

## INHALT

# **KfW 40, 60 oder Passivhaus? – Was steckt hinter den Begriffen? Welcher Energiestandard ist für eine Stadt wie Ulm sinnvoll? Was kann der Stadtrat Bauwilligen zumuten?**

## **1 Der Berechnungsgang der EnEV**

- 1.1 Nutzwärmebedarf Heizung (Heizwärmebedarf)
- 1.2 Nutzwärmebedarf Trinkwasser (Trinkwassererwärmung)
- 1.3 Vom Nutzwärmebedarf zum Endenergiebedarf
- 1.4 Vom Endenergiebedarf zum Primärenergiebedarf

## **2 Energiesparniveaus**

- 2.1 Die Mindestanforderungen der EnEV
- 2.2 Das Energiesparhaus 60 (KfW 60-Haus)
- 2.3 Das Energiesparhaus 40 (KfW 40-Haus)
- 2.4 Das zertifizierte Passivhaus
- 2.5 Sonstige Energiesparniveaus

## **3 Verbesserung des Energiestandards von Wohngebäuden**

- 3.1 Reduzierung des Heizwärmebedarfs
  - 3.1.1 Verbesserung der Dämmqualität, des  $H_T$ -Wertes
- 3.2 Einfluss der Lüftung auf den Heizenergiebedarf
- 3.3 Einfluss der Heiztechnik auf den Endenergiebedarf
  - 3.3.1 Sonnenkollektoren zur Heizungsunterstützung
  - 3.3.2 Wärmepumpe mit Erdwärmenutzung
- 3.4 Einfluss des Energieträgers auf den Primärenergiebedarf
  - 3.5 Wie wirkt sich KfW 40-Qualität der Gebäudehülle ( $H_T - 45\%$ ) auf den Primärenergiebedarf aus?

## **4 Zusammenfassung**

## **5 Welcher Energiestandard ist für Ulm derzeit sinnvoll?**

## **6 Wie kann der Energiestandard in Ulm in Zukunft weiter verbessert werden?**

- 6.1 Gebäudehülle in Passivhausqualität
- 6.2 Zertifiziertes Passivhaus

# KfW 40, 60 oder Passivhaus? – Was steckt hinter den Begriffen? Welcher Energiestandard ist für eine Stadt wie Ulm sinnvoll? Was kann der Stadtrat Bauwilligen zumuten?

Um diese Frage beurteilen zu können, ist es wichtig die Grundzüge der EnEV, der Energieeinsparverordnung, zu verstehen. An Hand der EnEV können die Zusammenhänge leicht verständlich gemacht werden.

Als Beispiel soll ein Einfamilienhaus dienen, gebaut mit Materialien, die heute standardmäßig vom „Häuslesbauer“ eingesetzt werden:

- einschaliges Dämmmauerwerk, 36,5 cm
- Holz- oder Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung 2-fach
- 20 cm Zwischensparrendämmung im Dach
- 8 cm Dämmung vom Keller zum Erdreich
- Die Zentralheizung soll mit Gas betrieben werden



Abb. 1

Die Wohnfläche beträgt 132 m<sup>2</sup>  
Die Nebenräume im Untergeschoss 52 m<sup>2</sup>

Das Untergeschoss ist komplett in die Wärmehülle integriert, wird daher indirekt über das Haus beheizt. So beträgt die „beheizte Fläche“ 132 m<sup>2</sup> + 52 m<sup>2</sup> = 184 m<sup>2</sup>.

## 1 Der Berechnungsgang der EnEV

### 1.1 Nutzwärmebedarf Heizung (Heizwärmebedarf)

Die Wärmeverluste eines Hauses setzen sich aus den Wärmeverlusten durch die Gebäudehülle und den Wärmeverlusten durch die Lüftung zusammen (Abb.2).

Die eingestahlte Sonne und die „Interne Wärme“ (Menschen, Kochen, Licht) wirken als Heizung und gleichen so einen Teil der Wärmeverluste aus. Übrig bleibt der mittlere jährliche **Heizwärmebedarf** - in unserem Beispiel **13.100 kWh**.

### 1.2 Nutzwärmebedarf Trinkwasser (Trinkwassererwärmung)

Die Nutzwärme für die Trinkwassererwärmung ist in der EnEV abhängig von der Gebäudenutzfläche<sup>1</sup> mit 12,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)<sup>2</sup> festgelegt - in unserem Beispiel jährlich **2.600 kWh**.

<sup>1</sup> Die Gebäudenutzfläche nach EnEV ist nicht zu verwechseln mit der beheizten Fläche. Sie ist ein theoretischer Wert und wird über das beheizte Gebäudevolumen (V<sub>e</sub>) berechnet (A<sub>n</sub> = 0,32\*V<sub>e</sub>). In unserem Beispiel beträgt die Gebäudenutzfläche (A<sub>n</sub>) 207 m<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> 12,5 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr

### 1.3 Vom Nutzwärmebedarf zum Endenergiebedarf

Die EnEV berücksichtigt pedantisch alle Verluste – in unserem Beispiel sind es 1.800 kWh – die bei der Wärmeerzeugung im Haus entstehen.

Die Summe aus Nutzwärmebedarf und den Verlusten ist der **Endenergiebedarf** eines Hauses - die Energiemenge, die auf der Strom-, Gas- oder Heizölrechnung steht - in unserem Beispiel 17.500 kWh (entspricht 1.750 l Heizöl).

Sogar der Strombedarf für Pumpen und Heizungssteuerung - die notwendige **Hilfsenergie** - wird genau ermittelt und aufaddiert (425 kWh).

