

# ENERGIEKONZEPT

für das

# NEUBAUGEBIET HARTENECKER HÖHE IN LUDWIGSBURG



im Auftrag der  
Stadt und Stadtwerke Ludwigsburg

Stand: 08.02.2008

Projektleitung: Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Josef Broll

Die Stadt Ludwigsburg strebt für das Baugebiet Hartenecker Höhe ein innovatives und zukunftsfähiges Energiekonzept an. Die Voraussetzungen dazu werden in mehreren Entscheidungsschritten geschaffen:

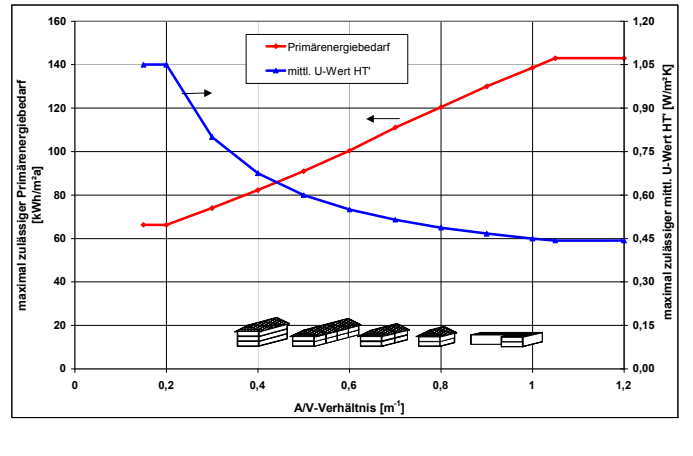
- a) Festlegung eines Energiestandards
- b) Entscheidung, ob zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung
- c) bei zentraler Versorgung: Festlegung eines Energieträgers / einer Technologie

## 1. ERLÄUTERUNG ENERGIESTANDARDS

Die EnEV stellt Anforderungen an die Gebäudehülle und die Qualität des Heizsystems eines Gebäudes. In Abhängigkeit von der Gebäudekompaktheit (A/V-Verhältnis) werden zulässige Höchstwerte für den mittleren U-Wert ( $H_T'$ ) und den Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung ( $Q_P''$ ) definiert.

Ein erhöhter Standard wird z.B. durch das Förderprogramm "Ökologisch Bauen" der KfW vorgegeben. Hier sind definiert:

KfW 60:  $H_T'$ : -30%     $Q_P''$ : 60 kWh/m<sup>2</sup>a  
 KfW 40:  $H_T'$ : -45%     $Q_P''$ : 45 kWh/m<sup>2</sup>a



## 2. UNTERSUCHUNG AN 2 BEISPIELGEBÄUDEN

An 2 Beispielgebäuden wurde untersucht, welcher technische Aufwand zum Erreichen dieser Standards gegenüber konventionellem EnEV-Standard erforderlich ist. Folgende Gebäudetypen wurden betrachtet:

	Wohnfläche	A /V-Verhältnis	Wohneinheiten
EFH / DHH	ca. 180 m <sup>2</sup>	0,64 m <sup>-1</sup>	1
MFH	1.170 m <sup>2</sup>	0,51 m <sup>-1</sup>	12

Folgende Varianten mit heute gängiger dezentraler Technik werden dabei untersucht:

### EnEV-Standard

ØV1: Gasbrennwertkessel (Vergleichsvariante)

### KfW 60-Standard

ØV2: verbesserter Wärmeschutz, Erdsonden-Wärmepumpe (Geothermie), Solaranlage (nur DHH)

ØV3: verbesserter Wärmeschutz, Gasbrennwertkessel, Solaranlage (WW), Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)

ØV4: verbesserter Wärmeschutz, Gasbrennwertkessel, Solaranlage (Hzg + WW)

ØV5: verbesserter Wärmeschutz, Pelletskessel (oder **Nahwärme mit erneuerbaren Energien**)

### KfW 40-Standard

ØV6: verbesserter Wärmeschutz, Erdsonden-Wärmepumpe, Flächenheizung, Solaranlage (bei DHH mit Heizungsunterstützung), Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)

