



## **Dokumentation Heizkostenvergleich**

(Stand März 2011)

### **1. Zielsetzung**

Der Heizkostenvergleich stellt eine Grundlage zur Beurteilung der Gesamtkosten verschiedener Anlagen zur Beheizung von Einzelhäusern aus Sicht des Endkunden bzw. Hausbesitzers dar. Er wurde mit dem Ziel konzipiert, die Wettbewerbsfähigkeit von Pellet- und Holzfeuerungsanlagen im Vergleich zu anderen Heiztechnologien zu prüfen. Hierfür wurden sowohl Neubauvarianten als auch eine energetisch sanierte Altbauvariante berücksichtigt. Es sind die für eine Investitionsentscheidung von Hausbesitzern relevanten Kostenkomponenten (inkl. Förderung) aufgeführt. Dabei wurde zur Erhaltung der Übersichtlichkeit auf eine zu hohe Aufschlüsselung in Einzelkomponenten verzichtet.

Der Heizkostenvergleich ist für Publikationen mit längerfristigem Horizont und Auslage (1/2 – 1 Jahr) gedacht. Er wird bei kurzfristigen Preis- und Kostenänderungen und den teils hohen Volatilitäten nicht jedes Mal angepasst. Erst bei substantiellen Veränderungen (z.B. bei Förderprogrammen, Preisniveaus) erfolgt eine Einarbeitung.

### **2. Grundlagen für die Kostenrechnung**

Die Berechnung der jährlichen Gesamtkosten bzw. der spezifischen Kosten erfolgt in Anlehnung an VDI 2067: Es werden die jährlichen kapitalgebundenen, betriebsgebundenen und verbrauchsgebundenen Kosten für die einzelnen Heizungssysteme ermittelt. Die jährlichen Gesamtkosten (€/a) der einzelnen Heizungssysteme ergeben sich jeweils aus der Summe der drei Kostenkomponenten. Bezogen auf den Jahreswärmebedarf können die spezifischen Kosten (€/kWh) abgeleitet werden.

Die Angaben der jährlichen Gesamtkosten auf Basis der aktuellen Energieträgerpreise werden durch Szenarien unterschiedlicher Teuerungsraten am Beispiel ausgewählter Energieträger (Pellets und Erdgas bzw. Flüssiggas) ergänzt. Anhand unterschiedlicher Energieträger-Teuerungsraten (jeweils 2 % und 5% pro Jahr, effektiv) werden die Auswirkungen auf die jährlichen Gesamtkosten sowie auf die kumulierten Gesamtkosten im Verlaufe von 20 Jahren aufgezeigt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt jeweils inflationsbereinigt bezogen auf Euro2010.

### **3. Betrachtete Gebäudevarianten und Heizsysteme**

Durch die EnergieEinsparVerordnung 2009 (EnEV 2009) und das Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz 2009 (EEWärmeG 2009) liegen wesentliche Rahmenbedingungen vor, die beim Neubau bzw. der Sanierung von Altbauten zu berücksichtigen sind:

- Mit der novellierten Fassung der EnEV 2009 erfolgt u.a. eine Verschärfung des Anforderungsniveaus an den Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden um durchschnittlich 30% gegenüber den Vorgaben der EnEV 2007 (vgl. EnEV (2009), ASUE (2009)).
- Das EEWärmeG, das am 01.01.2009 in Kraft getreten ist, sieht vor, dass bei Neubauten gemäß EnEV 2009 ein Teil der Wärme durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden muss. Der Anteil des Wärmeenergiebedarfs, der mindestens über erneuerbare Energien zu decken ist, variiert zwischen 15, 30 und 50% je nachdem ob beispielsweise solare Strahlungsenergie, Biomasse, Geothermie oder Umweltwärme genutzt werden. Als Alternative zum Einsatz von erneuerbaren Energien besteht die Möglichkeit, sog. Ersatzmaßnahmen durchzuführen. Hierzu zählt beispielsweise eine verbesserte Dämmung des Gebäudes (Unterschreitung des ENEC Standards um mindestens 15%), um den Wärmebedarf zu reduzieren (EEWärmeG 2009).