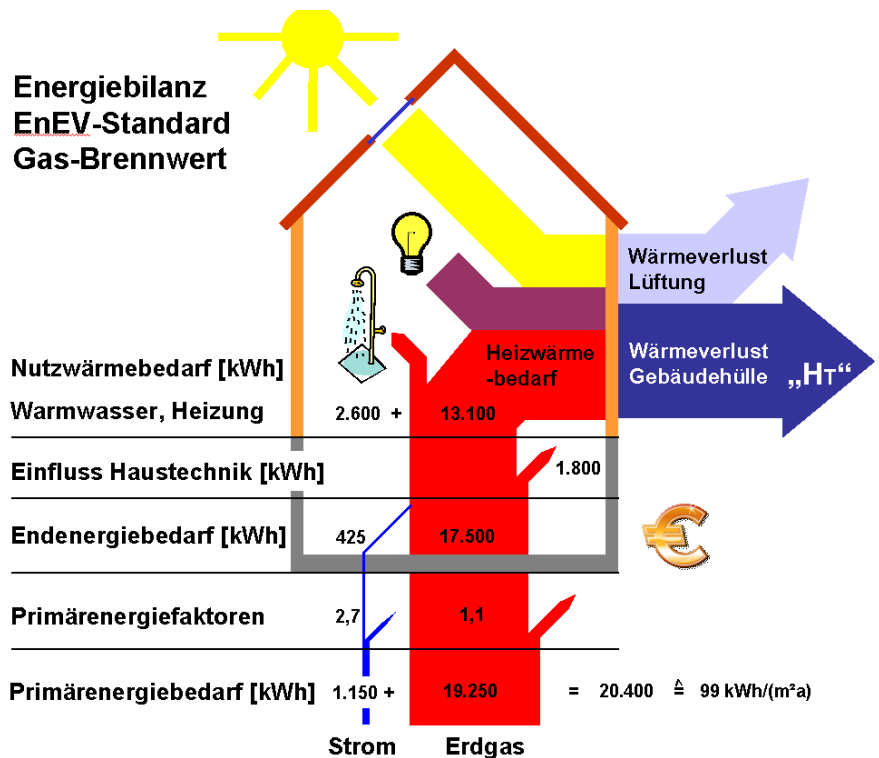


Abb.2

### 1.4 Vom Endenergiebedarf zum Primärenergiebedarf

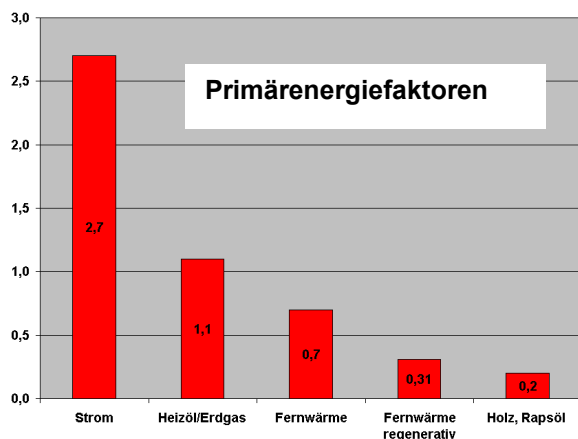
Multipliziert man den Endenergiebedarf mit dem **Primärenergiefaktor**<sup>3</sup>, das Maß für die CO<sub>2</sub>-Emission der verschiedenen Energieträger, erhält man den **Primärenergiebedarf** eines Hauses:

$$\begin{aligned}
 &17.500 \text{ kWh} * 1,1 \text{ (Erdgas)} = 19.250 \text{ kWh} \\
 &+ 425 \text{ kWh} * 2,7 \text{ (Strom)} = 1.150 \text{ kWh} \\
 \hline
 &\mathbf{20.400 \text{ kWh}}
 \end{aligned}$$

Teilt man den errechneten Primärenergiebedarf durch die Gebäudenutzfläche, erhält man den Primärenergiebedarf pro m<sup>2</sup> und Jahr ( $20.400/207 = 99 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ).

Der Primärenergiebedarf ist für die EnEV die entscheidende Größe. Er gibt an, welche jährliche CO<sub>2</sub>-Emission durch die Nutzung eines Hauses, durch die Heizung und die Warmwassererwärmung zu erwarten ist.

Letztendlich geht es bei der EnEV um die in Kyoto verabschiedete Verringerung der Treibhausgase, die als Ursache der globalen Erwärmung gelten.



<sup>3</sup> Durch den Primärenergiefaktor werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen unterschiedlicher Energieträger bewertet:

- fossile Energieträger wegen ihrer Transport- und Erzeugungsverluste mit 1,1
- Strom wegen der hohen Erzeugungsverluste mit 2,7
- Wärme aus Kraftwärmekopplung wegen der Doppelnutzung mit 0,7
- Wärme aus vornehmlich regenerativ betriebener Kraftwärmekopplung (SWU) mit 0,31
- regenerative Energieträger (Holz, Rapsöl) mit 0,2

Abb.3

## 2 Energiesparniveaus

### 2.1 Die Mindestforderungen der EnEV

Die EnEV schreibt nicht nur die Berechnungsmethode vor – sie definiert auch die energetische Qualität eines Hauses. Begrenzt wird zweierlei: der Primärenergiebedarf und der Wärmeverlust durch die Gebäudehülle.

Die zulässigen Höchstwerte sind abhängig von der Kompaktheit eines Gebäudes, dem Verhältnis zwischen seiner Oberfläche (A) und seinem Volumen (V).

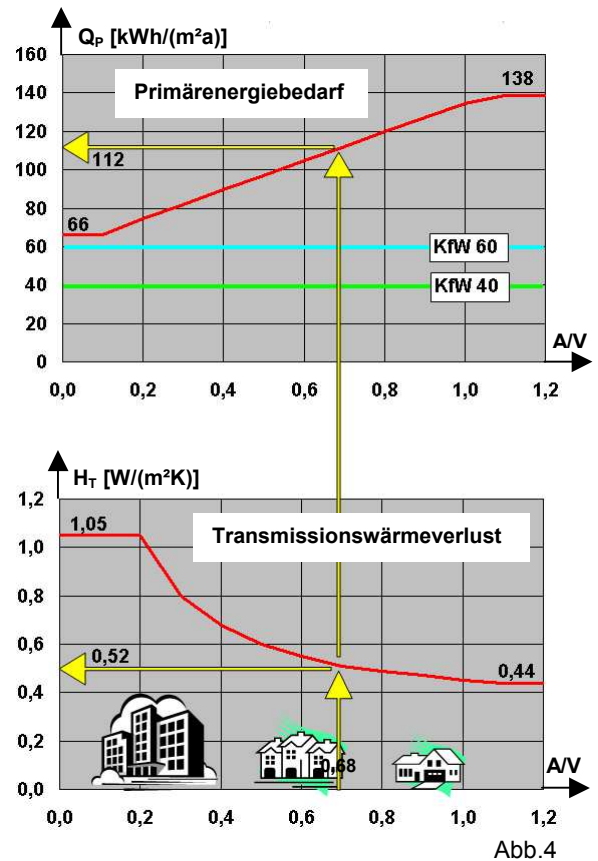
Bei unserem Beispiel liegt die Kompaktheit, auch A/V-Verhältnis genannt, bei 0,68/m.

