichtheit nachgewiesen werden und die Anforderungen gemäß Energieeinsparverordnung bei der Überprüfung der Gebäudedichtheit eingehalten werden.

Unabhängig von der Reduzierung der Luftwechselrate wird aber empfohlen, zu einem **möglichst frühen Zeitpunkt** der Realisierung eine Luftdichtheitsmessung durchzuführen und zwar aus folgenden Gründen:

- Aufspüren von Orten mit gerichteten Luftströmungen (Zugluft),
- kostengünstige Nachbesserung von noch vorhandenen Undichtheiten,
- Rechtsstreitigkeiten kann begegnet werden,
- der gemessene Wert weist die überprüfte Qualität des Gebäudes aus und erhöht ggf. den Wiederverkaufswert (zertifizierte Immobilie).

7. Siebter Schritt: Energiebedarfsausweis

Zum Abschluss des Nachweises ist der Energiebedarfsausweis auszustellen. Ein Beispiel zeigt Bild 7.1.

I. Objektbeschreibung			
Bezeichnung EFH		Nutzungsart <input checked="" type="checkbox"/> Wohngebäude <input type="checkbox"/>	
Postleitzahl: 30608	Ort: Musterstadt	Straße: Siegener Landstraße	Hausnummer: 21
Gemarkung 183/85	Flurstück Nr. 5741		Baujahr 2002
Geometrische Eigenschaften des Gebäudes:			
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A		beheiztes Volumen V _e	Verhältnis A/V _e
490,15 m ²	217,71 m ²	680,35 m ³	0,72 m ⁻¹
Überwiegend eingesetzte Energieträger:		Erdgas	
Art der Warmwasserbereitung:		zentral mit Erdgas	
Nutzung erneuerbarer Energien durch:		nein, 0 % des Jahresprimärenergiebedarfs des Gebäudes	
II. Energiebedarf			
Jahresprimärenergiebedarf			
Höchstwert für das Gebäude nach § 3 Abs. 1 i.V.m. Anhang 1 Nr. 1 EnEV:		Für das Gebäude berechneter Wert nach § 3 Abs. 2 i.V.m. Anhang 1 Nr. 2 oder 3 EnEV:	
113,36 kWh/(m ² a)		102,7 kWh/(m ² a)	
Endenergiebedarf für die eingesetzten Energieträger berechnet nach Anhang 1 Nr. 2 oder 3 EnEV i.V.m. DIN V 4701 Teil 10			
Energieträger		Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) oder kWh/(m ² a)	
1.	Erdgas H	84,7 kWh/(m ² a)	
2.	Strom	3,18 kWh/(m ² a)	
3.	-		
4.	-		

Hinweise:		
Die in diesem Energiebedarfsausweis angegebenen Werte des Jahresprimärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperaturen, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegewinne und des Warmwasserbedarfes zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701 Teil 10 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108 Teil 6 Anhang D festgelegt.		
Vereinfachend gilt: 10 kWh Endenergie entsprechen etwa 1 m ³ Erdgas oder 1 l Heizöl.		
III. Weitere energiebezogene Merkmale		
Spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmeverlust		
Höchstwert für das Gebäude nach § 3 Abs. 1 i.V.m. Anhang 1 Nr. 1 EnEV:		Für das Gebäude berechneter Wert nach § 3 Abs. 2 i.V.m. Anhang 1 Nr. 2 oder 3 EnEV:
0,508 W/(m ² ·K)		0,412 W/(m ² ·K)
Anlagentechnik		
Anlagenaufwandszahl e _p nach Anhang 1 Nr. 2 oder 3 EnEV i.V.m. DIN V 4701 Teil 10 Nr. 4.2.6	1,43	<input checked="" type="checkbox"/> Berechnungsblätter sind als Anlage beigefügt
<input checked="" type="checkbox"/> Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 12 Abs. 5 i.V.m. Anhang 5 EnEV begrenzt		
Ansatz zur Berücksichtigung von Wärmebrücken		
<input type="checkbox"/> pauschal mit 0,10 W/(m ² ·K)	<input checked="" type="checkbox"/> pauschal mit 0,05 W/(m ² ·K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2	<input type="checkbox"/> mit differenziertem Nachweis <input type="checkbox"/> Berechnungen sind als Anlage beigefügt
Dichtheit des Gebäudes und Lüftungskonzept		
<input type="checkbox"/> ohne Nachweis	<input checked="" type="checkbox"/> mit Nachweis nach Anhang 4 Nr. 2 EnEV <input checked="" type="checkbox"/> Messprotokoll ist als Anlage beigefügt	
Der Mindestluftwechsel des Gebäudes nach § 5 Abs. 2 EnEV erfolgt durch		
<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input type="checkbox"/> mechanische Lüftung	<input type="checkbox"/> andere Lüftungsart:
Angaben zum sommerlichen Wärmeschutz nach § 3 Abs. 4 EnEV		
<input checked="" type="checkbox"/> ein Nachweis über den Wärmeschutz im Sommer ist nicht erforderlich, weil der Fensterflächenanteil 30 % nicht überschreitet	<input type="checkbox"/> für das Gebäude wurde ein Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwertes geführt (gemäß Anhang 1 Nr. 2.9.1 EnEV) <input type="checkbox"/> Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz sind als Anlage beigefügt	<input type="checkbox"/> das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anhang 1 Nr. 2.9.2 ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.
Name, Anschrift und Funktion des Aufstellers		Datum und Unterschrift, ggf. Stempel / Firmenzeichen
A. Müller Neuer Weg 1 30607 Musterstadt Statiker		01.02.2002, Müller