Der Heizkostenvergleich konzentriert sich auf die Rahmenbedingungen in Deutschland. Bundeslandspezifische Vorgaben wie z.B. das EWärmeG für Altbauten in Baden-Württemberg, das auch bei der Sanierung von Altbauten gewisse Anteile an erneuerbaren Energien fordert, wurden in vorliegendem Heizkostenvergleich nicht berücksichtigt (EWärmeG 2008).

### 3.1 Gebäudevarianten

Es werden mit Bezug auf die EnEV 2009 vier Gebäudevarianten mit unterschiedlichem Heizwärmebedarf betrachtet. Die Untersuchungen beziehen sich dabei auf ein Einfamilienhaus mit 150 m<sup>2</sup> Nutzfläche.

- **Altbau (energetisch saniert, Kesseltausch)** mit einem Heizwärmebedarf von 70 kWh/m<sup>2</sup>\*a (in Anlehnung an „KfW-Effizienzhaus 130“; Standard gemäß EnEV 2009 auch für die ungünstigste energetische Variante).
- **Neubau-Standard** mit Heizwärmebedarf von 55 kWh/m<sup>2</sup>\*a (in Anlehnung an „KfW-Effizienzhaus 100“; entspricht dem Neubaustandard gemäß EnEV 2009 auch für die ungünstigste energetische Variante).
- **Neubau-Niedrigenergiehaus** mit Heizwärmebedarf von 45 kWh/m<sup>2</sup>\*a (in Anlehnung an „KfW-Effizienzhaus 70“; Unterschreitung des Neubaustandards gemäß EnEV 2009 um ca. 30 % auch für die ungünstigste energetische Variante).

Ausgehend von dem Heizwärmebedarf wurde jeweils - in Abhängigkeit der Volllaststundenzahl – der Leistungsbedarf der Anlagen zur Heiz- und Brauchwasserwärmebereitstellung für die einzelnen Gebäudevarianten überschlägig ermittelt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Spezifischer Wärmebedarf, Jahreswärmebedarf, Volllaststunden und Anlagen-Leistungsbedarf für die untersuchten Gebäudevarianten

	Einheit	Neubau-Niedrigenergiehaus	Neubau-Standard	Altbau mit energ. San. u. Kesseltausch
<b>Spez. Wärmebedarf:</b>				
Heizung	kWh/m <sup>2</sup> *a	45	55	70
Warmwasser	kWh/m <sup>2</sup> *a	12,5		
Summe	kWh/m <sup>2</sup> *a	57,5	67,5	82,5
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh/a	8.625	10.125	12.375
<b>Volllaststunden</b>	h	1.600		
<b>Errechneter Leistungsbedarf</b>	kW	5	6	8

### 3.2 Heizsysteme

Der Heizwärme- und Warmwasserbedarf wird in den unterschiedlichen Gebäudevarianten durch verschiedene Heizsysteme bereitgestellt. Die Auswahl der Versorgungsoptionen erfolgte unter Berücksichtigung der aktuellen Vorgaben der EnEV 2009 und des EEWärmeG sowie des erforderlichen Leistungsbedarfs. Prinzipiell wurden Holzkessel, Wärmepumpensysteme sowie Gas- und Ölkessel in die Untersuchungen einbezogen.

- Die Gebäudevariante **Altbau (energetisch saniert, Kesseltausch)** unterliegt nicht den Vorgaben des EEWärmeG, daher werden dieser Variante sowohl rein erdöl- bzw. erdgasbefeuerte Kessel als auch kombinierte Heizsysteme und Systeme auf Basis erneuerbarer Energien zugrunde gelegt.
- In der Gebäudevariante **Neubau-Standard** werden, um die Anforderungen des EEWärmeG zu erfüllen, keine ausschließlich fossilen Heizsysteme, sondern stets eine Kombination aus gas- bzw. ölbefeuerten Kesseln und Solaranlagen betrachtet.
- Die Variante **Neubau-Niedrigenergiehaus** unterschreitet die Vorgaben der EnEV 2009 auch für die ungünstigste energetische Variante um mindestens 30%. Daher werden bei

dieser Gebäudevariante auch die fossil befeuerten Kessel (ohne ergänzende solare Unterstützung) in den Vergleich mit aufgenommen, da sie damit den gesetzlichen Anforderungen genügen.