Die zulässigen Werte für den **Primärenergiebedarf ( $Q_P$ )** liegen zwischen 66 und 138 kWh/m<sup>2</sup>a (Abb. 4 oben). In unserem Beispiel liegt der maximal zulässige Wert bei 112 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle werden durch den  **$H_T$ -Wert** - den durchschnittlichen Dämmwert - begrenzt.

Die zulässigen Werte liegen zwischen 0,44 und 1,05 W/(m<sup>2</sup>K) - (Abb.4 unten). In unserem Beispiel liegt der maximal zulässige Wert bei 0,52 W/(m<sup>2</sup>K).

Unser Beispielhaus, mit Standardmaterialien gebaut, hält beide Forderungen spielend ein.<sup>4</sup>



### 2.2 Das Energiesparhaus 60 (KfW 60-Haus)

Der Primärenergiebedarf ( $Q_P$ ) pro m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche darf, **unabhängig** von der Kompaktheit, **60 kWh/(m<sup>2</sup>a)** nicht übersteigen.

Beim KfW 60-Haus müssen die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle, der  **$H_T$ -Wert** um 30% gegenüber der Standardforderung der EnEV reduziert werden. In unserem Fall:  $0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 30 \% = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### 2.3 Das Energiesparhaus 40 (KfW 40-Haus)

Der Primärenergiebedarf ( $Q_P$ ) pro m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche darf, unabhängig von der Kompaktheit, **40 kWh/(m<sup>2</sup>a)** nicht übersteigen.

Beim KfW 40-Haus müssen die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle, der  **$H_T$ -Wert** um 45 % gegenüber der Standardforderung der EnEV reduziert werden. In unserem Fall  $0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 45 \% = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

<sup>4</sup> Den Primärenergiebedarf haben wir bei unserem Beispielhaus mit Standardmaterialien mit 99 kWh/(m<sup>2</sup>a) errechnet, den  $H_T$ -Wert mit 0,43 W/(m<sup>2</sup>K).

## 2.4 Das zertifizierte Passivhaus

Das Passivhaus ist zur Zeit der höchste Energiestandard.

Passivhäuser werden mit einer völlig anderen Berechnungsmethode berechnet, mit dem **PHPP** (Passivhaus-Projektierungs-Paket).

Diese Berechnungsmethode wurde speziell für Passivhäuser entwickelt und berücksichtigt penibel alle Wärmebrücken und mögliche Verschattungen.

Beim PHPP wird der  $H_T$ -Wert nicht ausgewiesen.

Der Primärenergiebedarf ist hier von untergeordneter Bedeutung, da es durch die hohe energetische Qualität keinerlei Probleme macht, die Vorschriften der EnEV einzuhalten.

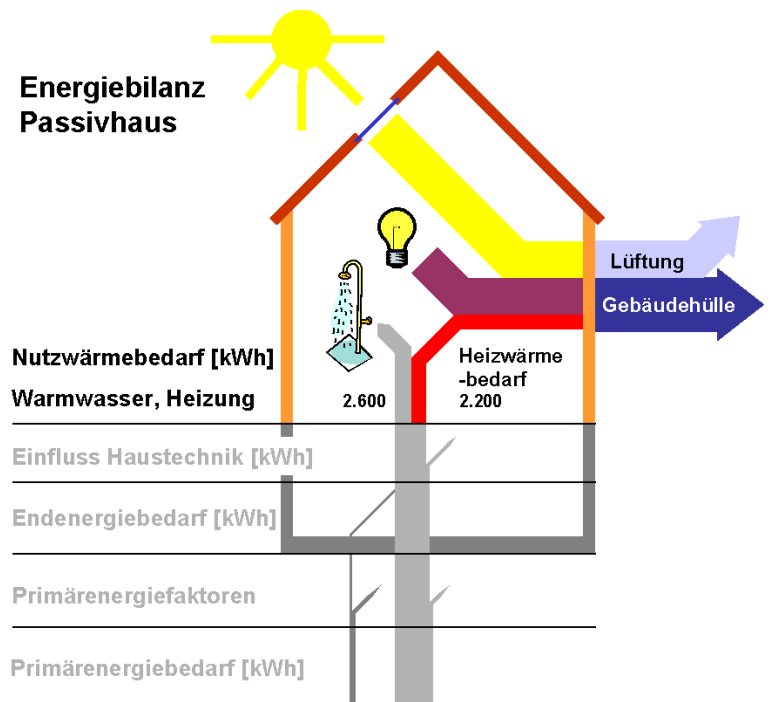


Abb.5

Beim Passivhaus interessiert vor allem der mittlere jährliche **Heizwärmebedarf**. In unserem Beispiel beträgt er nach EnEV 2.200 kWh/a (= 220 l Heizöl).<sup>5</sup>

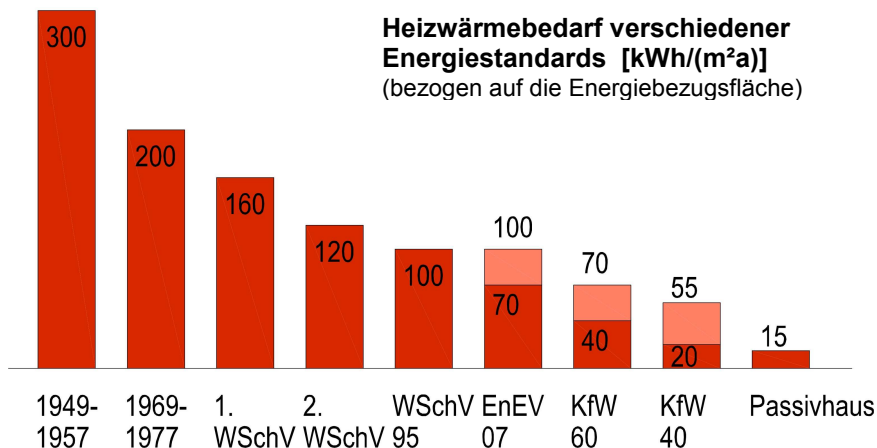


Abb.6

## 2.5 Sonstige Energiesparniveaus

Andere Energiesparniveaus wie das Passivhaus (nicht zertifiziert), das Niedrigenergiehaus, das Energiesparhaus, das 3-Liter-Haus, das Nullenergiehaus oder das Nullheizenergiehaus sind in der Regel Wortschöpfungen ohne klar definierte Berechnungsbasis.

