

Energieeffizienter Neubau von Wohngebäuden



Informationen für Bauwillige



Energieeffizienter Neubau von Wohngebäuden



Informationen für Bauwillige

Einleitung

Bis weit in die 70er Jahre hinein war Energiesparen und somit ein nachhaltiger Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen kaum ein Thema bei der Errichtung von Gebäuden. Auf eine gute Wärmedämmung der Gebäudehülle wurde ganz oder teilweise verzichtet, der Wirkungsgrad der eingebauten Heizungstechnik war eher gering. Somit entfällt auch heute noch ein Drittel des gesamten Energiekonsums auf den Sektor Raumheizung. 77 % der in privaten Haushalten benötigten Energie dient nur dem Zweck, eine behagliche Raumtemperatur zu erreichen.

Heute ist bekannt, dass sich durch geeignete Maßnahmen die Ökologie und die Wirtschaftlichkeit beim Bauen gut vereinen lassen.

Wer die Möglichkeit hat, heute einen Neubau zu errichten, hat mehr denn je die Chance, zu wählen:

- Wohnklima: Standard – oder hoch-komfortabel?
- Heizkostenrechnung: so hoch wie in einem Haus, das gerade den heutigen gesetzlichen Anforderungen entspricht (EnEV-Standard) – oder um den Faktor drei bis vier geringer?
- Energieversorgung: mit fossilen Energieträgern – oder klimaverträglich durch erneuerbare Energieträger?

Die Weichenstellungen, die diese wesentlichen Gebäude-Eigenschaften bestimmen, werden in einem sehr frühen Planungsstadium festgelegt. Je früher dies geschieht, umso kostengünstiger lassen sich die Ansprüche aufeinander abstimmen.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV)

In der „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ (EnEV) werden die gesetzlichen Anforderungen für den Energiebedarf eines Gebäudes beim Neubau und zum Teil auch für bestehende Gebäude definiert.

Einfamilienhäuser sind nach EnEV so zu bauen, dass der Primärenergiebedarf, je nach Gebäudeform, unter 100–140 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m²a) liegt. Die Primärenergie umfasst den gesamten Jahresenergiebedarf des bewohnten Hauses für Wärme (Heizung und Warmwasser) und Hilfsstrom incl. der Verluste bei der Herstellung und Aufbereitung des jeweiligen Energieträgers.

Durch frühzeitige Abstimmung der Komponenten kann der Primärenergiebedarf minimiert werden:

- Kompakte Bauweise (günstiges A/V-Verhältnis)
- Lückenlose Dämmung aller Außenbauteile
- Wärmebrückenoptimiertes Bauen
- Luftdichtigkeit: $n_{50} \leq 1,5/3,0 \text{ h}^{-1}$ nach EnEV/ $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ für Passivhäuser
- Wahl ressourcenschonender Energieträger
- Effiziente Anlagentechnik für Heizung, Warmwasser und Lüftung

Dabei bleibt es dem Bauherren/Planer weitgehend freigestellt, wie er die angesprochenen Maßnahmen zur Einhaltung des festgelegten Primärenergiebedarfs miteinander kombiniert.

Neben den Anforderungen an den Primärenergiebedarf ist laut EnEV als weiterer Grenzwert der spezifische Transmissionswärmeverlust einzuhalten, der vor allem durch die Qualität der Dämmung der Außenbauteile (Außenwände, Dach, Fenster, Kellerdecke) bestimmt wird. Erst wenn in der Planung nachgewiesen wird, dass **beide** Kennwerte den EnEV-Anforderungen genügen (Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust), darf gebaut werden.

Zusätzlich schreibt die EnEV vor: „Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik abgedichtet ist ...“

Die Abstimmung des Entwurfes mit den für den Wärmeschutz technischen Notwendigkeiten sollte daher in einem frühen Planungsstadium vom Architekten, dem Heizungsbauer und weiteren Planern bzw. Ausführenden gemeinsam mit dem Bauherrn diskutiert werden. So minimiert man Baukosten und schafft einen reibungslosen Ablauf der einzelnen Gewerke.

Um den energetischen Standard eines Gebäudes transparent zu machen, wurde in der EnEV der „Energiebedarfsausweis“ eingeführt. Er gibt Auskunft über Gebäudehülle, Heizungs- und Lüftungstechnik, Wärmebedarf und Primärenergiebedarf.

Weitere Informationen zur EnEV findet man beispielsweise unter www.enev-online.de.

MEHR TUN lohnt sich

Da in der EnEV lediglich Mindestwerte vorgegeben werden, lohnt es sich, über weitergehende Maßnahmen nachzudenken. Denn mehr Investition in Energieeffizienz bedeutet nicht nur höhere Baukosten. Durch den maßvollen Umgang mit den Ressourcen schont man die Umwelt und macht sich ein Stück weit unabhängig von den steigenden Energiekosten. Man schützt das Gebäude vor Bauschäden und schafft ein sehr behagliches Wohnklima. Im Ergebnis erhält man also ein weitaus höherwertigeres Gebäude mit großem Marktwert. Zudem kann ein Teil der Mehrkosten durch zinsgünstige Finanzierung (Darlehen) kompensiert werden. Solche Darlehen bietet z. B. die KfW-Förderbank an, die zu diesem Zweck drei Gebäudetypologien fördert, die über die EnEV-Vorgaben hinausgehen:

- das „KfW-Energiesparhaus 60“,
- das „KfW-Energiesparhaus 40“ und
- das Passivhaus.

Für diese drei typologischen Gebäudekonzepte wird im Folgenden eine Gegenüberstellung der Komponenten und zugehörigen Kosten bzw. Mehrkosten im Vergleich zum EnEV-Standard dargestellt. Relevant für die Entscheidung, welchen Wärmedämmstandard man wählt, ist jedoch nicht alleine die Betrachtung der investitionsbedingten Mehrkosten, sondern vor allem die daraus resultierende Amortisation durch die Einsparung an Energiekosten.