Bild 7.1 Energiebedarfsausweis EFH mit Gasversorgung

Handrechenblätter

Vereinfachtes Verfahren für Wohngebäude gemäß Energieeinsparverordnung				
Ort:	Bauherr:	Angaben zum Wohngebäude:		
Straße:	Architekt:	Einfamilienhaus mit beheiztem Kellertreppenhaus, Gasversorgung		
Gebäudedaten				
A	Summe der Bauteilflächen A	490,14	m²	
V_e	beheiztes Gebäudevolumen V _e	680,36	m³	
A_N	Gebäudenutzfläche A _N = V _e x 0,32	217,71	m²	
A/V_e	Kompaktheitsgrad A/V _e	0,720	m⁻¹	
H_T	Summe Transmissionswärmeverluste H _T	201,958	W/K	
q_h	Bezogener Jahresheizwärmebedarf q _h	59,402	kWh/(m²a)	
Feststellung der geltenden Höchstwerte für das vereinfachte Verfahren für Wohngebäude				
		Q_P^{''}	H_T[']	
1.	Wohngebäude, mehr als 50% Warmwasserbereitung aus elektrischem Strom	$72,94 + 75,29 \times (A/V_e)$	$0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	nein
2.	Wohngebäude, sonstige Warmwasserbereitung	$50,94 + 75,29 \times (A/V_e) + 2600 / (100 + A_N)$	$0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	ja
3.	Gebäude mit mindestens 70% KWK oder regenerativen Energien (selbsttätig befeuerte Wärmeerzeuger)	keine Anforderung	$0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	nein
4.	Gebäude mit mindestens 50% Einzelfeuerstätten oder Wärmeerzeuger, für die es keine Regeln der Technik gibt	keine Anforderung	$0,228 + 0,114 / (A/V_e)$	nein
5.	Ein- und Zweifamilienhäuser mit NT-Kessel (mind. 55/45°C-Auslegung) und monolithischer Außenwandkonstruktion (bis 31.01.2007)	103% von 1. oder 2.	$0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	nein
6.	Gebäude mit Volumen V _e kleiner oder gleich 100 m ³	keine Anforderung	Anforderungen nach Anhang 3 der EnEV	nein
7.	Elektrische Speicherheizsysteme (bis 31.01.2010)	wie 1. oder 2., aber Sonderregelung nach Anhang 1 der EnEV beachten	$0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	nein
Ermittlung des Höchstwertes für den bezogenen Jahres- Primärenergiebedarfs Q _P ^{''}				
Q_P^{''}	$Q_P'' = 50,94 + 75,29 \times (A/V_e) + 2600 / (100 + 217,71)$	Höchstwert	113,36 kWh/(m²a)	
Ermittlung des vorhandenen, bezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs Q _P ^{''}				
q_{P,ist}	siehe Anlage	Ist-Wert	102,70 kWh/(m²a)	
Vergleich zwischen zulässigem und vorhandenem Jahres-Primärenergiebedarf				
$Q_P'' > q_{P,IST}$ $113,36 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} > 102,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$			Die Hauptanforderung ist somit erfüllt.	
Ermittlung des Höchstwertes für den spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust H _T [']				
H_T[']	$H_T' = 0,3 + 0,15 / (A/V_e)$	$= 0,3 + 0,15 / 0,72$	Höchstwert	0,508 W/(m²K)
Ermittlung des vorhandenen spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust H _T [']				
H_T[']_{IST}	$H_T' = H_T/A$	$= 201,958 / 490,14$	Ist-Wert	0,412 W/(m²K)
Vergleich zwischen zulässigem und vorhandenem spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust				
$H_T' \text{ zu } H_{T,IST}'$ $0,508 \text{ W/(m}^2\text{K)} > 0,412 \text{ W/(m}^2\text{K)}$			Die Nebenanforderung ist somit erfüllt	