<sup>5</sup> Das PHPP errechnet 2.460 kWh als Heizwärmebedarf. Teilt man diesen Wert durch die Energiebezugsfläche nach PHPP (hier 163 m²), erhält man 15 kWh/m²a. (Die Energiebezugsfläche ist die reale, beheizte Fläche eines Hauses. Die Fläche der Kellerräume, die in der Wärmehülle liegen, wird jedoch um 40% reduziert.)

### 3 Verbesserung des Energiestandards von Wohngebäuden

Noch haben wir die Chance, das Ausmaß der globalen Erwärmung zu verringern und die Klimakatastrophe abzuwenden.

Die Frage könnte sein: Wie kann man mit dem geringsten Aufwand den Primärenergiebedarf maximal reduzieren?

Mehr Dämmung, bessere Technik, Nutzung regenerativer Energieträger?

Intelligente, ganzheitliche Betrachtung und Planung führt hier zum optimalen Gesamteffekt.

Im Folgenden sollen die verschiedenen Einflussfaktoren genauer beleuchtet werden.

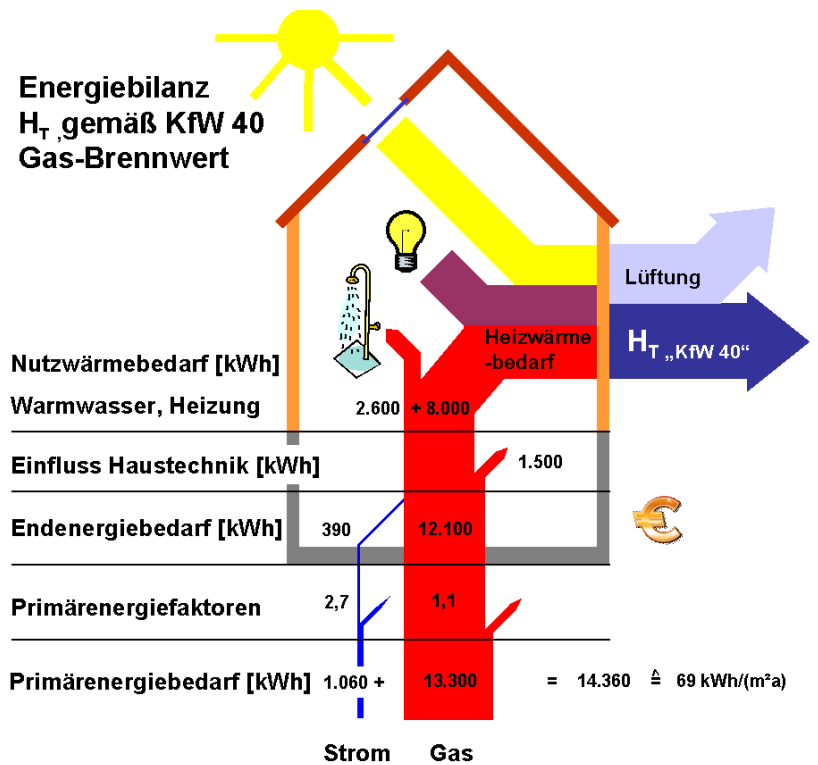


Abb.7

#### 3.1 Reduzierung des Heizwärmebedarfs

Die Reduzierung des Heizwärmebedarfs bedeutet, das Problem an der Wurzel zu packen. Dadurch werden die Energieressourcen geschont und der Primärenergiebedarf verringert.

##### 3.1.1 Verbesserung der Dämmqualität, des $H_T$ -Wertes

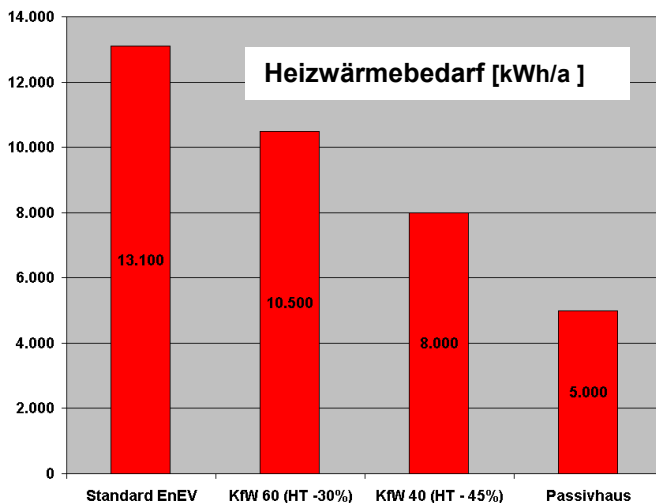


Abb.8

Die effektivste Möglichkeit den Heizwärmebedarf zu verbessern, ist die Erhöhung der Dämmqualität.

Seit Jahren empfehlen wir von Casa Nova unseren Bauherren eine Qualität der Gebäudehülle, wie sie für KfW 40-Häuser vorgeschrieben ist (Abb.7).

Diese Qualität ist für uns ökologisch sinnvoll und ökonomisch vertretbar. Bei unserem Beispielhaus reduziert sich dadurch der mittlere jährliche Heizwärmebedarf von 13.100 kWh auf 8.000 kWh (= 800 l Heizöl).

Verbessert man die Gebäudehülle noch weiter bis auf Passivhausqualität, kann man den Heizwärmebedarf unseres Beispielhauses bis auf 5.000 kWh reduzieren.