Hier zunächst eine Definition der vier Energiestandards:

Variante 1: Der gesetzliche EnEV-Standard:

Neu errichtete Gebäude nach EnEV-Standard erfüllen die Vorgaben des Gesetzgebers, mehr aber auch nicht. Das Potential an Energieeinsparungen ist hier bei Weitem nicht ausgeschöpft.

Variante 2: Das KfW-Energiesparhaus 60:

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) definiert für ihre Förderprogramme das KfW-Energiesparhaus 60. Der Jahres-Primärenergiebedarf, berechnet nach der EnEV, beträgt hier nicht mehr als 60 kWh pro qm Gebäudenutzfläche A_{N} . Diese ermittelt sich, indem das Gebäudevolumen mit dem Faktor 0,32 multipliziert wird, und liegt häufig deutlich höher als die tatsächliche Wohnfläche. Der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogene spezifische Transmissionswärmeverlust (H_{T})¹ unterschreitet den in der EnEV angegebenen Höchstwert um mindestens 30 %.

Variante 3: Das KfW-Energiesparhaus 40:

Beim KfW-Energiesparhaus 40 darf der Jahres-Primärenergiebedarf, berechnet nach der EnEV, nicht mehr als 40 kWh pro qm Gebäudenutzfläche A_{N} betragen. Der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogene spezifische Transmissionswärmeverlust (H_{T}) unterschreitet den in der EnEV angegebenen Höchstwert um mindestens 45 %.

¹ Erläuterung Transmissionswärmeverlust S.11

Variante 4: Das Passivhaus:

Auch beim Passivhaus muss die Grenze des Jahres-Primärenergiebedarfs von 40 kWh/m² eingehalten werden. Um den Standard des Passivhauses zu erreichen, müssen jedoch noch weitere Kriterien eingehalten werden. So darf der Jahres-Heizwärmebedarf nicht mehr als 15 kWh/m²a betragen (berechnet nach PHPP¹, Bezug dabei ist die beheizte Wohnfläche).

Des Weiteren darf die maximale Heizwärmelast nicht höher als 10 Watt je Quadratmeter Wohnfläche sein. Weiterhin liegt der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizen, Warmwasser, Hilfsenergie und Haushaltsstrom unter 120 kWh/m²a. Als Stand der Technik gilt das vom Passivhaus-Institut entwickelte Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP).

Das Ergebnis ist ein Gebäude, das sich durch eine besonders hohe Behaglichkeit bei sehr niedrigem Energieverbrauch auszeichnet.

Beschreibung der baulichen und technischen Möglichkeiten:

Die Gebäudehülle: warm und winddicht soll's sein ...

Die hochwertige Dämmung aller Außenbauteile sowie eine luft- und winddichte Bauausführung sind die wesentlichen Stellschrauben für den Heizwärmebedarf, der die laufenden Betriebskosten maßgeblich bestimmt.

Unmittelbar verbunden mit einer guten Dämmung ist der wichtige Aspekt der Behaglichkeit im Wohnraum. Der Blick auf die Mehrkosten für größere Dämmstärken oder bessere Dämmwerte zeigt deutlich, dass gerade unter dem Eindruck steigender Energiepreise eine bessere Dämmung lohnend ist, vor allem bei einer langfristigen Betrachtung über 20 oder mehr Jahre.



thermographische Abbildung eines wärmebrückenarmen Gebäudes

¹PHPP: Passivhaus Projektierungspaket · Passivhaus Institut Darmstadt, www.passiv.de

Besonderen Wert sollte man auch auf die Vermeidung von Wärmebrücken legen. Wärmebrücken sind Schwachstellen in der Dämmhülle, die insbesondere an Grenzflächen zwischen zwei Bauteilen oder an Durchdringungen entstehen können: Unverhältnismäßig hohe Wärmeverluste, beispielsweise an Fensterlaibungen, Balkonkonstruktionen oder Raumecken, erhöhen nicht nur den Wärmebedarf, sie können auch die Ursache für unbehagliches Raumklima oder sogar Schimmelbildung sein. Es ist die Aufgabe der Planer, sich frühzeitig um die Vermeidung der Wärmebrückeneffekte Gedanken zu machen.

Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste durch Fugen und Ritzen in der Gebäudehülle müssen vermieden werden. Die Luftdichtheit kann mit Hilfe eines „Blower-Door-Tests“ während der kritischen Bauphase überprüft werden. Hierbei wird durch einen in die Tür eingebauten Ventilator im Gebäude ein Unter- oder Überdruck von 50 Pascal erzeugt. Durch den mit dieser Methode gemessenen Luftstrom (n-50-Wert) können Leckagen aufgedeckt und bis auf den gewünschten Wert minimiert werden: die EnEV fordert $n_{50} \leq 1,5/3,0 \text{ h}^{-1}$, bei Einsatz von Lüftungstechnik $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$. Für Passivhäuser gilt $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. Die Luftdichtheitsprüfung ist ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung zur Vermeidung langfristiger Bauschäden.



Blower-Door-Messung

Der erforderliche hygienische Raumlufwechsel ist nur sehr schwer durch Fensterlüftung zu erreichen. In Fachkreisen wird in den letzten Jahren zunehmend davon ausgegangen, dass bei jedem Neubau eine ventilatorgestützte Lüftungsanlage eingebaut werden sollte. Nur dadurch kann die Qualität der Raumluft zuverlässig sichergestellt werden. Zudem gewinnt der Wärmeverlust über die Lüftung bei verbesserter Wärmedämmung an Bedeutung. Besonders zu empfehlen ist eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG). Dabei wird die Wärmeenergie der zentralen Abluft auf die Zuluft übertragen. Die daraus resultierende Energieeinsparung beträgt 80–95 % und ist eine wesentliche Komponente des KfW-40 bzw. des Passivhauses.

In Sachen Heizung und Warmwasser haben sich neben den traditionellen fossilen Energieträgern (z. B. Erdgas, Heizöl) auch erneuerbare Energieträger (Holzpellets, Solarthermie) auf dem Markt etabliert. Am effektivsten und somit Standard ist die zentrale Erwärmung von Heizungs- und Warmwasser.