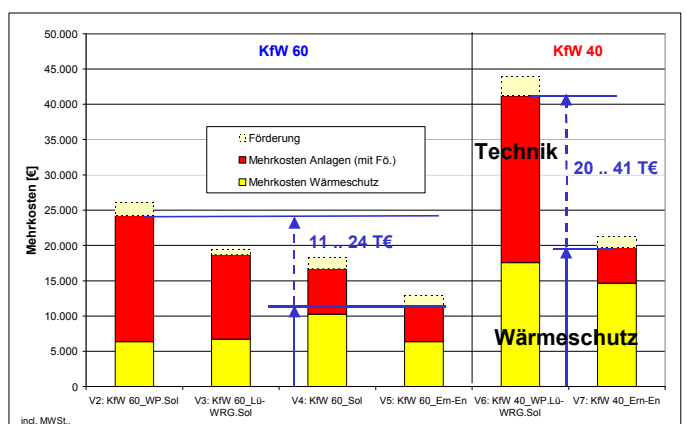
ØV7: verbesserter Wärmeschutz, Pelletskessel (oder **Nahwärme mit erneuerbaren Energien**)

Zur Einhaltung der baulichen Anforderungen an den KfW 60-Standard sind hohe, aber durchaus noch gängige Dämmstoffdicken von 18-22 cm für Außenwand und Dach erforderlich. Für die Fenster ist eine gute 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ausreichend.

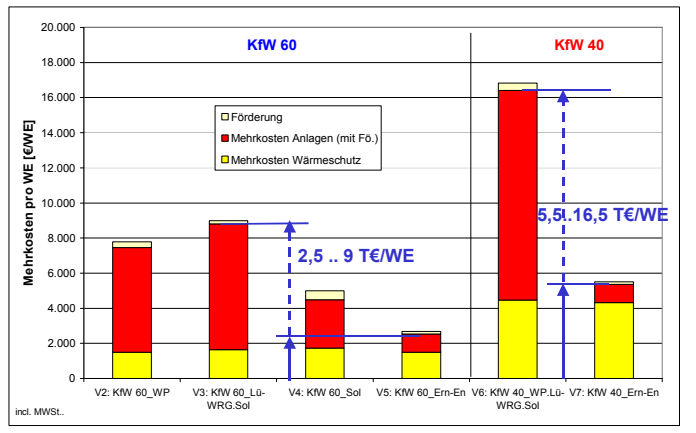
Für den KfW 40-Standard ist zusätzlich eine 3-Scheibenverglasung mit verbesserten Fensterrahmen, sowie ein erhöhter Planungsaufwand (Wärmebrückenberechnung, Blower-Door-Test) erforderlich.

Die erforderliche Technik zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs ist in der Variantenbeschreibung definiert.

Beim **EFH/DHH** liegt der Mehraufwand für den **KfW 60-Standard** bei 11-24 T€. Davon entfallen mindestens 6,5 T€ auf den erhöhten Wärmeschutz. Bei Umsetzung des **KfW 40-Standards** entstehen Mehrinvestitionen von 20-41 T€, davon ca. 15-17 T€ für den erhöhten Wärmeschutz.



Beim **MFH** entstehen für den **KfW 60**-Standard Mehrinvestitionen von 2,5-9 T€ pro Wohneinheit, wovon etwa 1,5 T€/WE auf den Wärmeschutz entfallen. Für den **KfW 40**-Standard entstehen Mehrkosten zwischen 5,5 und 16,5 T€/WE, davon ca. 4,5 T€/WE für den verbesserten Wärmeschutz.



Die höchsten Investitionen sind jeweils für die Varianten mit Einsatz von Erdsonden-Wärmepumpen und/oder einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung (Variante 2, 3 und 6).

