

Universitätsstadt Tübingen

003 Stabsstelle des Oberbürgermeisters, Umwelt- und Klimaschutz

Vorlage 467/2008

Datum

24.11.20081

7.11.2008

Bernd Schott, Telefon: 2390

Gesch. Z.: 003/1.02-01

Beschlussvorlagezur Behandlung im: **Gemeinderat**Vorberatung im: **Verkehrsplanungs- und Umweltausschuss**Vorberatung im: **Ortschaftsrat Hirschau**

Betreff: Passivhaus-Förderprogramm

Bezug:

Anlagen: 08-467_Anlage_Energiegutachten.pdf

Beschlussantrag:

Die Stadtverwaltung wird beauftragt, für die sieben Grundstücke im Baugebiet „Käppelesäcker“ in Hirschau, die der Stadt entsprechend dem Grundsatzprogramm Wohnen zugeteilt wurden, den Bauwilligen ein Passivhaus-Förderprogramm anzubieten. Das Förderprogramm beinhaltet sowohl eine 10-jährige, zinslose Stundung von 15.000 € des Kaufpreises als auch die Finanzierung der Baubegleitung gemäß „RAL-Gütesiegel NEH“ durch ein Fachbüro.

Finanzielle Auswirkungen		Jahr: 2009	Folgeb.: 2010
Investitionskosten:	€ 21.000	€ 11.000	€ 10.000
bei HHStelle veranschlagt:	Deckungsreserve Klimaschutz 1.9100.8500.000		
Aufwand / Ertrag jährlich	€	ab:	

Ziel:

Das Passivhaus-Förderprogramm soll dazu beitragen, dass auch finanzschwächere Bauherren einen nachhaltigen energetischen Standard verwirklichen können. Damit sollen einerseits die Risiken stetig steigender Energiepreise reduziert werden und andererseits hohe Klimaschutz- und Energiestandards, wie sie die Stadtverwaltung für ihre eigenen Gebäude anstrebt, auch auf Grundstücken verwirklicht werden können, die durch die Stadt kostengünstig an private Bauherren abgegeben werden. Die zinslose Stundung eines Teilbetrages des Grundstückspreises soll beim Bauherren einen finanziellen Freiraum schaffen, um in Passivhausbauweise bauen zu können.

Begründung:

1. Anlass / Problemstellung

Mit der Klimaschutz-Offensive der Stadt Tübingen soll auf lokaler Ebene bis zum Jahr 2020 eine Reduktion auf das klimaverträgliche Maß von 3 Tonnen CO₂ pro Einwohner und Jahr erreicht werden. Um das notwendige Umsteuern einzuleiten, soll im ersten Schritt der CO₂-Ausstoß für den 5-Jahres-Zeitraum von 2004 bis 2009 um 10 Prozent reduziert werden; dies entspricht einer Verminderung der jährlichen Emission um ca. 45.000 Tonnen CO₂ (Vorlage 147/07). Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, müssen die derzeitigen Energieverbräuche massiv gesenkt und für neue Investitionen von Beginn an auf sehr niedrige Energieverbräuche und CO₂-Emissionen geachtet werden.

Zudem belasten die stetig steigenden Energiekosten die Budgets von öffentlicher Hand, Wirtschaft und Privatpersonen zunehmend. Für die vergangenen Jahre lag die jährliche Kostensteigerung im Bundesschnitt für Wärmeenergie bei jährlich 9,9 %, dies bedeutet, dass wir innerhalb von nur neun Jahren eine Verdopplung der Energiepreise hatten.

Dabei bringen hohe energetische Standards bei Wohngebäuden mehrere Vorteile. Sie weisen sowohl im Winter als auch im Sommer einen höheren Wohnkomfort aus, sie reduzieren die Kosten für Energie, das Versorgungsrisiko und die CO₂-Emissionen. Der Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser liegt bei einem Passivhaus rund 5- bis 8-mal niedriger als bei einem Haus nach EnEV 2007. Das Risiko für eine sichere Energieversorgung wird dabei immer bedeutender. So hat z. B. die Internationale Energie-Agentur (IEA) im Herbst 2007 die Prognose abgegeben, dass die [weltweite] Energienachfrage bis 2030 um 55 Prozent zunehmen werde und dass "eine Versorgungskrise im Zeitraum bis 2015, mit einer abrupten Eskalation der Ölpreise, nicht ausgeschlossen werden" kann.