Hier ein paar Aspekte zu den wichtigsten Energieträgern und Heizungsarten:

Erdgas:

Erdgas ist der CO₂-ärmste fossile Energieträger: Er wird im Brennwertgerät effizient genutzt. Eine Erdgasheizung ist besonders Platz sparend und leicht im Handling.

Heizöl:

Weit verbreitet bei bereits bestehenden Gebäuden; seit einigen Jahren sind auch Heizöl-Brennwertheizungen auf dem Markt verfügbar.

Wärmepumpe:

Elektrische Wärmepumpen fördern einen erheblichen Anteil (etwa drei Viertel) der für ein Gebäude benötigten Wärme aus der Umwelt, wie beispielsweise oberflächennahe Erdwärme (eingespeicherte Sonnenenergie) und Grundwasser. Zur Effizienz-Gewährleistung sollte eine Jahresarbeitszahl von 4 eingehalten werden (Verhältnis aus erzeugter Nutzwärme zum Stromeinsatz). Die Wärmepumpenheizung arbeitet effizient, wenn sie mit einer Niedertemperaturheizung verwendet wird (z. B. Fußboden- oder Wandflächenheizung). Besonders für ein Passivhaus sind Kompaktgeräte mit einer integrierten Abluft-Wärmepumpe verfügbar.

Nah- und Fernwärme

Der Heizenergiebedarf eines Gebäudes kann mancherorts durch einen Nah- bzw. Fernwärmeanschluss bereitgestellt werden.

Bei der Fernwärme versorgt ein hocheffizientes Heizkraftwerk bei gleichzeitiger Strom- und Wärmeerzeugung die angeschlossenen Gebäude. Die Nahwärmeversorgung (z. B. in einem Neubaugebiet) ist dann positiv zu bewerten, wenn die Nahwärmezentrale mit einem Erdgas-Heizkessel und -Blockheizkraftwerk bzw. mit einer Holzschnitzel-Heisanlage ausgestattet ist.

Holzheizung

Holz-Pellet-Heizkessel sind als vollautomatische Heizanlagen im Markt etabliert.

Erforderlich ist eine Lagerfläche für die Holzpellets im Gebäude.

In großen Wohnanlagen und für Nahwärmenetze kommen eher Hackschnitzelanlagen zur Anwendung.

Solarwärme

Eine Solarthermieanlage kann einen ergänzenden Anteil der Wärmeversorgung abdecken. Mit einer kleineren Anlage (ca. 4–6 m² Kollektorfläche und 350–400 Liter Speicher für eine 4-köpfige Familie) kann die Warmwasserbereitung zu etwa 50–60 % unterstützt werden.

Mit einer etwas größeren Anlage (ca. 10–15 m² Kollektorfläche und 1.000 Liter Speicher für eine 4-köpfige Familie, 150 m² Wohnfläche) können die Warmwasserbereitung und die Heizung unterstützt werden. Eine Solarthermieanlage lässt sich ideal mit den meisten anderen Heizungsarten kombinieren.

Drei charakteristische Gebäudeformen

Für den nachfolgenden Komponenten- und Kostenvergleich werden beispielhaft drei Gebäudetypen definiert:

1. freistehendes Einfamilienhaus

- Wohnfläche 139 m², Gebäudenutzfläche (0,32 x beheiztes Gebäudevolumen) 213 m²
- A/V-Verhältnis¹ = 0,68 1/m (Kompaktheit des Gebäudes)
- 4 Bewohner, normale Wohnnutzung
- Grenzwerte nach EnEV:
Primärenergiebedarf ≤ 111 kWh/m²a
spez. Transmissionswärmeverlust ≤ 0,52 W/m²K



Einfamilienhaus

2. Doppelhaushälfte bzw. Reihenendhaus

- Wohnfläche 126 m², Gebäudenutzfläche (0,32 x beheiztes Gebäudevolumen) 163 m²
- A/V-Verhältnis = 0,59 1/m (Kompaktheit des Gebäudes)
- 4 Bewohner, normale Wohnnutzung
- Grenzwerte nach EnEV:
Primärenergiebedarf ≤ 105 kWh/m²a
spez. Transmissionswärmeverlust ≤ 0,56 W/m²K



Doppelhaushälfte

3. Mehrfamilienhaus

- sechs Wohneinheiten mit je 63 m² Wohnfläche
- Gesamte Wohnfläche 380 m², Gebäudenutzfläche (0,32 x beheiztes Gebäudevolumen) 463 m²
- A/V-Verhältnis = 0,54 1/m (Kompaktheit des Gebäudes)
- 18 Bewohner, normale Wohnnutzung
- Grenzwerte nach EnEV:
Primärenergiebedarf ≤ 96 kWh/m²a
spez. Transmissionswärmeverlust ≤ 0,58 W/m²K



Mehrfamilienhaus

¹A/V: Umfassungsfläche (A)/Bauwerksvolumen (V)

Komponenten und Kosten im Vergleich

Die folgenden Tabellen (1–4) zeigen für die drei Gebäudeformen und die vier verschiedenen Energiestandards die nach EnEV bzw. PHPP errechneten Kennwerte, sowie die zur Einhaltung der Werte erforderlichen Wärmeschutzmaßnahmen mit deren Mehrkosten zum EnEV-Standard:

(1) Erläuterung Transmissionswärmeverlust und U-Wert
 Der Transmissionswärmeverlust ist die Raumwärme, die an die Wände abgegeben wird und von dort nach außen gelangt.
 Jede Wand hat einen bestimmten Wärmedurchgangskoeffizienten, auch als U-Wert bezeichnet. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärmeenergie ein Bauteil auf einer Fläche von einem Quadratmeter innerhalb einer Stunde passieren lässt, wenn zwischen innen und außen ein Temperaturunterschied von einem Kelvin besteht (Watt pro Quadratmeter Kelvin: $W/m^2 K$). Aus dem U-Wert und der tatsächlichen mittleren Temperaturdifferenz errechnet man schließlich den Transmissionswärmeverlust.