Bei der Versorgung mit erneuerbaren Energien (Var. 5 u. 7) wird angenommen, dass jeweils dezentral ein Holzpelletskessel zum Einsatz kommt. Die Wärmeversorgung kann aber ebenso aus einer Nahwärmeversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien erfolgen. In diesem Fall entstehen dem Bauherrn der Mehraufwand für den verbesserten Wärmeschutz sowie die Anschlusskosten an das Wärmenetz. Zusätzliche Technik im Gebäude zur Energieeinsparung ist nicht mehr erforderlich.

### 3. ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

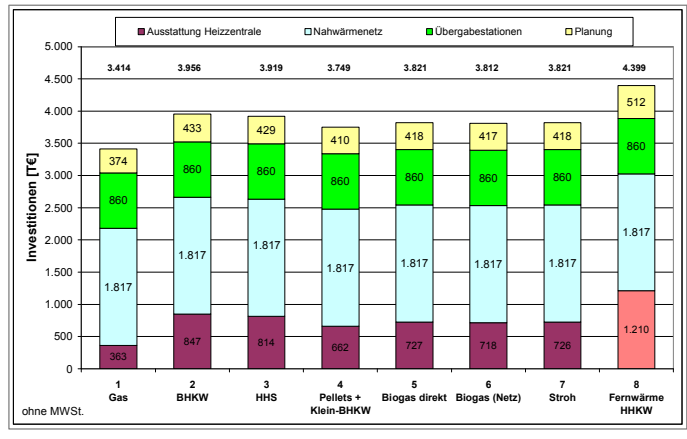
Eine zentrale Wärmeversorgung (auch: Nah- oder Fernwärme) erfordert eine Heizzentrale mit entsprechenden Wärmeerzeugern, ein Nahwärmenetz sowie Hausanschlüsse und Hausübergabestationen. In einer Variantenstudie wurden 7 Varianten der Wärmeerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energien bzw. Kraft-Wärme-Kopplung untersucht. Zum Einsatz kommen dabei die Energieträger bzw. Technologien Erdgas- bzw. Biogas-BHKW, Holzhackschnitzel-, Holzpellets- sowie Stroh-Kessel. Außerdem wird der Anschluss des Versorgungsgebiets an die Fernwärme der Stadtwerke Ludwigsburg mit Wärmeerzeugung im zukünftigen Holzheizkraftwerk betrachtet.

In allen Fällen werden durch die Art der Wärmeerzeugung die Primärenergie-Anforderungen an den KfW 60- bzw. KfW 40-Standard erfüllt, so dass die Bauherren der daraus versorgten Gebäude lediglich die zusätzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen müssen.

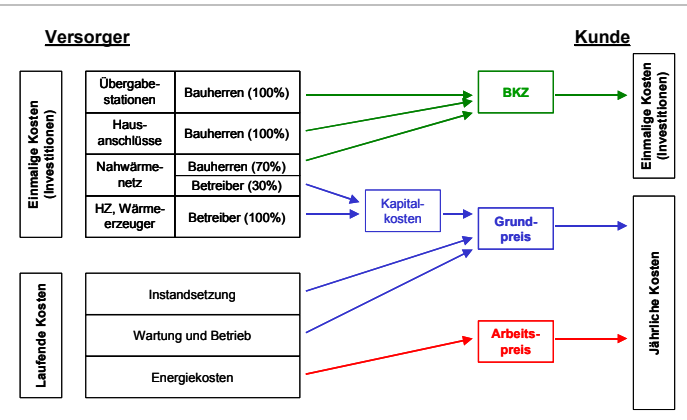
**Nahwärme mit erneuerbaren Energien ist ein wichtiger Baustein für einen verbesserten Energiestandard, insbesondere für den KfW 40-Standard.**

Der Einsatz von oberflächennaher Geothermie und Wärmepumpe in einem Nahwärmesystem ist nicht sinnvoll. Die Nahwärme erfordert im Vorlauf ganzjährig eine Temperatur von mindestens 65°C, Wärmepumpen können bei der daraus resultierenden hohen Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Netzvorlauf nur mit geringer Effizienz betrieben werden. Bei dezentralem Einsatz von Wärmepumpen kann die Heizwärme mit deutlich niedrigeren Vorlauftemperaturen geliefert werden, was die Effizienz der Anlage erhöht.