Eine optimal gedämmte Wärmehülle ist die effektivste Möglichkeit, die Nachhaltigkeit eines Gebäudes zu erhöhen.

Über den Energiespareffekt hinaus verbessert sich das Raumklima durch Erhöhung der Oberflächentemperaturen. Kondensation, vor allem im Fensterbereich, wird nahezu ausgeschlossen. Das beseitigt das Schimmelrisiko und erhöht die Haltbarkeit des Bauteils.

### 3.2 Einfluss der Lüftung auf den Heizenergiebedarf

Während man den Einfluss einer qualitativ hochwertigen Gebäudehülle sehr genau durch theoretische Überlegungen erfassen kann, ist der Lüftungsbedarf eines Hauses extrem abhängig vom Nutzer. Individuelle Empfindlichkeiten und die Belegungsdichte spielen hier eine entscheidende Rolle.

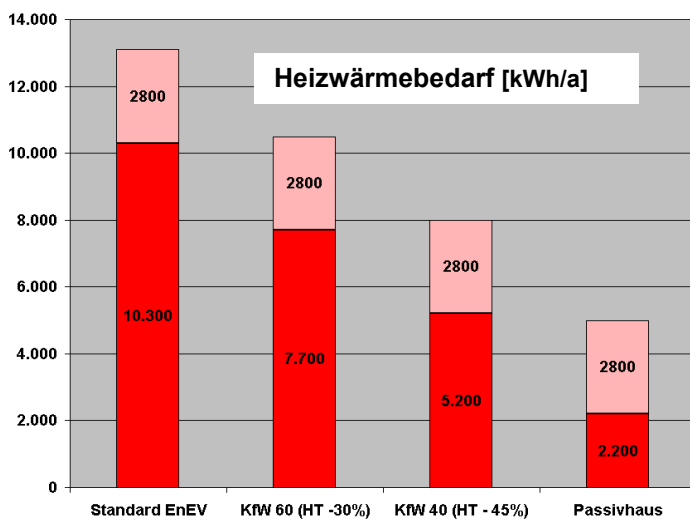


Abb.9

Die Lüftungswärmeverluste sind bei Gebäudehüllen in Passivhausqualität oft höher als die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle (Abb.9).

Sparsames, bewusstes Lüften ist hier besonders wichtig, um unnötige Wärmeverluste zu vermeiden.

Durch eine hohe Luftdichtigkeit wird die Belüftung weitgehend unabhängig von Wind und Wetter - die Grundvoraussetzung für einen niedrigen Lüftungswärmeverlust.

Nur durch einen Blower-Door-Test kann eine hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gesichert werden.

Zur Grundlüftung und Feuchteabfuhr empfehlen wir eine maschinelle Entlüftung. Die einfachste, kostengünstige Variante kann durch feuchtegeregelte Abluftventilatoren in Bad und Toilette verwirklicht werden.

Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung reduziert den Heizwärmebedarf unseres Beispielhauses um weitere 2.800 kWh.

In Abb. 9 ist der Heizwärmebedarf unseres Beispielhauses in Abhängigkeit verschiedener Energiestandards dargestellt. Der obere, rosa Teil der Säulen steht für den Anteil, der durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingespart werden kann.

Baut man die Gebäudehülle in Passivhausqualität, bleiben durch die Lüftungsanlage nur noch 2.200 kWh/a an Heizwärmebedarf. Im Gegensatz zur reinen Dämmmaßnahme braucht eine Lüftungsanlage Strom für ihren Betrieb (300-500 kWh/a). Außerdem muss sie gewartet werden.

Für uns von Casa Nova geht es hier vor allem um Komfort: Eine kontrollierte Be- und Entlüftung sorgt für allzeit gute, gesunde und temperierte Raumluft.

### 3.3 Einfluss der Heiztechnik auf den Endenergiebedarf

Auch die Qualität der Haustechnik hat einen spürbaren Einfluss auf den End- und Primärenergiebedarf.

Bei vorschriftsmäßiger Planung und Einsatz moderner, energiesparender Komponenten liegt der Einflussbereich bei 10-20 %.

Eine Sonderstellung nimmt der Einbau einer Solaranlage oder einer Wärmepumpe ein.

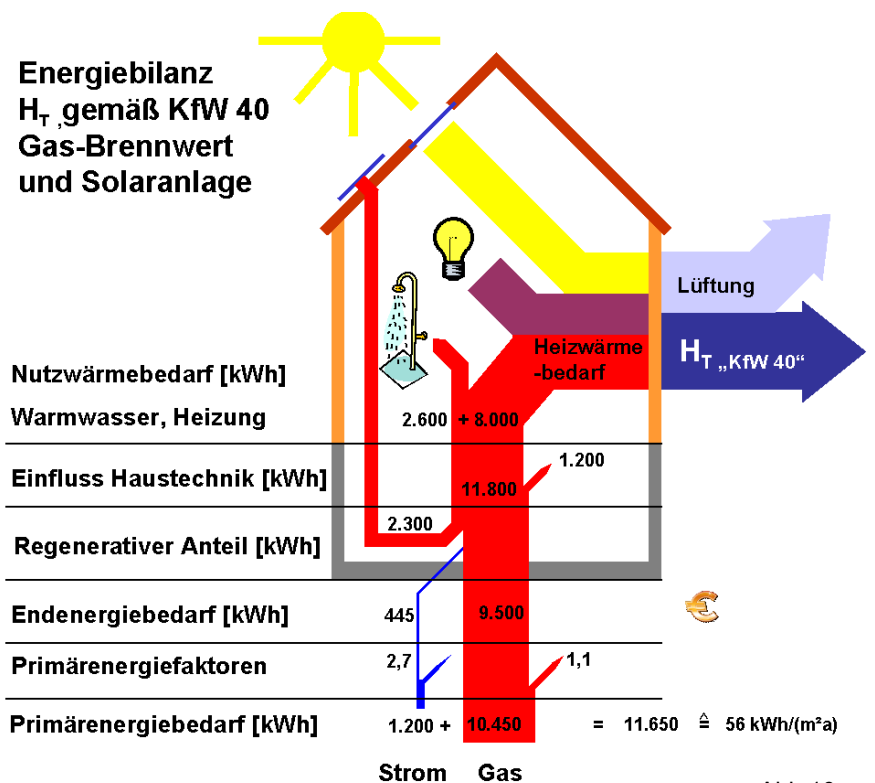


Abb.10

#### 3.3.1 Sonnenkollektoren zur Heizungsunterstützung

Sonnenkollektoren zur Heizungsunterstützung machen bei gut gedämmten Gebäuden (KfW 40-Qualität oder besser) und modernen, großzügigen Fensterflächen wenig Sinn.