Planungsziele (Kennwerte)	EnEV-Standard (nach EnEV)			KfW-60-Standard (nach EnEV)			KfW-40-Standard (nach EnEV)			Passivhausstandard (nach PHPP)		
	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH
Heizwärmebedarf in kWh/m^2a	55	48	52	39	36	37	12	13	11	15	15	15
Endenergiebedarf in kWh/m^2a (Brennstoff)	75	73	72	40	39	38	24	18	17	23	17	16
Jahresprimärenergiebedarf in kWh/m^2a	90	88	86	56	55	53	34	33	31	24	19	18
CO ₂ -Emissionen (kg/m^2a)	20	19	15	13	12	9	9	8	6	6	4	4
Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_t^{(1)}$ in $W/m^2K(EnEV)$, kWh/m^2a (PHPP)	0,38	0,39	0,48	0,29	0,30	0,35	0,19	0,20	0,27	0,35,90	32,60	28,70

Tabelle 1: Kennwerte

Einfamilienhaus Wohnfläche 139 m ²	EnEV-Standard		KfW-60-Standard		KfW-40-Standard		Passivhausstandard			
	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾	
Außenwand (KS ⁽¹⁾ 17,5 cm) WLG ⁽²⁾ 040	12 cm	0,30	20 cm	0,19	26 cm	0,15	31 cm	0,12	22,10	
Dach WLG ⁽²⁾ 040	20 cm	0,23	26 cm	0,18	30 cm	0,15	40 cm	0,12	8,50	
Bodenplatte WLG ⁽²⁾ 035	10 cm	0,32	14 cm	0,22	16 cm	0,19	25 cm	0,14	8,10	
Fenster	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,40	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,20	3 S-WSG ⁽⁵⁾	1,00	3 S-WSG ⁽⁵⁾	0,80	26,70	
Lüftung	frei	-	Abluft- anlage	-	Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾		Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾		43,00	
Solarthermieanlage ⁰	-		Warmwasser Heizungs- unterstützung	optional optional	Warmwasser Heizungs- unterstützung	optional optional	Warmwasser	optional -		
Summe				40,90					89,00	108,40

Tabelle 2: Einfamilienhaus

- (1) KS Kalksandstein
- (2) WLG Wärmeleitgruppe
- (3) WF Wohnfläche
- (4) 2 S-WSG Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung
- (5) 3 S-WSG Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung
- (6) WRG Wärmerückgewinnung
- (7) abhängig von Zahl der Personen, Ausrichtung SW-50 Neigung 20°–50°

Doppelhaushälfte Wohnfläche 126 m ²	EnEV-Standard		KfW-60-Standard			KfW-40-Standard			Passivhausstandard		
	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾
Außenwand (KS ⁽¹⁾ 17,5 cm) WLG ⁽²⁾ 040	12 cm	0,30	18 cm	0,20	4,00	22 cm	0,15	9,40	30 cm	0,13	12,10
Dach WLG ⁽²⁾ 040	18 cm	0,23	24 cm	0,17	2,50	28 cm	0,17	4,20	35 cm	0,12	7,20
Bodenplatte WLG ⁽²⁾ 035	8 cm	0,32	12 cm	0,25	1,70	14 cm	0,22	2,50	25 cm	0,14	7,20
Fenster	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,40	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,20	6,90	3 S-WSG ⁽⁵⁾	0,80	12,10	3 S-WSG ⁽⁵⁾	0,80	19,00
Lüftung	frei	–	Abluft- anlage	–	19,00	Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾		48,00	Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾		48,00
Solarthermieanlage ⁰	–		Warmwasser Heizungs- unterstützung		optional optional	Warmwasser Heizungs- unterstützung		optional optional	Warmwasser		optional –
Summe					34,10			76,20			93,50

Tabelle 3: Doppelhaushälfte

- (1) KS Kalksandstein
- (2) WLG Wärmeleitgruppe
- (3) WF Wohnfläche
- (4) 2 S-WSG Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung
- (5) 3 S-WSG Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung
- (6) WRG Wärmerückgewinnung
- (7) abhängig von Zahl der Personen, Ausrichtung SW-SO Neigung 20°–50°

Mehrfamilienhaus Wohnfläche 380 m ²	EnEV-Standard		KfW-60-Standard			KfW-40-Standard			Passivhausstandard		
	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾	Dämmung	U-Wert W/m ² K	Mehrkosten €/m ² WF ⁽³⁾
Außenwand (KS ⁽¹⁾ 17,5 cm) WLG ⁽²⁾ 040	10 cm	0,30	16 cm	0,23	0,40	18 cm	0,20	9,40	24 cm	0,16	8,00
Dach WLG ⁽²⁾ 040	18 cm	0,23	22 cm	0,23	0,92	24 cm	0,21	4,20	30 cm	0,17	2,80
Bodenplatte WLG ⁽²⁾ 035	8 cm	0,32	10 cm	0,27	0,40	12 cm	0,23	2,50	20 cm	0,15	2,20
Fenster	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,40	2 S-WSG ⁽⁴⁾	1,20	8,90	3 S-WSG ⁽⁵⁾	0,90	12,10	3 S-WSG ⁽⁵⁾	0,80	24,40
Lüftung	frei	–	Abluft- anlage	–	25,00	Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾	–	48,00	Zu- und Abluft mit WRG ⁽⁶⁾		55,00
Solarthermieanlage ⁽⁷⁾	–		Warmwasser Heizungs- unterstützung		optional optional	Warmwasser Heizungs- unterstützung		optional optional	Warmwasser		optional –
Summe					35,62			78,90			92,40

Tabelle 4: Mehrfamilienhaus

- (1) KS Kalksandstein
(2) WLG Wärmeleitgruppe
(3) WF Wohnfläche
(4) 2 S-WSG Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung
(5) 3 S-WSG Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung
(6) WRG Wärmerückgewinnung
(7) abhängig von Zahl der Personen, Ausrichtung SW-SO Neigung 20°–50°

Heizungssysteme im Vergleich

Nicht nur die Dämmung der Gebäudehülle, sondern auch die Wahl der Heizung hat einen entscheidenden Einfluss auf den Primärenergiewert Q_p und somit auf den Verbrauch des Gebäudes.