Die Aufwendungen für die Wärmeverteilung (Netz und Hausstationen, ca. 3 Mio. €) machen den überwiegenden Teil der Investitionen für die Nahwärmeversorgung aus. Der Kostenanteil liegt bei etwa 75%.



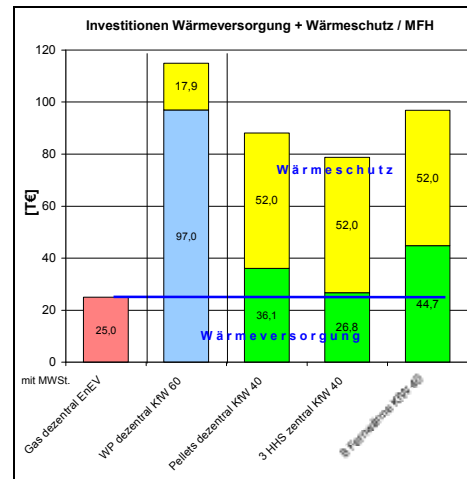
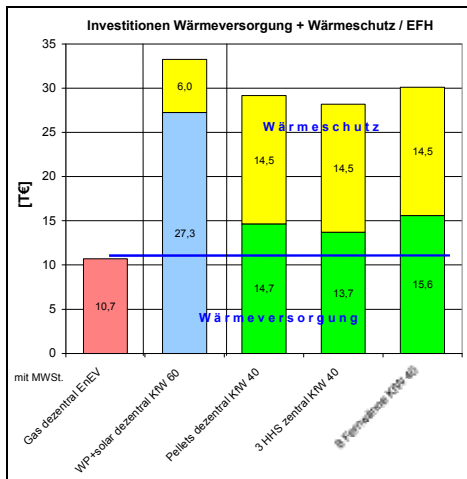
Der Betreiber der Nahwärmeversorgung tätigt zunächst alle erforderlichen Investitionen und gibt die Kosten in Form von Baukostenzuschüssen, einem Grundpreis sowie einem Arbeitspreis an den Bauherrn / Nutzer weiter. Dies erfolgt nach folgendem Modell:



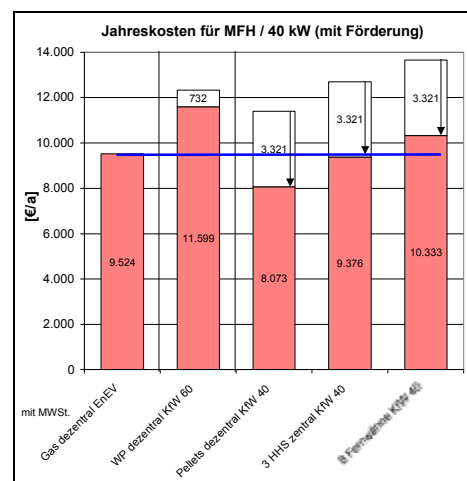
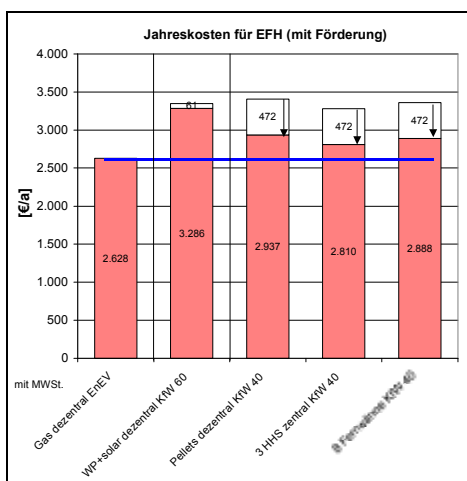
#### 4. KOSTEN FÜR DEN NUTZER

Im folgenden werden die Kosten (Investitionen sowie Jahreskosten) für den Bauherrn bzw. Nutzer betrachtet. Dabei werden für ausgewählte Varianten die Ergebnisse aus Kap. 2 (Investitionen für erhöhten Wärmeschutz und dezentrale Versorgungstechnik) und Kap. 3 (Kosten für zentrale Versorgung und daraus resultierend die Kosten für den Bauherrn bei Anschluss an die Nahwärme) zusammengeführt. Als Basis dienen die in Kap. 2 beschriebenen Beispielgebäude DHH und MFH.