Tabelle 0.1 EnEV Nachweis EFH mit Gasversorgung

Vereinfachtes Verfahren für Wohngebäude gemäß Anhang A der Energieeinsparverordnung							
Ort:	Bauherr:	Angaben zum Wohngebäude:					
Straße:	Architekt:	Einfamilienhaus mit beheiztem Kellertreppenhaus, Gasversorgung					
Gebäudedaten							
A	Summe der Bauteilflächen A					490,14 m²	
V_e	beheiztes Gebäudevolumen V _e					680,36 m³	
A_N	Gebäudenutzfläche A _N = V _e x 0,32					217,71 m²	
A/V_e	Kompaktheitsgrad A/V _e					0,720 m⁻¹	
Prüfung der Anwendbarkeit des Vereinfachten Verfahrens für Wohngebäude							
	Das Gebäude wird ganz oder deutlich überwiegend zum Wohnen genutzt.					erfüllt	
	Es werden die Angaben der Planungs- und Ausführungsbeispiele der DIN 4108 Bbl 2 eingehalten und bei abweichender Ausführung die Gleichwertigkeit nachgewiesen. Der pauschale Wert von ΔU _{WB} = 0,05W/(m ² K) darf angesetzt werden.					erfüllt	
	Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes						
f	fensterflächenanteil f= A _w /(A _w + A _{AW})	A _w =	54,7	A _{AW} =	299,62	15,4 %	
	Ein Nachweis über den Wärmeschutz im Sommer ist nicht erforderlich, weil der Fensterflächenanteil 30% nicht überschreitet.					erfüllt	
Spezifischer Transmissionswärmeverlust							
	Bauteil	Abm. Faktor [-]	Fläche (Außenmaße) [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Verluste [W/K]	Anmerkungen:	
1	Fenster 1 (1,98x 0,9)	1,0 x	3,56 x	1,7 =	6,052	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
2	Fenster 2 (0,855 x 0,9)	1,0 x	1,55 x	1,7 =	2,627	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
3	Fenster 3 (1,105 x 2,605)	1,0 x	17,27 x	1,6 =	27,632	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
4	Fenster 4 (1,105 x 1,65)	1,0 x	3,65 x	1,6 =	5,840	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
5	Fenster 5 (1,925 x 2,605)	1,0 x	15,04 x	1,6 =	24,064	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
6	Fenster 6 (1,925 x 0,90)	1,0 x	5,20 x	1,7 =	8,840	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2	
7	Haustür	1,0 x	2,96 x	1,4 =	4,144	RV:Alu, Rah: Holz, Glas 1,2, Pa: 4/030	
8	DFF	1,0 x	5,46 x	1,6 =	8,736	Velux Thermo Star	
9	Außenwand SM	1,0 x	176,91 x	0,22 =	38,920	14/040	
10	geneigtes Dach	1,0 x	122,71 x	0,16 =	19,634	22+4/040 mit Holzanteil	
11	Kellerdecke	0,6 x	105,60 x	0,34 =	21,542	3+7/040	
12	Kellertür	0,6 x	1,88 x	1,8 =	2,030	4/0,13	
13	Bodenplatte	0,6 x	5,40 x	0,58 =	1,879	6/040	
14	Kellerinnenwand	0,6 x	22,96 x	0,40 =	5,510	6/040	
			x	x	=		
	Nachweis Wärmebrücken 0,05 x A		490,15 x	0,050 =	24,507		
H_T	Summe Transmissionswärmeverlust				Summe:	=	201,958 W/K
Spezifischer Lüftungswärmeverlust							
	Luftwechselzahl	reduzierte Luftwechselrate, Gebäudedichtheit nachgewiesen: 0,163					
		ohne Nachweis 0,190					
						0,163 1/h	
H_V	Lüftungswärmebedarf H_V	0,163 x	680,36			=	110,898 W/K
	Summe Wärmebedarf = H _T + H _V					=	312,856 W/K
Solare Wärmegewinne							
	Fensterrichtung	Faktor	Fensterfläche (Rohbaumaß) [m ²]	g-Wert [-]	lj [kWh/(m ² a)]	Gewinne [kWh/a]	
	Süd	0,567 x	20,24 x	0,58 x	270 =	1797,154	
	West	0,567 x	11,51 x	0,58 x	155 =	586,703	
	Ost	0,567 x	9,40 x	0,58 x	155 =	479,149	
	Nord	0,567 x	5,10 x	0,58 x	100 =	167,719	
	Nord (Haustür) nur Glasfläche	0,567 x	0,00 x	0,58 x	100 =	0,000	
	DFF Süd	0,567 x	2,18 x	0,58 x	270 =	193,567	
	DFF Nord	0,567 x	3,28 x	0,58 x	100 =	107,866	
Q_S	Solare Wärmegewinne				Summe:	=	3332,158 kWh/a
Interne Wärmegewinne							
Q_I	Interne Wärmegewinne	22 x	217,71			=	4789,720 kWh/a
	Summe nutzbare Wärmegewinne = Q _S + Q _I					=	8121,878 kWh/a
Bezogener Jahresheizwärmebedarf							
Q_n	Jahresheizwärmebedarf	66 x (H _T + H _V) - 0,95 x (Q _I + Q _S)				=	12932,732 kWh/a
q_n	q_n = Q_n / A_N						59,402 kWh/(m²a)