Die Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien erfüllen die z.T. hohen technischen Anforderungen des Marktanreizprogramms. So werden beispielsweise für Wärmepumpen Jahresarbeitszahlen von 4,3 (Erdwärmesonde) bzw. 3,7 (Umgebungsluft) zugrunde gelegt. Diese Festlegung erfolgt, um die Förderungen des Marktanreizprogramms (MAP) im Heizkostenvergleich zu berücksichtigen und um auf den gegebenen technischen Reifegrad der verschiedenen Technologien einzugehen. Praxiserfahrungen und die Durchführung von Feldtests zeigen jedoch, dass die hohen Anforderungen des MAP teilweise nicht erfüllt werden (können). Eine sorgfältige Planung und Auslegung der Anlagen kann dazu beitragen, die Probleme im Praxisbetrieb zu reduzieren (vgl. Lahr (2009), Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2010)).

Für die Kostenrechnungen (siehe Kapitel 4) werden unter Berücksichtigung aktueller Marktgegebenheiten und Marktverfügbarkeiten Heizkessel entsprechender bzw. etwas höherer Nennleistung gewählt. Bei Scheitholzvergaserkesseln ist zu beachten, dass kaum Anlagen mit einer Nennleistung unter 15 kW verfügbar sind. So wurde für die Gebäudevariante „Altbau mit Renovierung und Kesseltausch“ trotz deutlich geringerem Leistungsbedarf ein Scheitholzvergaserkessel der Leistungsklasse 15-19 kW zugrunde gelegt. Ähnliches gilt für die Pelletkessel der Neubauvarianten Niedrigenergiehaus und Standard, hier wurden Kessel der Leistungsklasse 8-10 kW angesetzt (bei einem Bedarf von lediglich 5 bzw. 6 kW).

Für eine genauere Beschreibung der verschiedenen Heizsysteme und Hinweise auf entsprechende Literatur siehe Anhang.

## 4. Kosten

### 4.1 Investitionen und kapitalgebundene Kosten

Die Heizkostentabellen berücksichtigen die wesentlichen Systemkomponenten und Investitionskosten verschiedener Heizsysteme. Die Kostenangaben beinhalten die Mehrwertsteuer, die abschließend noch einmal getrennt ausgewiesen ist.

Die Berechnung der kapitalgebundenen jährlichen Kosten erfolgt anhand der „Annuitätenmethode“. Es wird eine Lebensdauer der Anlagenkomponenten von einheitlich 20 Jahren zugrunde gelegt. Die Zinssätze orientieren sich an den Förderrichtlinien der KfW (siehe <http://www.kfw-foerderbank.de/>). Es wurden nachfolgende Programme herangezogen, als Kreditrahmen wurde eine Laufzeit von 20 Jahren, 3 tilgungsfreie Anlaufjahre und 10 Jahre Zinsbindung gewählt.

- **Neubau-Niedrigenergiehaus:** KfW-Programm "Energieeffizient Bauen" (Programmnr.: 153)
- **Neubau-Standard:** KfW-Programm "Wohneigentumsprogramm" (Programmnr.: 124)
- **Altbau energetisch saniert, Kesseltausch:** KfW-Programme "Wohnraum Modernisieren" (Programmnr.: 141) und "Energieeffizient Sanieren" (Programmnr.: 151)

### 4.2 Betriebsgebundene Kosten

- Die **Instandsetzung** umfasst den Ersatz von defekten Teilen (d.h. Ersatz, Reparatur). Für die Ermittlung der Instandsetzungskosten wurde einheitlich und pauschal ein Satz von 1,0% der Investitionskosten zugrunde gelegt. Die Ausnahme stellen die solargestützten Varianten dar. Hier werden dieselben Instandsetzungskosten der Varianten ohne solarthermische Unterstützung zugrunde gelegt, da davon ausgegangen wird, dass die Solarkomponenten keine zusätzlichen jährlichen Instandsetzungskosten erfordern.
- Die **Wartung** umfasst u. a. das Nachstellen, Schmieren, funktionserhaltende Reinigen, Nachfüllen oder Ersetzen von Betriebsstoffen oder Verbrauchsmitteln. Hierfür werden die Angaben des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg (2009) herangezogen. Die Werte werden allen vier Gebäudevarianten einheitlich zugrunde gelegt. Bei Flüssiggas

werden den Wartungskosten die Kosten für die Miete des Tanks (1,2 t bzw. 2,1 t oberirdisch) zugerechnet (siehe <http://www.eon-edis-vertrieb.com/html/17455.htm>).