Im Folgenden werden vier gängige Heizungssysteme im Hinblick auf die investitions-, betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten miteinander verglichen.

Die Heizungssysteme

Die Tabelle Nr. 5 zeigt die Eignung der gewählten Heizsysteme für die einzelnen Gebäudetypen und Standards auf:

	EnEV-Standard			KfW-60-Standard			KfW-40-Standard			Passivhausstandard		
	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH	EFH	DHH	MFH
Erdgas-Brennwertheizung mit Solarthermie	x	x	x	x	x	x	(x)	(x)	x	(x)	(x)	x
Pelletheizung mit Solarthermie	x	x	x	(x)	(x)	x	(x)	(x)	(x)	WZG ⁽¹⁾	WZG ⁽¹⁾	WZG ⁽¹⁾
Wärmepumpe (Sole-Wasser, Sonde) mit Solarthermie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	KWP ⁽²⁾	KWP ⁽²⁾	KWP ⁽²⁾
Fernwärme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 5

X geeignet

(X) weniger geeignet

(1) WZG Wohnzimmergerät

(2) KWP Kompaktwärmepumpe

Investitionskosten

Will man sich für ein System entscheiden, so betrachtet man zunächst die zu investierenden Kosten. Die Angaben der Tabelle Nr. 6 beziehen sich auf den EnEV-Standard (ohne Heizverteilung). Bei energetisch besseren Gebäudekonzepten können Einsparungen bei den Investitionskosten der Heizungsanlage erreicht werden.

Heizsystem	Richtwerte für Investitionskosten (EnEV-Standard)		
	€	€	€
	EFH	DHH	MFH
Erdgas-Brennwertheizung	9.300	9.300	17.300
Erdgas-Brennwertheizung mit solarer Heizungsunterstützung	17.300	17.300	39.000
Pelletheizung	18.500	18.500	23.700
Wärmepumpe (Erdwärmesonde) ⁽¹⁾	20.300	20.300	30.000
Fernwärme	9.500	9.500	13.400

(1)

Die Kosten für die Erdbohrung können reduziert werden, wenn durch eine gemeinsame Bohrung mehrere Hausanschlüsse versorgt werden: so kann dies z. B. bei einer Bohrtiefe von 250 Metern für 5–6 Wohneinheiten mit dem KfW-60-Standard, für 2 bis 3 Wohneinheiten mit EnEV-Standard sinnvoll sein.

Tabelle 6: Richtwerte für Investitionskosten

Verbrauchs- und Betriebskosten

Die Entscheidung für ein Heizsystem darf jedoch nicht allein von den Investitionskosten abhängig gemacht werden. Da diese nur einmal anfallen, sollte man besonders auf die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten achten, die über die gesamte Laufzeit hin anfallen und je nach System stark voneinander abweichen.

Die folgenden Graphiken für die jeweiligen Haustypen sollen dies verdeutlichen und somit auch eine kleine Entscheidungshilfe geben.

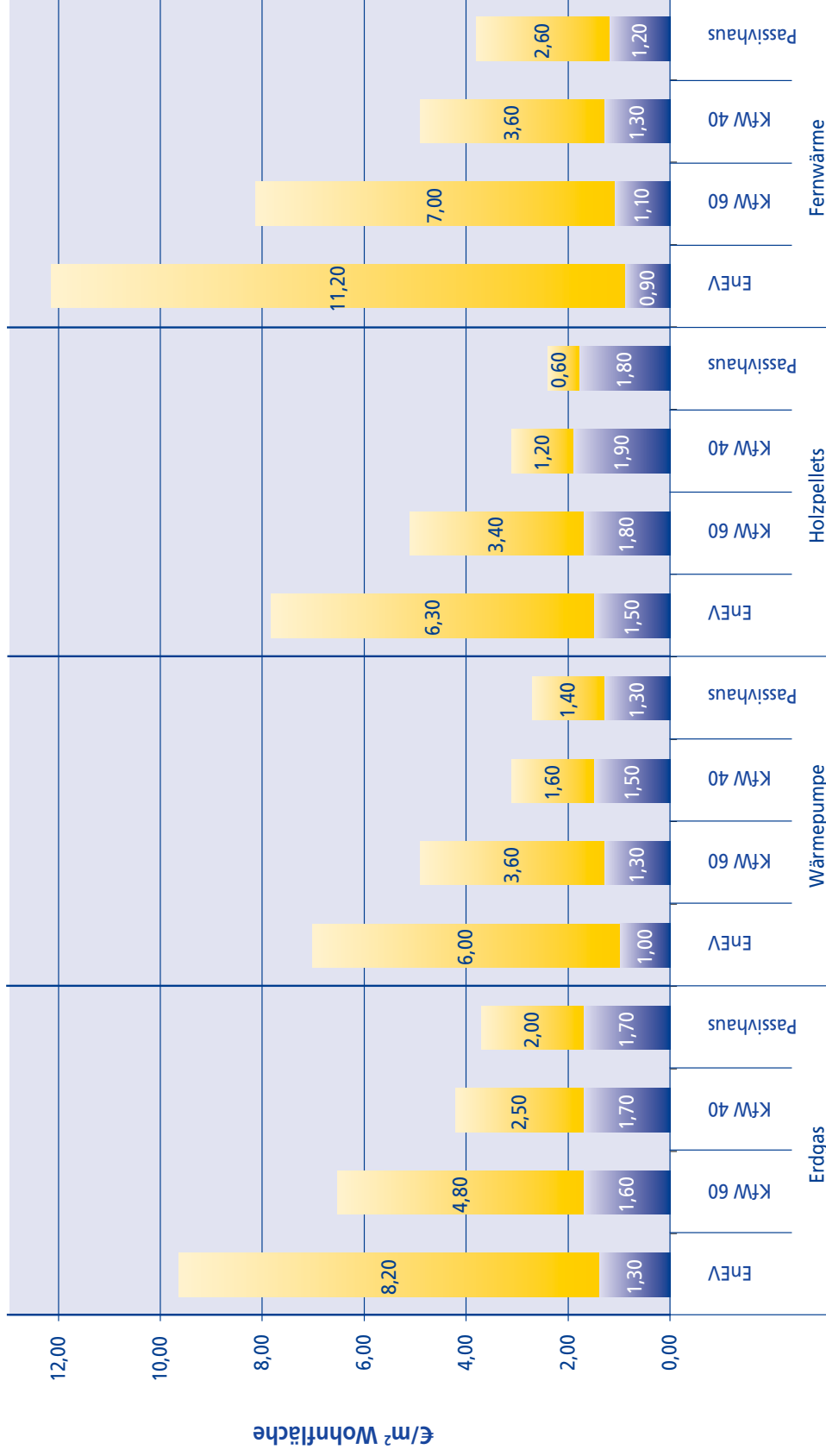
Die den Graphiken zugrunde liegenden Energiepreise beziehen sich auf Daten vom Mai 2006. Für die Berechnungen des Betriebs der Wärmepumpen wurde der Sondertarif für Wärmepumpen nicht berücksichtigt sondern der allgemeine Stromtarif.