2. Sachstand

Am 28.01.08 hat der Gemeinderat den Bebauungsplan „Käppelesäcker“ in Tübingen Hirschau beschlossen. Im Zuge der Umlegung des Baugebietes hat die Stadt über Vereinbarungen mit den Umliegungsbeteiligten einen über das gesetzliche Maß hinausgehenden Flächenabzug entsprechend dem Grundsatzprogramm Wohnen erhalten. Aus diesem erhöhten Flächenansatz wurden der Stadt sechs Reihenhaushausgrundstücke und ein Grundstück für eine Doppelhaushälfte zugeteilt. Diese Grundstücke werden an junge Familien nach sozialen Komponenten verkauft. Die Vermarktung gemäß der mit Ergänzungen vom Ortschaftsrat Hirschau am 29.09.2008 beschlossenen Vorlage 11/2008 läuft bereits, mit Bauanträgen ist in 2009 zu rechnen.

Eine vertragliche Bindung der Bauherren auf einen über den so genannten KfW-60-Standard hinausgehenden Energiestandard wird vom Ortschaftsrat Hirschau abgelehnt.

Ein Gutachten (siehe Anlage) des Büros ebök für das aus energetischer Sicht ungünstigste Gebäude innerhalb der sieben Grundstücke hat ergeben, dass ein Passivhaus mit Kompaktaggregat und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei einer jährlichen Energiepreissteigerung von 9,9 % gegenüber anderen Energiestandards (EnEV2007; KfW-40, KfW-60) über 20 Jahre gerechnet die beste Wirtschaftlichkeit aufweist. Gegenüber dem KfW-60-Standard sind nach o. g. Gutachten beim Passivhaus ca. 15.000 € Mehrinvestitionen zu tragen. Diese entfallen auf ambitionierte Dämmmaßnahmen sowie Passivhausfenster und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Wirtschaftlichkeitsberechnung und Vergleiche zu einem Gebäude nach EnEV2009, die in 2009 in Kraft treten soll, können derzeit nicht erfolgen. Für die EnEV2009 ist laut Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung von einer Verschärfung/ ? Senkung des maximal zulässigen Primärener-

giebedarfs um 30 % zu rechnen. Damit wäre der heutige KfW-60-Standard i. w. S. die Mindestanforderung.

In 1993 entschied der Gemeinderat mit Beschluss aus der Vorlage 522b/92, dass beim Verkauf von städtischen Flächen zum Neubau von Gebäuden vertraglich abgesichert wird, dass die Gebäude in Niedrigenergiehausstandard gebaut werden (möglichst 30 % unter Sollwert der WSchVO1995). Dieser Beschluss ist nicht mehr an die Änderungen der Energieeinsparverordnungen der folgenden Jahre angepasst worden.

Für die Erlangung des RAL-Gütesiegel NEH sind nach Auskunft von zwei Büros, die dieses Siegel vergeben können, mit 3.000 € zu rechnen. Die Begleitung eines Bauvorhabens gemäß RAL-Gütesiegel NEH umfasst u. a. die Beratung während der Planungsphase, die Betreuung auf der Baustelle während der Bauphase und die Prüfung des fertigen Gebäudes (inkl. Luftdichtemessung). Das Verfahren stellt aktuell den besten Qualitätsstandard sicher.

3. Lösungsvarianten

- a) Es wird keine Förderung der Passivhausbauweise gewährt.
- b) In die Kaufverträge für die sieben städtischen Grundstücke im Baugebiet „Käppelesäcker“ in Tübingen Hirschau wird, entsprechend dem Grundsatzprogramm, wird eine Klausel aufgenommen, dass im Falle des Nachweises einer Passivhausbauweise über das „RAL-Gütesiegel NEH“ 15.000 € des Grundstück-Kaufpreises erst 10 Jahre später bezahlt werden müssen.
- c) In die Kaufverträge für die sieben städtischen Grundstücke im Baugebiet „Käppelesäcker“ in Tübingen Hirschau wird, entsprechend dem Grundsatzprogramm, wird eine Klausel aufgenommen, dass im Falle des Nachweises einer Passivhausbauweise über das „RAL-Gütesiegel NEH“ 15.000 € des Grundstück-Kaufpreises erst 10 Jahre später bezahlt werden müssen. Zudem wird die Begleitung der Baumaßnahme zur Erlangung des „RAL-Gütesiegel NEH“ auf Antrag der Bauherren von der Stadtverwaltung mit bis zu 3.000 € auf Abrechnungsbasis bezuschusst.