- Die **Schornsteinfegerkosten** werden einheitlich mit 120 €/a für Pellet- und Scheitholzkessel, 80 €/a für Heizölkessel und mit 60 €/a für Erdgas- bzw. Flüssiggaskessel angesetzt (vgl. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2009)).
- Die Angaben für **Versicherung/Überwachung** basieren auf ASUE, 2007.
- Der **Hilfsstromverbrauch** beträgt 0,7% der thermischen Arbeit bei Scheitholz-, Heizöl- und Gaskesseln. Bei automatisch beschickten Holzfeuerungen (Pelletkessel) beträgt der Hilfsstromverbrauch 1,2% der therm. Arbeit (vgl. Hartmann und Reisinger (2007)).

#### 4.3 Verbrauchsgebundene Kosten

Die Grundpreise und spezifischen Kosten für Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, Strom, Pellets und Scheitholz basieren auf regelmäßig aktualisierten Internetangaben. Sie beinhalten Mehrwertsteuer und für die jeweiligen Fälle Strom- und Erdgassteuer sowie Energiesteuer auf Flüssiggas.

Energieträger	Strom, Erdgas, Bioerdgas	Heizöl	Pellets	Scheitholz	Flüssiggas
Quelle/ Link	<a href="http://www.enbw.com">www.enbw.com</a>	<a href="http://www.tecson.de">www.tecson.de</a>	<a href="http://www.depv.de">www.depv.de</a>	<a href="http://www.tfz.bayern.de">www.tfz.bayern.de</a>	<a href="http://www.eon-edis.com">www.eon-edis.com</a>

Die Höhe der verbrauchsgebundenen Kosten und damit die Energieträgerpreise für Holz, Heizöl, Gas und Strom unterliegen z.T. deutlichen zeitlichen Schwankungen. Speziell für Pellets und Heizöl, die monatliche bzw. auch tägliche Preisvolatilitäten aufweisen, wird jeweils das Preismittel der letzten 12 Monate den Kostenkalkulationen zugrunde gelegt.

Um die Bedeutung unterschiedlicher Teuerungsraten der Energieträger für die resultierenden jährlichen bzw. kumulierten Gesamtkosten über einen Zeitraum von 20 Jahren abschätzen zu können, werden dem Heizkostenvergleich ergänzende Szenarienrechnungen beigefügt. Es werden innerhalb der einzelnen Gebäudevarianten beispielhaft für ein Pellet-befeuertes und ein Erdgas- bzw. Flüssiggas-befeuertes Heizsystem anhand jeweils 2 Teuerungsraten (2 % und 5% pro Jahr, effektiv) die möglichen Entwicklungen der Gesamtkosten aufgezeigt. Es werden sowohl die Entwicklung der jährlichen Gesamtkosten (d.h. kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten) in 5-Jahresschritten als auch die Entwicklung der kumulierten Gesamtkosten über 20 Jahre dargestellt. Der Vergleich der Gesamtkosten erfolgt jeweils inflationsbereinigt (d.h. bezogen auf Euro<sub>2010</sub>).

#### 5. Förderung im Rahmen des Marktanreizprogramms

(siehe [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html))

Mit der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ (Stand 11. März 2011) steht ein umfangreiches Förderprogramm zur Verfügung, allerdings wird für Anlagen, die in Neubauten errichtet werden, weiter keine Förderung mehr gewährt. Neben einer Basisförderung (für Biomassekessel, effiziente Wärmepumpen, Solarkollektoren) werden verschiedene Bonusförderungen und Innovationsförderungen angeboten. Für den Einzelfall sind die Fördermöglichkeiten und die Höhe der Förderungen daher gezielt zu ermitteln.