- Gas dezentral / EnEV (Kap. 2, Var. 1)
- Wärmepumpe (mit Solaranlage) dezentral / KfW 60 (Kap. 2, Var. 2)
- Pellets dezentral / KfW 40 (Kap. 2, Var. 7)
- Holzhackschnitzel zentral / KfW 40 (Kap. 3, Var. 3)
- Anschluss an Fernwärme / KfW 40 (Kap. 3, Var. 8)



Dem Bauherrn entstehen Investitionen für die dezentralen Heizanlagen bzw. für den Anschluss an die Nahwärmeversorgung sowie für den Mehraufwand an Wärmeschutz. Dem stehen Einsparungen durch den Klimazuschuss der Stadt gegenüber (im Bild nicht dargestellt).



Die Berechnung der Jahresgesamtkosten beinhaltet die Kapitalkosten für die o.g. Investitionen abzüglich Klimazuschuss und Zinsreduzierung durch KfW-Kredite, außerdem die Wartungs- und Betriebskosten sowie Grundkosten für die Nahwärme und die aktuellen Energiekosten.

In der Summe ergeben sich für den Nutzer der Nahwärme Gesamtkosten, die etwa gleich hoch bzw. bis maximal 10% höher sind als die Kosten bei einem konventionellen Gebäude (nach EnEV) mit Gas-Brennwertkessel. Bei den dezentralen Varianten ergibt sich ein uneinheitlicheres Ergebnis. Während in einigen Fällen die Kosten bis zu 25% höher sind als bei der Referenzvariante (Gas/EnEV), sind z.B. bei der Versorgung eines Mehrfamilienhauses mit Holzpellets deutliche Einsparungen möglich.

### Kosten bei Energiestandard KfW 60:

Ein Modellrechnung für mehrere Varianten der Nahwärmeversorgung unter Annahme des KfW 60-Standards führt zu folgendem Ergebnis:

- Die Kapitalkosten reduzieren sich auf Grund des geringeren Aufwandes für den Wärmeschutz.
- Die Energiekosten werden höher als bei KfW 40.
- Die Förderung reduziert sich stark auf Grund des wegfallenden Klimazuschusses und der höheren Zinsen bei KfW 60.
- In der Summe ergeben sich für den Nutzer höhere Kosten als bei KfW 40. Sie liegen etwa 10-25 % über denen beim EnEV-Standard.

## 5. ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN FÜR ZENTRALE BZW. DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Bei der Entscheidung für die Art der Wärmeversorgung sind, neben der reinen Kostenbetrachtung, eine Reihe von weiteren Kriterien zu berücksichtigen:

### Zentrale Versorgung

#### aus Sicht des Bauherrn

- weniger Aufwand für gleiche Energieeffizienz (Investitionen, Platzbedarf, Betriebsaufwand)
- vereinfachte Umsetzung von KfW 60 / 40 bzw. Wärmegesetz

#### aus Sicht des Versorgers

- einfache Umstellung der Technik bei geänderten Rahmenbedingungen
- hohe Investitionen und hohe Vorleistungen, deshalb: Anschlussverpflichtung erforderlich
- hoher Aufwand bei kleinteiliger Bebauung

### Dezentrale Versorgung

#### aus Sicht des Bauherrn

- Wahlfreiheit bezüglich eingesetzter Technik
- einzelne Varianten im Betrieb evtl. kostengünstiger als zentrale Versorgung

#### aus Sicht des Versorgers

- Vielzahl von Versorgungsoptionen mit unterschiedlichen Energieträgern, folglich: auch Versorgung mit Gas schwierig, da ausreichender Absatz nicht gesichert

Eine Anschlussverpflichtung an die Nahwärme kann, je nach Standpunkt des Bauherrn, als Einschränkung oder auch als Vorteil gesehen werden. Um sowohl dem Wunsch nach individuellen Versorgungskonzepten Rechnung zu tragen, als auch die Vorteile der zentralen Versorgung anzubieten, wurde vorgeschlagen, einen Teil der Quartiere aus dem Nahwärmegebiet herauszunehmen.