4. Verwaltungsvorschlag

Die Verwaltung empfiehlt Variante 3 c).

5. Finanzielle Auswirkungen

Die finanzielle Auswirkung ist davon abhängig, in welchem Umfang das Förderprogramm in Anspruch genommen wird. Pro Haus entstehen Kosten für die Begleitung der Baumaßnahme gemäß „RAL-Gütesiegel NEH“ in Höhe von maximal 3.000 €. Im Falle, dass alle Bauherren das Förderprogramm nutzen, entstehen maximal 21.000 € für die Begleitung der Baumaßnahmen.

Der kurzfristige Verkaufserlös für die Haushaltsstelle 2.8800.3400.000-0101 reduziert sich um je 15.000 €. Pro Grundstück/Haus ist – bei einem zugrunde gelegten Zinssatz von 5 % - für die Laufzeit von 10 Jahren mit einem entgangenen Zins von ca. 9.450 € auszugehen.

6. Anlage zur Vorlage 467/2008

Energiegutachten: „Neubaugebiet Käppelesäcker in Tübingen-Hirschau - Kurzbericht Quantifizierung eines Mustergebäudes“

Neubaugelbiet Käppelesäcker in Tübingen-Hirschau

Kurzbericht Quantifizierung eines Mustergebäudes

Datum des Berichts: 23.09.2008
im Auftrag von: Stadt Tübingen FAB Stadtplanung
Projektleitung: Dipl.-Phys. Gerhard Lude
Inhaltliche Bearbeitung: Cand.-Ing. Michael Keppler
Dipl.-Phys. Gerhard Lude
Dipl.-Ing. Olaf Hildebrandt

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung	2
2 Grundlagen und Methodik	2
2.1 Methodik	2
2.2 Rechnerische Grundlagen	2
3 Analyse des Mustergebäudes	5
3.1 Mustergebäude	5
3.2 Aufwand für Wärmeschutz.....	6
3.3 Energiekennwerte für das Mustergebäude.....	8
3.4 Primärenergie- und CO ₂ -Bilanz	9
4 Wirtschaftlichkeit	10
4.1 Investitionen.....	10
4.2 Wirtschaftlichkeit.....	12
5 Literatur	14

1 Aufgabenstellung

Für das „Baugebiet Käppelesäcker“ in Tübingen Hirschau sollen verschiedene wärmetechnische Standards anhand eines Mustergebäudes untersucht werden. Die Mehrkosten gegenüber dem gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandard Energieeinsparverordnung (EnEV) sollen abgeschätzt werden.

2 Grundlagen und Methodik

2.1 Methodik

Im Rahmen des Energiekonzepts wurde folgende Berechnungsmethodik verwendet:

- Energiekennwerte Heizwärme nach dem Verfahren der EnEV [EnEV 2004] sowie Passivhaus-Vorprojektierung [PHVP] (erweiterte Fassung zur Berücksichtigung von Verschattungen und Heizlast).
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen in Anlehnung an VDI 2067 / Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung [VDI 2067-1].

2.2 Rechnerische Grundlagen

Energieverbrauch und CO₂

Die flächenspezifischen Werte beziehen sich auf die Nettogrundfläche (Energiebezugsfläche) eines Gebäudes.

Der Endenergiebedarf Warmwasser ergibt sich bei Wohngebäuden aus dem Standardwert der Nutzenergie von 12,5 kWh/(m²a) entsprechend der EnEV zuzüglich der anlagenspezifischen Verluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung. Der Endenergiebedarf Heizung ergibt sich aus der Nutzenergie (abhängig vom energetischen Gebäudestandard), zuzüglich den Anlagenverlusten der jeweiligen Anlage sowie den Verteilverlusten eines Nahwärmenetzes (sofern in der Variante vorhanden).