An sonnenreichen Tagen im Winter, auch bei tiefsten Außentemperaturen, reicht die einstrahlende Sonne aus, um ein modernes Haus zu beheizen.

Moderne, 3-fach-verglaste Fenster sind effektive Sonnenkollektoren. Verlustfrei und ohne Hilfsstrom wird gerade bei tiefsten Außentemperaturen das Gebäude durch die einstrahlende Sonne bestens erwärmt.

#### Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung

Zur Warmwasserbereitung kann ein Sonnenkollektor sinnvoll eingesetzt werden. Nach EnEV liegt der Warmwasserbedarf bei unserem Beispiel bei 2.600 kWh pro Jahr, inklusive Verluste bei 3.500 kWh. Durch eine gute Solaranlage können bis zu 2.300 kWh pro Jahr eingespart werden (Abb.10).

**Bei unserem Beispielhaus reduziert sich der Endenergiebedarf durch die Solaranlage unabhängig von der Dämmqualität um 2.600 kWh pro Jahr (= 260 l Heizöl).**

**Der Primärenergiebedarf wird um 13 kWh/(m<sup>2</sup>a) verringert.**



### 3.3.2 Wärmepumpe mit Erdwärmenutzung

Betrachten wir nochmals unser Beispielhaus.

Bei einem  $H_T$ -Wert auf KfW 40-Haus-Niveau liegt der Heizwärmebedarf bei 8.000 kWh, der Warmwasserbedarf bei 2.600 kWh, zusammen 10.600 kWh.

Durch unvermeidliche Wärmeverluste entsteht ein Gesamtwärmebedarf von 11.600 kWh.

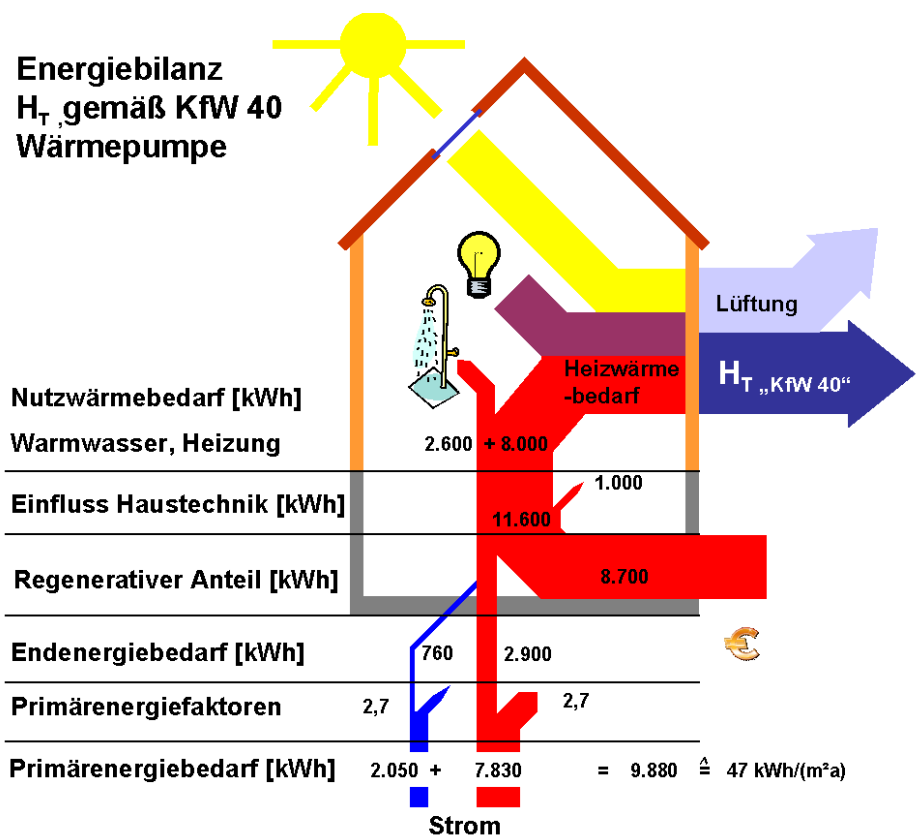


Abb.11

Bei gut geplanten Wärmepumpenanlagen mit Erdwärmenutzung und Fußbodenheizung werden Jahresarbeitszahlen von 4 erreicht, das bedeutet:

Aus 1 kWh elektrischem Strom werden bis zu 4 kWh Wärme – die fehlenden 3 kWh holt sich die Wärmepumpe aus der Erdsonde oder aus dem Grundwasser.

Der Endenergiebedarf für den Hauptenergieträger reduziert sich dadurch bei unserem Beispielhaus von 11.600 auf 2.900 kWh.

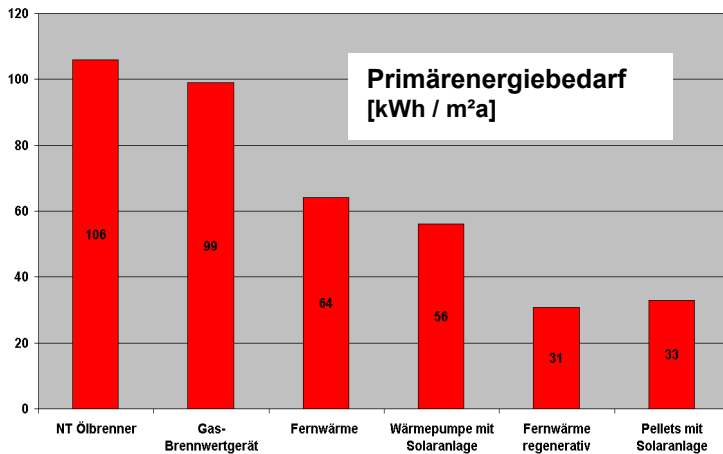
Der Hilfsstrom erhöht sich durch die Wärmepumpe auf 760 kWh.