Tabelle 0.2 Jahresheizwärmebedarf EFH mit Gasversorgung

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10 unter Verwendung von Standardkennwerten

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils Einfamilienhaus mit beheiztem Kellertreppenhaus, Gasversorgung

Ort _____ Straße u. Hausnummer _____

Gemarkung _____ Flurstücknummer _____

1. Eingaben

$A_N = 217,71 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 185 \text{ d/a}$

**TRINKWASSER-
ERWÄRMUNG**

HEIZUNG

LÜFTUNG

absoluter Bedarf $Q_{TW} = 2.721 \text{ kWh/a}$ $Q_h = 12.932 \text{ kWh/a}$

bezogener Bedarf $q_{TW} = 12,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ $q_h = 59,40 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

2. Systembeschreibung

Übergabe		integrierte Heizflächen, XP=2K; 35/28°C Auslegung	keine mechanische Lüftung
Verteilung	zentral im beheizten Bereich mit Zirkulation	Verteilung im beheizten Bereich, Steigstränge innenliegend, ger. Pumpe	keine mechanische Lüftung
Speicherung	indirekt beheizt im beheizten Bereich	keiner vorhanden	
Erzeugung	Erzeuger 1 Erzeuger 2 Erzeuger 3	Erzeuger 1 Erzeuger 2 Erzeuger 3	WÜT L/L-WP Heizregister
Deckungsanteil	1,00 0,00 0,00	1,00 0,00 0,00	--- --- ---
Erzeuger	BW-Gaskessel --- ---	BW-Gaskessel --- ---	--- --- ---

3. Ergebnisse der Jahresendenergien und der Jahresprimärenergie

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 5,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 54,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$		
Endenergie	Gas	$Q_{TW,WE,E,Gas} = 5930 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,WE,E,Gas} = 12543 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,WE,E,Gas} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{E,Gas} = 18473 \text{ kWh/a}$
	Öl	$Q_{TW,WE,E,Öl} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,WE,E,Öl} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,WE,E,Öl} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{E,Öl} = 0 \text{ kWh/a}$
	Strom für Wärmeenergie	$Q_{TW,WE,E,Strom} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,WE,E,Strom} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,WE,E,Strom} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{E,Strom} = 0 \text{ kWh/a}$
	Strom für Hilfsenergie	$Q_{TW,HE,E,Strom} = 192 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,HE,E,Strom} = 501 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,HE,E,Strom} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{E,Strom,HE} = 693 \text{ kWh/a}$
		$Q_{TW,WE,E,x} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,WE,E,x} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,WE,E,x} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_{E,x} = 0 \text{ kWh/a}$
Primärenergie	$Q_{TW,P} = 7098 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 15302 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$	$Q_P = 22400 \text{ kWh/a}$	