Der Primärenergiebedarf sowie die CO₂-Äquivalente wurden mit den in Tab. 1 genannten Werten ermittelt.

Tab. 1: Verwendete Primärenergiefaktoren ([DIN V 4701-10:2003]) und CO₂-Äquivalente ([PHPP2004], [Gemis 4.3])

	Primärenergiefaktor	CO₂ - Äquivalent
	[kWh/kWh]	[t/mWh]
Holz	0,2	0,05
Erdgas	1,1	0,25
Strom	2,7	0,68

Investitionen

Die Investitionskosten der einzelnen Versorgungsvarianten wurden basierend auf Erfahrungswerten ausgeführter Projekte bzw. Richtpreisangeboten berechnet. Die Angaben verstehen sich netto zzgl. der gültigen Mehrwertsteuer.

Verbrauchskosten

Die Gas- und Stromtarife wurden anhand allgemeiner Tarife berechnet. Dabei wurden die Grund- und Messpreise mit dem Arbeitspreis anhand typischer Verbräuche zu einem reinen Arbeitspreis verrechnet. Der Preis für Holzpellets wurde www.carmen-ev.de entnommen (Tab. 2).

Tab. 2: Energietarife. Der Grund- und Messpreis wurde mit dem Arbeitspreis zu einem reinen verbrauchsbezogenen Tarif zusammengefasst (www.carmen-ev.de).

		ct/kWh
Allgemeiner Gastarif	Erdgas H	6,5
Holzpellets 5t incl. Lieferung 50km Preis 2007	Holz	4,08
Allgemeiner Stromtarif	Strom	18,0

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit verschiedener Versorgungsvarianten wurde anhand von Musteranlagen untersucht. Hierzu wurden alle für die Versorgungsvarianten relevanten Investitionen (Hülle, Anlagen der Wärmeerzeugung, Speicherung und Verteilung) sowie die Verbrauchskosten der Versorgung ermittelt und annuitätisch nach dem Verfahren der VDI 2067 ([VDI 2067-1]) bzw. Leitfaden energieeffiziente Gebäudeenergieplanung ([LEG 95]) bewertet.

Die Randbedingungen der Wirtschaftlichkeit sind in Tab. 3 aufgeführt.

Tab. 3: Randbedingungen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Kalkulationszinssatz	5,00%	
jährliche Teuerungsrate der Wärme	9,90%	Stat. Bundesamt
jährliche Teuerungsrate des Stroms	7,15%	Stat. Bundesamt
jährliche allgemeine Teuerungsrate	2,00%	Stat. Bundesamt
Nutzungsdauer Haustechnikkomponenten	Nach VDI 2067, in der Regel 20 a	
Nutzungsdauer Gebäudehülle	30 a	
Betrachtungszeitraum	20 a	