Energiepreise (Stand Mai 2006)	Verbrauchpreis	Grundpreis
	Cent/kWh	€
Gas	5,57	125,28
Holzpellets (pro Tonne: 180 Euro)	3,31	
Strom	16,69	89,64
Strom Wärmepumpentarif: Haupttarif	12,16	
Strom Wärmepumpentarif: NT Nachttarif: 21.00 bis 7.00 Uhr	9,72	71
Fernwärme	6,79	32,6

Quellen: DEW21, Holzzentrum Olsberg

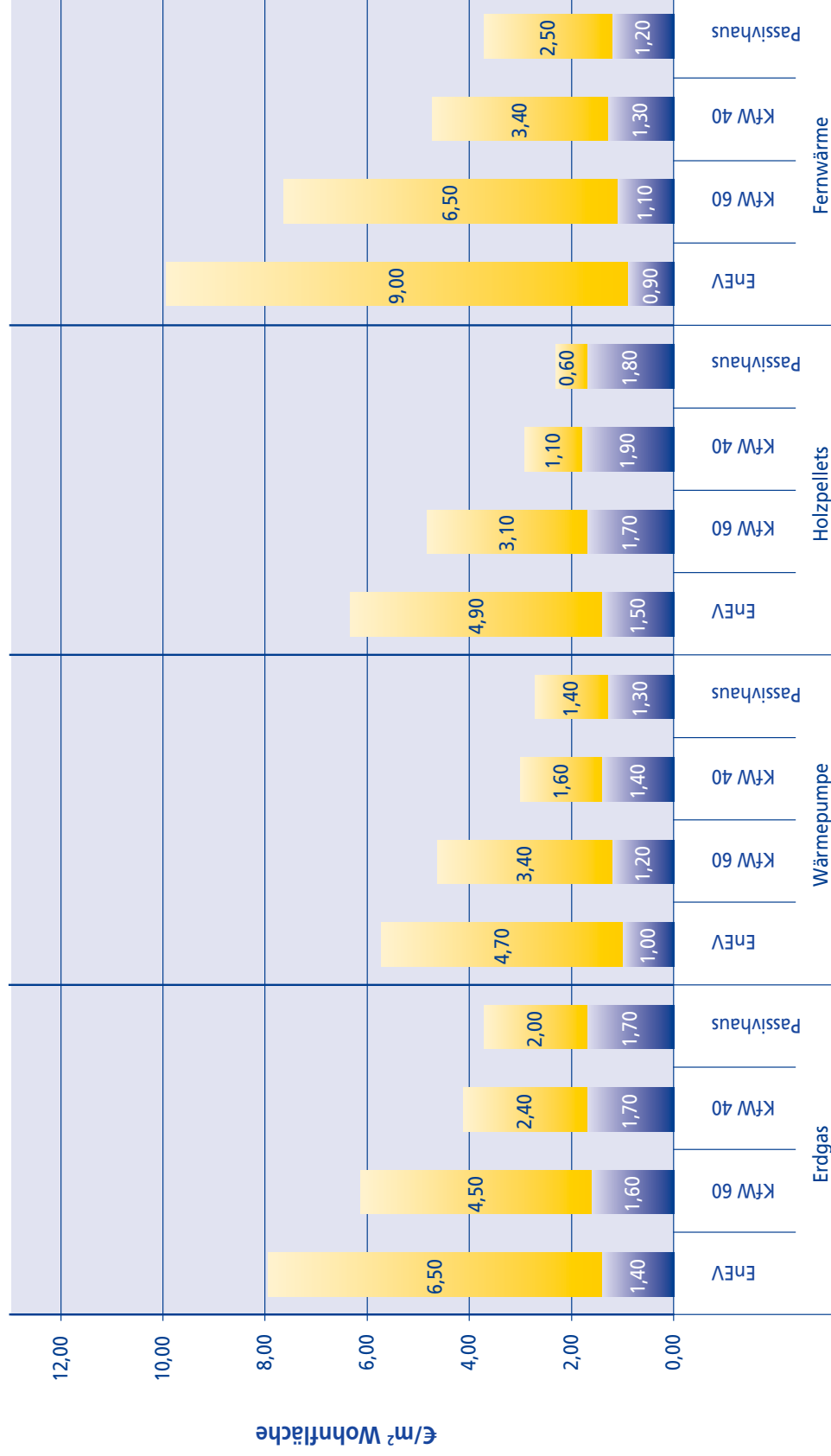
Die mit dem steigenden Dämmstandard ansteigenden betriebsgebundenen Kosten hängen mit dem durch die Lüftungsanlage bedingten Mehraufwand für die Hilfsenergie zusammen. Das Heizen mit Holzpellets ist beim Einfamilienhaus und bei der Doppelhaushälfte rein rechnerisch zwar günstiger, der Einsatz eines Pelletofens im Passivhaus ist aber dennoch nicht zu empfehlen. Da bei diesem Standard der Heizwärmebedarf sehr gering ist, kämen hier nur kleine Zimmer-Öfen in Frage. Bei der Bereitung von Warmwasser bestünde hierbei die Gefahr der Überhitzung der Räume.