4. bezogene Jahresendenergien und bezogene Jahresprimärenergie			
$q_{E, Gas}$	$Q_{E, Gas} / A_N$	84,9	kWh/(m ² a)
$q_{E, Öl}$	$Q_{E, Öl} / A_N$	0,0	kWh/(m ² a)
$q_{E, Strom}$	$(Q_{E, Strom} + Q_{E, Strom, HE}) / A_N$	3,2	kWh/(m ² a)
$q_{E, x}$	$Q_{E, x} / A_N$	0,0	kWh/(m ² a)
		q_p	Q_p / A_N 102,9 kWh/a
5. Anlagenaufwandszahl			
		$e_p =$	1,431 [-]
		$e_p = Q_p / (Q_h + Q_{tw})$	

Tabelle 0.3 Deckblatt Anlagentechnik für EFH mit Gasversorgung

TRINKWARMWASSERBEREITUNG			
WÄRME (WE)			
q_{tw}	aus EnEV	[kWh/m ² a]	12,50
$q_{TW, ce}$	Tabelle C.1.1	[kWh/m ² a]	0,00
$q_{TW, d}$	Tabellen C.1.2a bzw. C.1.2c	[kWh/m ² a]	8,47
$q_{TW, s}$	Tabelle C.1.3a	[kWh/m ² a]	2,89
q_{TW}^*	$(q_{tw} + q_{TW, ce} + q_{TW, d} + q_{TW, s})$	[kWh/m ² a]	23,86
		Erzeuger 1	Erzeuger 2
$\alpha_{TW, g}$	Tabelle C.1.4a	[--]	1,00
$e_{TW, g}$	Tabelle C.1.4b, c, d, e oder f	[--]	1,14
$q_{TW, WE, E}$	$q_{TW}^* \times \alpha_{TW, g} \times e_{TW, g}$	[kWh/m ² a]	27,20
f_{PE}	Tabelle C.4.1	[--]	1,10
$q_{TW, WE, P}$	$q_{TW, WE, E} \times f_{PE}$	[kWh/m ² a]	29,92
HILFSENERGIE (HE)			
$q_{TW, ce, HE}$	Tabelle C.1.1	[kWh/m ² a]	0,00
$q_{TW, d, HE}$	Tabelle C.1.2b	[kWh/m ² a]	0,62
$q_{TW, s, HE}$	Tabelle C.1.3b	[kWh/m ² a]	0,06
$\alpha_{TW, g}$	Tabelle C.1.4a	[--]	1,00
$q_{TW, g, HE}$	Tabelle C.1.4b, c, d, e oder f	[--]	0,20
$q_{TW, HE, E}$	$q_{TW, ce, HE} + q_{TW, d, HE} + q_{TW, s, HE} + \sum \alpha_{TW, g} \times q_{TW, g, HE}$	[kWh/m ² a]	0,88
f_P	Tabelle C.4.1	[--]	3,00
$q_{TW, HE, P}$	$\sum q_{TW, HE, E} \times f_P$	[kWh/m ² a]	2,64
Vorgaben			
Q_{tw}	$q_{tw} \times A_N$	2721	[kWh/a]
A_N		217,71	[m ²]
q_{tw}	aus EnEV	12,50	[kWh/m ² a]
Heizwärmegutschriften			
Gutschriften für die Heizung			
$q_{h, TW, d}$	Tabelle C.1.2a	3,81	[kWh/m ² a]
$q_{h, TW, s}$	Tabelle C.1.3a	1,30	[kWh/m ² a]
$q_{h, TW}$	$\sum q_{h, TW, d} + q_{h, TW, s}$	5,11	[kWh/m ² a]
Energiebedarf			
Endenergie der Wärmeenergien			
$Q_{TW, WE, E, Gas}$	$q_{TW, WE, E, Gas} \times A_N$	5922	[kWh/a]
$Q_{TW, WE, E, Öl}$	$q_{TW, WE, E, Öl} \times A_N$	0	[kWh/a]
$Q_{TW, WE, E, Strom}$	$q_{TW, WE, E, Strom} \times A_N$	0	[kWh/a]
$Q_{TW, WE, E, x}$	$q_{TW, WE, E, x} \times A_N$	0	[kWh/a]
$Q_{TW, WE, E}$	$\sum Q_{TW, WE, E}$	5922	[kWh/a]
Primärenergie der Wärmeenergien			
$Q_{TW, WE, P}$	$\sum Q_{TW, WE, P}$	6514	[kWh/a]
Endenergie der Hilfsenergien			
$Q_{TW, HE, E, Strom}$	$\sum q_{TW, HE, E} \times A_N$	192	[kWh/a]
Primärenergie der Hilfsenergien			
$Q_{TW, HE, P}$	$\sum Q_{TW, HE, P}$	575	[kWh/a]
Summe Primärenergie Trinkwarmwasser			
$Q_{TW, P}$	$Q_{TW, HE, P} + Q_{TW, WE, P}$	7089	[kWh/a]