In vorliegender Kostenrechnung werden die in nachfolgender Tabelle 2 angeführten Förderungen berücksichtigt. Die Fördersätze beziehen sich wie beschrieben lediglich auf den Gebäudebestand.

Die Fördermittel werden als Gutschrift den Investitionskosten zugerechnet, da nur für den durch die Förderung verminderten Betrag Kredite benötigt werden.

Für den Einzelfall sind auch die spezifischen Förderoptionen auf Länder- und Regionenebene zu beachten.

Tabelle 2: Übersicht über die im Heizkostenvergleich berücksichtigten Förderungen des MAP für Solaranlagen, Holzkessel und Wärmepumpen

Förderung Marktanzreizprogramm BAFA (Stand März 2011)	Basisförderung im Gebäudebestand		Kombinationsbonus 3)	Kesseltauschbonus 5)	Solarpumpen-bonus 6)
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	min. Betrag [Euro]			
Errichtung einer <b>Solaranlage</b> zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung bis 40 qm Kollektorfläche 1)	120,00		600,00	600,00	50,00
<b>Errichtung einer Solaranlage</b> zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit mehr als 40 qm Kollektorfläche 2)	165,00		600,00	600,00	50,00
	spezifisch [€/kW]	min. Betrag [Euro]			
<b>Pelletofen mit Wassertasche</b> 5 kW bis max. 100 kW	36,00	1000,00	600,00		
<b>Pelletkessel</b> , 5 kW bis max. 100 kW	36,00	2000,00	600,00		
<b>Pelletkessel</b> mit neu errichtetem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW, 5 kW bis max 100 kW	36,00	2500,00	600,00		
<b>Scheitholzvergaserkessel</b> mit einem Pufferspeicher von mind. 55l/kW, 5 kW bis max. 100 kW		1000,00	600,00		
	Nennwärmeleistung ≤ 10kW pauschal [Euro]	Nennwärmeleistung ≤ 10kW ≥ 20kW [Euro/kW]			
<b>Luft/Wasser-Wärmepumpe</b> . JAZ ≥ 1,3 (gasbetrieben)	2400,00	120,00	500,00		
<b>Luft/Wasser-Wärmepumpe</b> . JAZ ≥ 3,5 (elektrisch betrieben)	900,00				
<b>Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe</b> JAZ ≥ 3,8 elektrisch betrieben	2400,00	120,00			
<b>Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe</b> JAZ ≥ 1,3 (gasbetrieben)	2400,00				

1) Bei Flachkollektoren: Mind. 9 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, mind. 40 l/m<sup>2</sup> Pufferspeichervolumen. Bei Röhrenkollektoren: Mind. 7 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, mind. 50 l/m<sup>2</sup> Pufferspeicher.

2) 90€/m<sup>2</sup> Kollektorfläche bis 40m<sup>2</sup>, darüber zusätzlich 45€. Nur bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Pufferspeichervolumen von mind. 100 l/m<sup>2</sup> Kollektorfläche erforderlich

3) Zusätzlich zur Basisförderung kann ein Bonus von 500 € gewährt werden, wenn gleichzeitig eine förderfähige thermische Solaranlage installiert wurde.

4) Die Basisförderung von elektrisch betriebenen Luft/Wasserwärmepumpen beträgt max. 50 % der entsprechenden Höchstförderbeträge

5) Bei Neuinstallation einer Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung und gleichzeitigem Tausch des alten Heizkessels gegen ein Brennwertgerät bis Ende 2011 600 Euro, danach 500 Euro

6) Effiziente Solarkollektorpumpen: Pumpen in permanent erregter EC-Motor Bauweise oder Pumpen, die ausschließlich aus Strom aus einem fotovoltaischen Modul versorgt werden, das über keinen Netzanschluss verfügt.