Einfamilienhaus: Jahreskosten Heizung und Warmwasser in €/m² Wohnfläche
 (ohne investitionsbedingte Kosten)

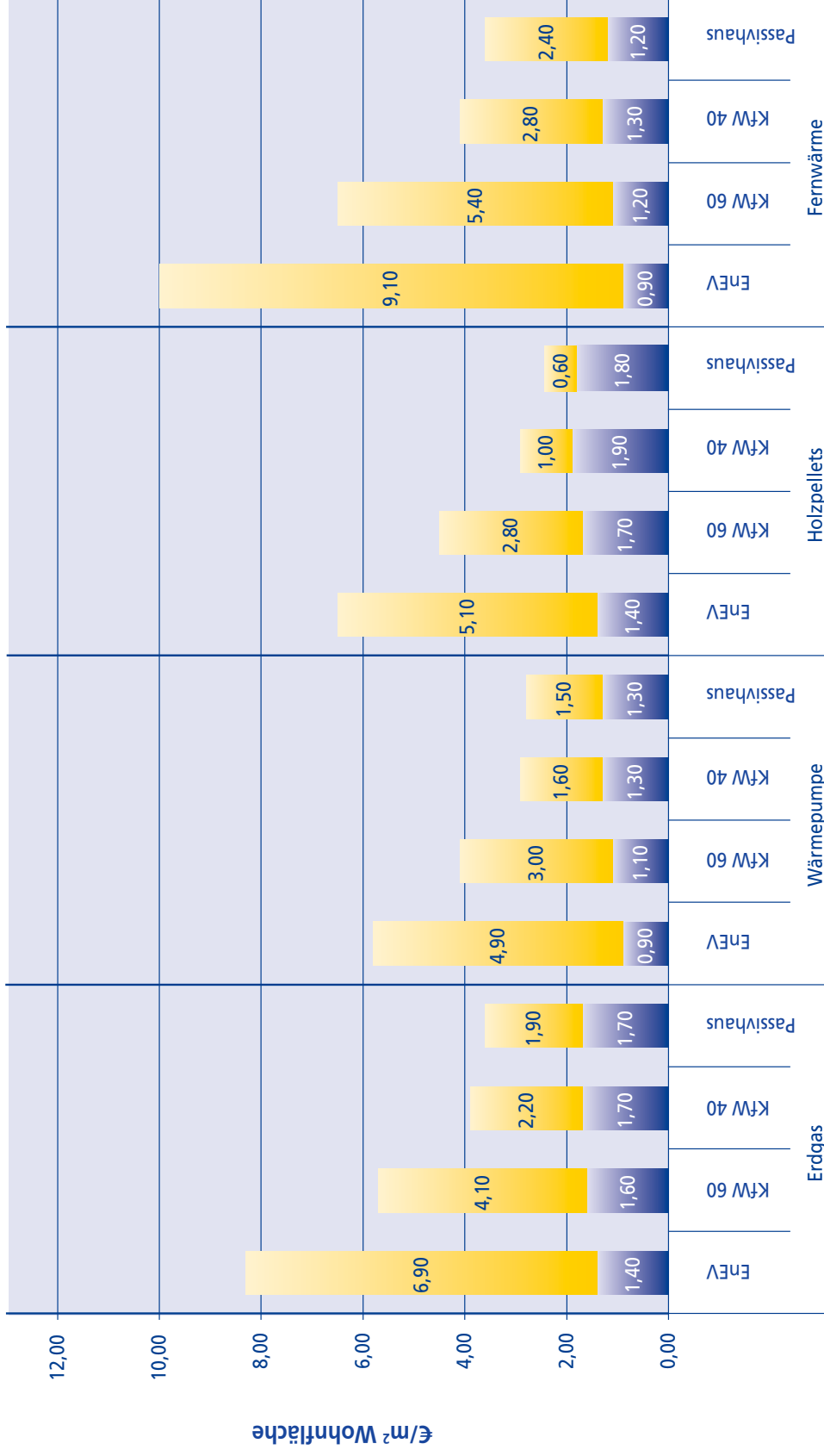


Einfamilienhaus: Jahreskosten Heizung und Warmwasser in €/m² Wohnfläche mit Solarthermie und Heizungsunterstützung (ohne investitionsbedingte Kosten)