Tabelle 0.4 Bewertung Trinkwarmwasserbereitung EFH mit Gasversorgung

HEIZUNG					
WÄRME (WE)					
q_h	Eingangsgröße	[kWh/m ² a]		59,40	
$q_{h,TW}$	aus Blatt Trinkwarmwasser	[kWh/m ² a]	-	5,11	
$q_{h,L}$	aus Tabellenblatt Lüftung	[kWh/m ² a]		0,00	
$q_{H,ce}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m ² a]	+	3,30	
$q_{H,d}$	Tabellen C.3.2a, b oder d	[kWh/m ² a]		0,53	
$q_{H,s}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m ² a]		0,05	
q^*_H	$(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{H,ce} + q_{H,d} + q_{H,s})$	[kWh/m ² a]		58,17	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{H,g}$	Tabelle C.3.4a	[--]	1,00	0,00	0,00
$e_{H,g}$	Tabelle C.3.4b,c,d oder e	[--]	0,99	0,00	0,00
			↓	↓	↓
$q_{H,WE,E}$	$q^*_H \times e_{H,g} \times \alpha_{H,g}$	[kWh/m ² a]	57,59	0,00	0,00
f_P	Tabelle C.4.1	[--]	1,10	1,10	0,00
$q_{H,WE,P}$	$q_{H,WE,E} \times f_P$	[kWh/m ² a]	63,35	0,00	0,00
HILFSENERGIE (HE)					
$q_{H,ce,HE}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m ² a]	+	0,00	
$q_{H,d,HE}$	Tabelle C.3.2c	[kWh/m ² a]		1,75	
$q_{H,s,HE}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m ² a]		0,00	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4a	[--]	1,00	0,00	0,00
$q_{H,g,HE,i}$	Tabelle C.3.4b-e	[--]	0,55	0,00	0,00
			↓	↓	↓
$q_{H,HE,E}$	$q_{H,ce,HE} + q_{H,d,HE} + q_{H,s,HE} + \sum \alpha_{H,g} \times q_{H,g,HE}$	[kWh/m ² a]	0,55	0,00	0,00
f_P	Tabelle C.4.1	[--]		3,00	
$q_{H,HE,P}$	$\sum q_{H,HE,E} \times f_P$	[kWh/m ² a]		6,90	
Vorgaben					
Q_h	$q_h \times A_N$	12932	[kWh/a]		
A_N	Nutzfläche	217,71	[m ²]		
q_n	bez. Heizwärmebedarf	59,40	[kWh/m ² a]		
Energiebedarf					
Endenergie der Wärmeenergien					
$Q_{H,WE,E,Gas}$	$q_{H,WE,E,Gas} \times A_N$	0	[kWh/a]		
$Q_{H,WE,E,Öl}$	$q_{H,WE,E,Öl} \times A_N$	0	[kWh/a]		
$Q_{H,WE,E,Strom}$	$q_{H,WE,E,Strom} \times A_N$	12538	[kWh/a]		
$Q_{H,WE,E,x}$	$q_{H,WE,E,x} \times A_N$	0	[kWh/a]		
$Q_{H,WE,E}$	$\sum q_{H,WE,E} \times A_N$	12538	[kWh/a]		
Primärenergie der Wärmeenergien					
$Q_{H,WE,P}$	$\sum q_{H,WE,P} \times A_N$	13791	[kWh/a]		
Endenergie der Hilfsenergien					
$Q_{H,HE,E,Strom}$	$\sum q_{H,HE,E} \times A_N$	501	[kWh/a]		
Primärenergie der Hilfsenergien					
$Q_{H,HE,P}$	$\sum q_{H,HE,P} \times A_N$	1502	[kWh/a]		
Summe Primärenergie Heizung					
$Q_{H,P}$	$Q_{H,HE,P} + Q_{H,WE,P}$	15294	[kWh/a]		

Tabelle 0.5 Bewertung Heizung EFH mit Gasversorgung

Quelle: Jagnow, Horschler, Wolff;
Die neue Energieeinsparverordnung 2002;
Deutscher Wirtschaftsdienst; Köln; 2002