**Anhang: Beschreibung der Heizsysteme und Literaturverweise**

Heizsystem	Beschreibung	Quellen
Pelletkessel	<p>Pellet-Kessel mit Standort im Keller, Leistung des Kessels entsprechend dem Leistungsbedarf der Gebäudevariante unter Berücksichtigung der gegebenen Marktverfügbarkeiten.</p> <p>Es wird für alle Gebäudevarianten ein Pufferspeicher als erforderlich angesehen. Das Mindestspeichervolumen des Pufferspeichers basiert auf den Anforderungen des Marktanreizprogramms. Hinzu kommt ein Brauchwasserspeicher (200 Liter; Annahme, dass Brauchwasserbedarf 50l/d<sub>Person</sub>).</p> <p>Hausinterne Verteilung: Heizkörper</p> <p>Anlieferung der Pellets durch Tankwagen. Pelletlagerung in einem Gewebesilo (Keller) und Austragung mit Hilfe einer Förderschnecke.</p>	<p>„Marktübersicht Pellet-Zentralheizungen und Pelletöfen“ (FNR, 2007a);</p> <p>Hartmann et al. (2007);</p> <p>Kunde et al. (2009);</p> <p>Recherchen bei Kessellieferanten.</p>
Scheitholzvergaserkessel	<p>15 kW Scheitholzvergaserkessel für renovierte Altbauvariante, Keller als Standort des Kessels. Kleinere Leistungsklassen sind nicht marktverfügbar, daher entfällt diese Option für den Neubau.</p> <p>Das Mindestspeichervolumen des Pufferspeichers basiert auf den Anforderungen des Marktanreizprogramms (55 l/kW). Hinzu kommt ein Brauchwasserspeicher (200 Liter; Annahme, dass Brauchwasserbedarf 50l/d<sub>Person</sub>).</p> <p>Hausinterne Verteilung: Heizkörper</p> <p>Anlieferung und Lagerung des Scheitholzes in überdachtem Bereich.</p>	<p>Marktübersicht „Scheitholzvergaserkessel/ Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel“ (FNR 2007b);</p> <p>Recherchen bei Kessellieferanten.</p>
Wärmepumpe (Erdwärme-Sonde)	<p>Erdwärme-Sonden: Sole durchflossene, vertikale Erdsonden, z.B. als Doppel-U-Rohr. Die Kosten der Bohrung werden als Funktion aus Wärmeentzugsleistung und Leistung des Wärmepumpenaggregats dargestellt (Annahme: Wärmeentzugsleistung 60 W/m).</p> <p>Für die Größe und Kosten des Brauchwasser- und Pufferspeichers werden vergleichbare Annahmen wie für die Pelletkessel-Variante mit solarthermischer Unterstützung zugrunde gelegt.</p> <p>Hausinterne Verteilung: Fußbodenheizung (Vorlauftemperatur 35°C);</p> <p>Die aktuellen hohen Effizienzanforderungen des Marktanreizprogramms sind in den Kalkulationen durch einen Kostenaufschlag berücksichtigt.</p> <p>Lagerung etc. und Schornstein sind nicht erforderlich.</p>	<p>Wirtschaftsministerium BW (2009); ergänzend die Internetseite des Wirtschaftsministeriums BW zu Erdwärme: <a href="http://www2.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9077/">http://www2.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9077/</a>;</p> <p>Recherchen bei Lieferanten.</p>