Durch den hohen Primärenergiefaktor von 2,7 (Strom) ergibt sich daraus ein Primärenergiebedarf von 7.830 + 2.050, insgesamt 9.880 kWh.

Teilt man ihn durch die Gebäudenutzfläche nach EnEV, erhält man einen Primärenergiebedarf von 47 kWh/(m²a).

**Der Primärenergiebedarf wird im Vergleich zum Gas um 22 kWh/(m²a) von 69 auf 47 kWh/(m²a) reduziert.**

### 3.4 Einfluss des Energieträgers auf den Primärenergiebedarf



Durch Nutzung eines regenerativen Energieträgers wie Holzpellets und regenerativ erzeugte Fernwärme wird der Primärenergiebedarf drastisch gesenkt.

Selbst Häuser mit minimaler Wärmedämmung nach EnEV (unser Beispielhaus in Standardausführung) erzielen dadurch beste Werte beim Primärenergiebedarf (unter 40 kWh/(m²a)).

Durch Fernwärme, fossil erzeugt, liegt der Primärenergiebedarf geringfügig über 60 kWh/(m²a).

Abb.12

Energiekosten und Umweltbelastungen durch Feinstaub werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

## 4 Zusammenfassung

Der Primärenergiebedarf eines Hauses kann an vielen Stellen beeinflusst werden.

- Die effektivste Möglichkeit ist die Verbesserung der Dämmqualität - dadurch wird das Problem an der Wurzel gelöst – der Heizwärmebedarf reduziert sich, Heizenergie wird gespart und der Primärenergiebedarf wird verringert.

- Unabhängig von der Dämmqualität können mit einer hochwertigen Solaranlage zur Trinkwassererwärmung 2-2.500 kWh pro Jahr (=200-250 l Heizöl) eingespart werden.

- Durch den Einsatz einer Wärmepumpe mit Erdwärmenutzung kann der Endenergiebedarf und der Primärenergiebedarf deutlich reduziert werden.

- Der eingesetzte Energieträger hat den größten Einfluss auf der Primärenergiebedarf, ändert aber nichts beim Energiebedarf und damit bei den Heizkosten (Abb. 12).

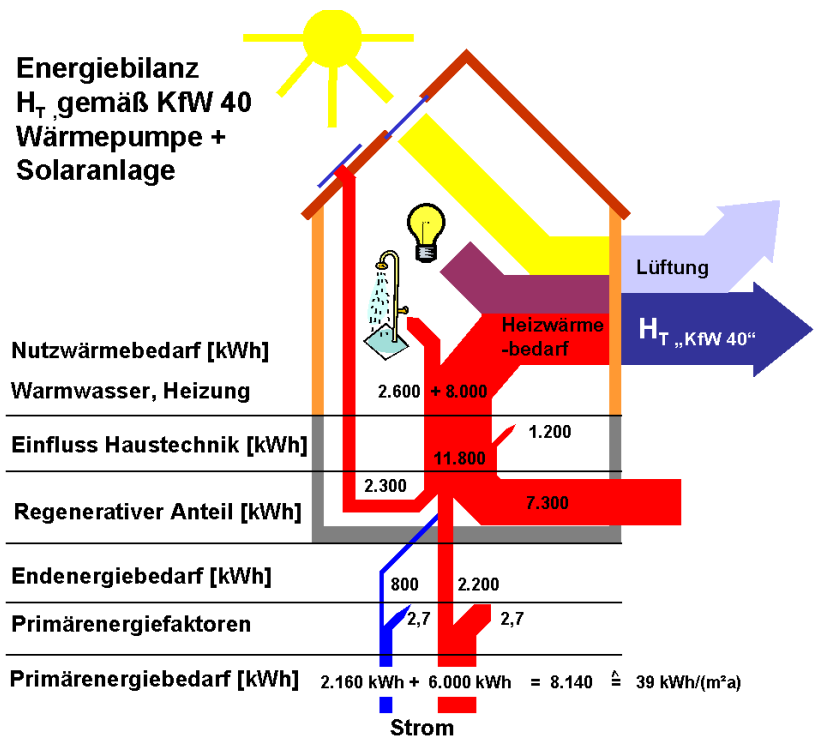


Abb.13

## 5 Welcher Energiestandard ist für Ulm derzeit sinnvoll?

Durch die Nutzung regenerativer Energieträger oder durch Doppelnutzung eines Brennstoffes (Fernwärme) wird der Primärenergiebedarf eines Hauses stark beeinflusst, ohne den Energieverbrauch zu reduzieren.

Will man nicht nur den Primärenergiebedarf (die CO<sub>2</sub>-Emission), sondern auch die Energieressourcen schonen und die Feinstaubbelastung reduzieren, muss man vor allem die thermische Qualität der Gebäudehülle verbessern.

**Machen Sie den H<sub>T</sub>-Wert für KfW 40-Häuser zur Pflicht. Der Heizwärmebedarf reduziert sich dadurch um 40-50%, in unserem Beispiel von 13.100 auf 8.000 kWh (= 800 Liter Heizöl) oder 50 kWh/m<sup>2</sup> (Energiebezugsfläche) und Jahr – Häuser, die heute gebaut werden, sollten nicht schon in 10 Jahren sanierungsbedürftig sein!**

Diese Qualität empfehlen wir unseren Bauherren schon seit Jahren. Sie ist für uns ökologisch sinnvoll und ökonomisch vertretbar.

Mit 20 Prozent regenerativem Anteil, wie vom Land Baden-Württemberg ab 1.4.2008 gefordert, erreicht diese Qualität mühelos bei der Nutzung fossiler Brennstoffe den KfW 60-Standard hinsichtlich des Primärenergiebedarfs.