In den skizzierten Gebieten sind überwiegend freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser, aber auch einige Doppelhäuser sowie kleinere Mehrfamilienhäuser vorgesehen. Durch die teilweise lockere Bebauung würden insbesondere Quartiere mit hohem Aufwand für die Wärmeverteilung aus der Nahwärme herausgenommen. Teilweise können dadurch auch Teile der Haupttrasse gekürzt werden, was Kosten und Netzverluste reduziert.

In Abhängigkeit von der Vermarktbarkeit der Grundstücke ist eine Erweiterung des Gebietes für dezentrale Versorgung möglich. Ebenso ist es aber auch möglich, die einzelne Bereiche noch nachträglich an die Nahwärme anzuschließen, falls dies von den Bauherrn gewünscht wird

## 6. VORTEILE DURCH VERBESSERTE ENERGIESTANDARDS

Die verbesserten Energiestandards bringen dem Bauherrn eine Reihe von Vorteilen: Dies gilt in verstärktem Maße für den KfW 40-Standard:

- Energiekosteneinsparung von 20-50%
- geringere Abhängigkeit von Energiepreissteigerungen
- Klimazuschuss der Stadt Ludwigsburg (vorgeschlagen: 5 T€ für Ein- und Zweifamilienhäuser, mit Zuschlag für MFH bis 15 T€ oder alternativ: Abschlag von 20 €/m<sup>2</sup> Grundstücksfläche auf den Kaufpreis)
- Zinsgünstiger Kredit der KfW: 50.000 €, Zinsvorteil ca. 1% -> 500 €/a (bei KfW 40)
- "Erneuerbare Wärme-Gesetz" automatisch erfüllt (zusätzliche Investition z.B. 5.000 € für Solaranlage entfällt)
- auf Grund von Fördermaßnahmen werden entstehende Mehrkosten nahezu vollständig ausgeglichen

## 7. ENERGIEPOLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR EIN ENERGIEKONZEPT

Die Vorgabe eines verbesserten Energiestandards ist im Kontext der energiepolitischen Entwicklung der letzten Jahre und der absehbaren Zukunft zu sehen:

EnEV 2002	erstmalig primärenergetische Bewertung, Verschärfung der Anforderungen um 25-30% gegenüber Wärmeschutzverordnung 95
EnEV 2007	neues Rechenverfahren für Nicht-Wohngebäude keine wesentlichen Änderungen für Wohngebäude Einführung des Energieausweises für Bestandsgebäude
2007/08	starker Anstieg der Energiepreise, intensive Klimaschutzdebatte
2007/08 Wärmegesetz Ba-Wü bzw. Bund	20% bzw. 15% erneuerbare Energien bei Neubauten, ersatzweise EnEV -30%
EnEV 2009	lt. Eckpunktepapier: Verschärfung der Grenzwerte um etwa 30% d.h. ab 2009 wird KfW 60 bereits annähernd Standard sein
ca. 2012	weitere Verschärfung der Grenzwerte geplant (voraussichtlich um weitere 30%) dies entspricht (bzgl. der Anforderungen an die Gebäudehülle) in etwa dem KfW 40-Standard

Mit einer **Festlegung des KfW 40-Standards** würden die für 2009 und 2012 geplanten **Verschärfungen der EnEV** gewissermaßen **vorweggenommen**.

Eine **zentrale Wärmeversorgung** auf Basis **erneuerbarer Energien erleichtert** den Bauherren die Umsetzung der gesetzten Anforderungen.

Damit lässt sich eine **innovative Wärmeversorgung** zu **vertretbaren Kosten** realisieren.