■ Verbrauchsgebundene Kosten
■ Betriebsgebundene Kosten

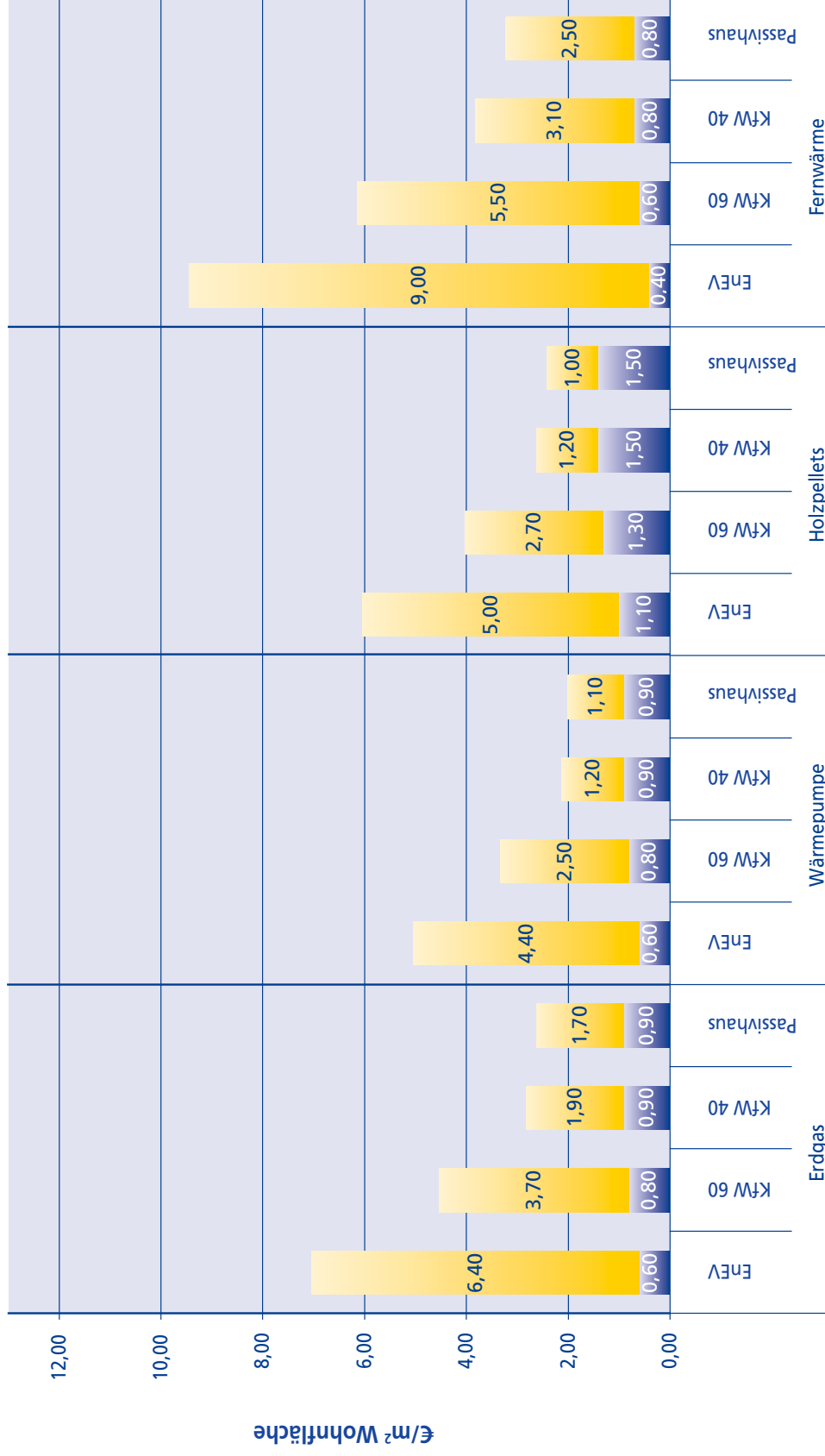


Doppelhaushälfte: Jahreskosten Heizung und Warmwasser in €/m² Wohnfläche
 (ohne investitionsbedingte Kosten)



**Mehrfamilienhaus: Jahreskosten Heizung und Warmwasser in €/m² Wohnfläche
(ohne investitionsbedingte Kosten)**

Verbrauchsgebundene Kosten
Betriebsgebundene Kosten



Beispiel

Mit Blick auf die Mehrkosten und Einsparungen sollen im Folgenden der KfW-60-Standard mit Wärmepumpe und der EnEV-Standard mit Gasbrennwertheizung für das Einfamilienhaus verglichen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Höhe der Einsparung mit steigenden Energiepreisen zunimmt.

Mehrkosten Investition		jährliche Einsparungen	
bauliche Maßnahmen x WF ⁽¹⁾ (aus Tabelle 2)	5.700 €	Verbrauch- und Betrieb EnEV x WF ⁽¹⁾ (aus Graphik 1)	1.320 €/a
Differenz Heizsystem (aus Tabelle 6)	11.000 €	Verbrauch- und Betrieb KfW-60-Standard x WF ⁽¹⁾ (aus Graphik 1)	681 €/a
Summe	16.700 €	Differenz	639 €/a

Tabelle 7: Richtwerte für Investitionskosten
(1) WF Wohnfläche

Finanzierung der Investition/jährliche Finanzierungskosten

KfW-Kredit, KfW Haus 60 Laufzeit 10 Jahre	16.700 €	Zinsen 3,88% (Stand: 03.07.06) Tigung 1,00%	648 €/a 167 €/a
Summe/Finanzierung			815 €/a

Förderungen und Finanzierungen

Für den Bau eines besonders energiesparenden Gebäudes bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) Förderdarlehen mit günstigen Konditionen an. Die aktuellen Konditionen findet man im **Internet unter www.kfw.de**.

Für den Einsatz von Biomasseheizungen (Holzpellets und Hackschnitzelheizungen) und Solarthermieanlagen bietet das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (www.bafa.de) entsprechende Förderzuschüsse an.

Des Weiteren gibt es zahlreiche regionale Förderprogramme, die man bei den jeweiligen Energieanbietern oder Kommunen abrufen kann.

Generelle Hinweise zur Energieberatung für Neubauprojekte bieten neben dem Umweltamt der Stadt Dortmund die lokalen bzw. landesweiten Energieberater und Energieagenturen an.

IMPRESSUM

Herausgeber: Stadt Dortmund, Umweltamt

Redaktion: Dr. Wilhelm Grote (verantwortlich), Elke Albertz

Verfasser: Dipl.-Kfm. (Univ.) Dipl.-Ing. (FH) Martin Reuter (Energieagentur Mittelfranken e. V.)

Dipl.-Ing. (Arch.) Uli Vieweg (Energieagentur Mittelfranken e. V.)

Dr. Burkhard Schulze Darup (Architekt)

Kommunikationskonzept,

Gestaltung, Satz und Produktion: Dortmund-Agentur

Druck: Graphischer Betrieb 07/06