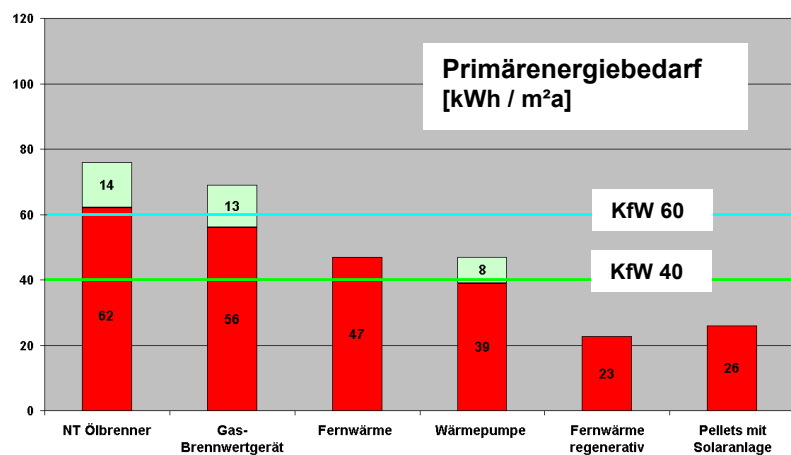


Abb.14

Alle Häuser, die nicht fossil beheizt werden (mit Fernwärme, Wärmepumpe, Pellets) werden bei diesem Dämmstandard mit geringfügigen Nachbesserungen sogar zu KfW 40-Häusern.

Das schont nicht nur den Geldbeutel, sondern auch die Umwelt. Diese Qualität ist mit und ohne Lüftungsanlage möglich und kann an jedem Standort verwirklicht werden.

Die Mehrkosten im Verhältnis zu einer Bauweise nach EnEV betragen 4-6% der Baukosten, in unserem Beispiel zirka 5.000,- € für die 3-fach verglasten Fenster mit  $U_W = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}^6$  und 8-10.000 € für bessere Wärmedämmung vom Keller zum Dach.

Durch die vorgenannten Mehrkosten, bei unserem Beispiel 13-15.000 €, entstehen ungefähr 700 € Zinsen pro Jahr. Dem gegenüber stehen **derzeit** Einsparungen bei den Energiekosten von zirka 350 € pro Jahr.

Durch die zinsgünstigen Kredite der KfW-Bank (KfW 60) werden die Mehrkosten weiter reduziert. Bei Fernwärme schafft man mit dieser Qualität den KfW 40-Standard – die Mehrkosten werden durch das verbilligte Darlehen und die eingesparten Energiekosten komplett ausgeglichen.

<sup>6</sup>  $U_W$  ( $U_{\text{window}}$ ) ist der U-Wert eines kompletten Fensters. Er darf nicht mit dem U-Wert der reinen Glasfläche ( $U_G$ ) verwechselt werden. Um einen  $U_W$ -Wert von 0,85 zu erreichen, muss ein Glas mit einem  $U_G$ -Wert von 0,6 eingesetzt werden!

## 6 Wie kann der Energiestandard in Ulm in Zukunft weiter verbessert werden?

Soll der Dämmstandard für Ulm noch weiter verbessert werden, sehe ich zwei sinnvolle Stufen:

### 6.1 Gebäudehülle in Passivhausqualität

Bei einem Passivhaus muss die Dämmqualität der Gebäudehülle absolut perfekt sein. Dämmstoffdicken liegen hier zwischen 20 und 40 cm. Wärmebrücken müssen auf ein Minimum reduziert werden.

Durch Verbesserung der Gebäudehülle auf Passivhausqualität kann der Heizwärmebedarf eines Hauses nochmals um ungefähr 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) – bei unserem Beispiel von 8.000 auf 5.000 kWh – reduziert werden (Abb. 8, 9). Die entstehenden Mehrkosten liegen bei weiteren 3% der Baukosten – bei unserem Beispiel sind es 8.000 €.

Passivhausqualität der Gebäudehülle bedeutet für uns:

- Blower-Door-Test mit der für Passivhäuser vorgeschriebenen Luftdichtigkeit
- 3-fach-Verglasung mit  $U_w < 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Dach und Wand: U-Werte  $< 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Wand zum Erdreich und Bodenplatte: U-Werte  $< 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Außerdem empfehlen wir eine Feuchte-geregelte Abluftanlage oder eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

### 6.2 Zertifiziertes Passivhaus

Das zertifizierte Passivhaus kann nur mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung nachgewiesen werden. Die Kosten für eine leise, hochwertige Lüftungsanlage liegen bei 12-15.000 €.<sup>7</sup>

Bei einem Passivhaus kann bei sparsamer „Befensterung“ auf Heizkörper oder Fußbodenheizung ganz verzichtet werden. Die noch fehlende, minimale Restwärme kann über die ohnehin vorhandene Lüftungsanlage transportiert werden. Dadurch können Kosten von zirka 5.000,-- € eingespart werden (Lüftungsanlage 12-15.000,-- € minus 5.000,-- €). Bei dieser „Sparversion“ muss allerdings deutlich trockenere Luft in Kauf genommen werden. Außerdem ist eine Einzelraumregelung nur mit erhöhten Kosten möglich.

Bei unverschatteten Lagen und Passivhaus-gerechter Verglasung reicht oben genannte Gebäudehülle in Passivhausqualität, um das Haus als Passivhaus zertifizieren zu lassen.

Der Passivhausnachweis reagiert sehr sensibel auf Verschattungen und Wärmebrücken. Relativ harmlos wirkende Verschattungen können sich extrem auf den errechneten Heizwärmebedarf auswirken.

---

<sup>7</sup> Eingespart werden bei unserem Beispiel 2.800 kWh pro Jahr. Heizt man mit einer Wärmepumpe, wird daraus ein Endenergiebedarf von 700 kWh pro Jahr. Zieht man den Stromverbrauch für die Ventilatoren ab (300-500 kWh/a) können nur noch effektiv 200 bis 400 kWh Strom eingespart werden!

An Nordhängen oder in verschatteten innerstädtischen Lagen ist deshalb ein zertifiziertes Passivhaus nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar. Eine Wohnbebauung in diesen Lagen als zertifiziertes Passivhaus ist für uns derzeit weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll.

Februar 2008

Verfasser



Heinz Neudeck-Mützel, Geschäftsführer  
Casa Nova Planungs- und Wohnbauges.mbH