Heizsystem	Beschreibung	Quellen
Wärmepumpe (Umgebungsluft)	<p>Wärmepumpe mit Standort im Keller; Umgebungsluft-WP: Die Luft wird über gedämmte verzinkte Stahlblechkanäle der Wärmepumpe zu- bzw. von dieser abgeführt.</p> <p>Für die Größe und Kosten des Brauchwasser- und Pufferspeichers werden vergleichbare Annahmen wie für die Pelletkessel-Variante mit solarthermischer Unterstützung zugrunde gelegt.</p> <p>Hausinterne Verteilung: Fußbodenheizung (Vorlauftemperatur: 35°C);</p> <p>Die aktuellen hohen Effizienzanforderungen des Marktanzreizprogramms sind in den Kalkulationen durch Kostenaufschlag berücksichtigt.</p> <p>Lagerung etc. und Schornstein sind nicht erforderlich.</p>	<p>Wirtschaftsministerium BW (2009); ergänzend die Internetseite des Wirtschaftsministeriums BW zu Erdwärme: <a href="http://www2.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9077/">http://www2.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9077/</a>;</p> <p>Recherchen bei Lieferanten.</p>
Erdgas BW-Kessel	<p>Erdgas-Brennwertkessel mit Standort im Keller, Leistung des Kessels entsprechend des Leistungsbedarfs der Gebäudevariante.</p> <p>Für die Trinkwarmwasserbereitung ist ein Brauchwasserspeicher vorgesehen.</p> <p>Durch den zusätzlich gewonnenen Anteil der Kondensationswärme beim Gas-Brennwertkessel können sich Wirkungsgrade von über 100 % ergeben, bezieht man die eingesetzte Energie auf den Heizwert <math>H_o</math>, entsprechend 100%.</p> <p>Hausinterne Verteilung: Heizkörper</p> <p>Für die Gebäudevariante Altbau (energetisch saniert und Kesseltausch) muss der bestehende Kamin saniert werden.</p> <p>Versorgung setzt Anbindung an das Erdgasnetz voraus.</p>	<p>ASUE Heizkostenvergleich Neubau 2007 (Oschatz 2007);</p> <p>Ratgeber Wärmeversorgung (ASUE 2007);</p> <p>Gaderer et al. (2007);</p> <p>aktuelle Marktübersichten (vgl. <a href="http://www.ecotopten.de/prod_gasbrennwert_prod.php">www.ecotopten.de/prod_gasbrennwert_prod.php</a>).</p> <p>Recherchen bei Kessellieferanten.</p>
Heizöl NT-Kessel	<p>Heizöl-Niedertemperatur-Kessel mit Standort im Keller, Leistung des Kessels entsprechend des Leistungsbedarfs der Gebäudevariante.</p> <p>Für die Trinkwarmwasserbereitung ist ein Brauchwasserspeicher vorgesehen.</p> <p>Hausinterne Verteilung: Heizkörper</p> <p>Anlieferung über LKW-Tank; Lagerung in Heizöltank (Keller).</p>	<p>ASUE Heizkostenvergleich Neubau 2007 (Oschatz 2007);</p> <p>Ratgeber Wärmeversorgung (ASUE 2007);</p> <p>Recherchen bei Kessellieferanten.</p>
Flüssiggas BW-Kessel	<p>Flüssiggas- Brennwertkessel mit Standort im Keller, Leistung des Kessels entsprechend des Leistungsbedarfs der Gebäudevariante.</p> <p>Für die Trinkwarmwasserbereitung ist ein Brauchwasserspeicher vorgesehen. Die Investitionskosten für die Kessel orientieren sich an den Angaben für die Erdgasvariante.</p> <p>Die Anschlusskosten (als Investition) sowie die jährl. Kosten für Miete und Wartung sind <a href="http://www.eon-edis-vertrieb.com/html/17455.htm">http://www.eon-edis-vertrieb.com/html/17455.htm</a> entnommen.</p> <p>Hausinterne Verteilung: Heizkörper</p> <p>Anlieferung über LKW-Tank, Lagerung in Flüssiggastank</p>	<p>s. Erdgas BW-Kessel</p>

Heizsystem	Beschreibung	Quellen
Solarthermische Anlage	<p>Solarthermische Anlagen stets in Kombination mit Pelletkesseln, erdöl- bzw. erdgasbefeuerten Kesseln bzw. Wärmepumpensystemen</p> <p>Aufdach-Solarkollektoren und Schichtenspeicher. Entsprechend einer mündlichen Mitteilung der Paradigma Deutschland GmbH wurde das Volumen des Speichers für eine Kombianlage zur Heizungsunterstützung größer angenommen, als für eine Anlage ohne solarthermische Unterstützung.</p> <p>Die Kollektorfläche wird für die Varianten als konstant angenommen, dadurch variiert der Anteil der solaren Wärme an der Warmwasser- und Heizungsunterstützung: 25-30% (Neubau) bzw. 20% (sanierter Altbau). Bzgl. Dimensionierung siehe auch <a href="http://www.solar-net.info">www.solar-net.info</a></p>	<p>Wirtschaftsministerium BW (2008);                      Kaltschmitt et al. 2006;                      Mündliche Mitteilung Paradigma Deutschland GmbH vom 14.04.2010</p>



## 6. Literatur

- ASUE (2007) (Hrsg.): Ratgeber Wärmeversorgung. Mit Kostenvergleich Heizung 2007/8. Neubau/Grundsanierung. Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. Berlin.
- ASUE (2009) (Hrsg.): Die EnergieEinsparverordnung EnEV 2009. Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. Berlin.
- EnEV (2009): Energieeinsparverordnung für Gebäude. Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). In Internet unter: [http://www.EnEV-online.org/EnEV\\_2009\\_volltext/index.htm](http://www.EnEV-online.org/EnEV_2009_volltext/index.htm)
- EEWärmeG (2009): Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz – EEWärmeG. Inkrafttreten: 01. Januar 2009. Im Internet unter: [http://www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/downloads/doc/40512.php](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/40512.php)
- EWärmeG (2008): Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG). Inkrafttreten 01. Januar 2008. Im Internet unter: <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/60561/>
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2010): Forschungsprojekt „Wärmepumpen-Effizienz“. Freiburg. Im Internet unter: <http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de>
- Gaderer, M.; Kunde, R.; Spliethoff, H. (2007): Systemuntersuchungen an Heizungsanlagen. Holzpelletkessel, Heizöl-Brennwert- und Erdgas-Brennwertkessel im Vergleich. BWK. Heft 12, S. 39-46.
- ITG (Institut für Technische Gebäudeausrüstung) (2009): IEU-Modernisierungskompass. Selbstverlag, Dresden
- Kunde, R.; Volz, F.; Gaderer, M.; Spliethoff, H. (2009): Felduntersuchungen an Holzpellet-Zentralheizungskesseln. Beurteilung realer Schadstoffemissionen und Jahresnutzungsgrade. BWK. Heft 1/2, S. 58-66.
- Lahr (2009): Feldtest Elektro-Wärmepumpen (2006-2008). Schlussbericht. Lokale Agenda21-Gruppe Energie Lahr in Kooperation mit der Ortenauer Energieagentur in Offenburg. Im Internet unter: <http://www.agenda-energie-lahr.de>
- FNR (2007a) (Hrsg.): Marktübersicht Pellet-Zentralheizungen und Pelletöfen. 4.Auflage Februar 2007.
- FNR (2007b) (Hrsg.): Marktübersicht Scheitholzvergaserkessel / Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel. 5. Auflage Februar 2007.
- Hartmann, H. und Reisinger, K. (2007): Heizkosten bei Holzfeuerungen; In: forum.new power; Ausgabe 4/2007, S.52.
- Hartmann, H.; Reisinger, K.; Thuneke, K.; Höldrich, A.; Roßma, P. (2007): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Erarbeitet im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. durch das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe; 2. vollständig überarbeitete Auflage, März 2007. Straubing.
- Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W. (Hrsg.) (2006): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer- Verlag. Berlin
- Oschatz, B.; Mailach, B. (2007): ASUE Heizkostenvergleich Neubau 2007. Überarbeitung der Kostenansätze und Preise der Broschüre Wärmeversorgung im Neubau: Ratgeber für Bauherren und Planer. Auftraggeber ASUE. März 2007.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (BW) (2008): Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. 6. aktualisierte Auflage Februar 2008. Stuttgart.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (BW) (2009). Energie sparen durch Wärmepumpenanlagen. 10. aktualisierte Auflage Dezember 2009. Stuttgart.

Kontakt: Dr. Ludger Eltrop  
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER  
Abt. "Systemanalyse und Erneuerbare Energien - SEE"  
Universität Stuttgart  
Heißbrühlstr. 49; D - 70565 Stuttgart; [www.ier.uni-stuttgart.de](http://www.ier.uni-stuttgart.de)  
+49-(0)711-685 878 16, Fax: -83, mobil: +49 (0)160-78 40 682  
[le@ier.uni-stuttgart.de](mailto:le@ier.uni-stuttgart.de)