3 Analyse des Mustergebäudes

3.1 Mustergebäude

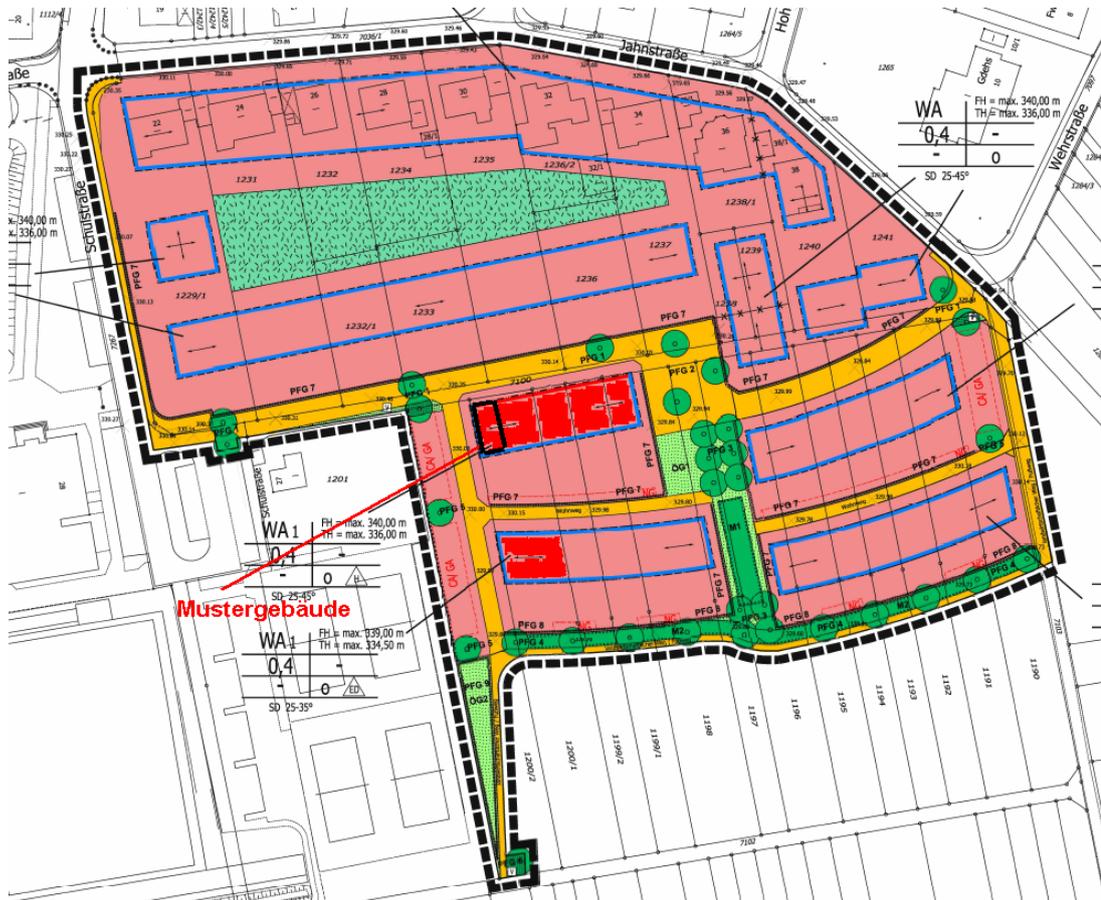


Abb. 1 Baugbiet und Identifikation des Mustergebäudes.

In den markierten Baufeldern sind Reihenhäuser und Doppelhäuser geplant. Als ungünstigstes Gebäude wurde ein Reihen-Endhaustyp mit 10 x 12 m in der nördlichen Zeile identifiziert und zur Berechnung herangezogen. Das Gebäude ist 1,5-geschossig mit beheiztem Keller, 1,2m Kniestock und 33° Satteldach.

Tab. 4 Daten des Mustergebäudes.

Mustergebäude		REH
A/V	[1/m]	0,68
BGF	[m ²]	215
NGF	[m ²]	187
Nutzung		Wohn
Wohneinheiten		1

3.2 Aufwand für Wärmeschutz

Für das Mustergebäude wurden unterschiedliche energetische Varianten untersucht. Tab. 5 zeigt die für die verschiedenen energetischen Standards angesetzte Bauteilqualität und Versorgungstechnik.

Tab. 5 Untersuchte energetische Standards Mustergebäude REH

Typ		REH	REH	REH	REH	REH	REH
Variante		EnEV	KfW60	KfW40	KfW40	PH	PH
Beschreibung		REH Ref	REH KfW60	REH KfW40 HOLZ	REH KfW40	REH PH GasBW WRG	REH PH KoAGG
Baukörper		REH12x10	REH12x10	REH12x10	REH12x10	REH12x10	REH12x10
Ausrichtung Hauptfassade		S	S	S	S	S	S
Haustechnik		Öl-NT Kessel und solar unterstützte Trinkwassererwärmung innerhalb Abluftanlage	Brennwertkessel und solar unterstützte Trinkwasser- erwärmung innerhalb o.Z. Abluftanlage	Holzpelletkessel außerhalb Abluftanlage	ErdreichWP innerhalb , WRG	Gas Brennwertkessel und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	Kompaktaggregat und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
U-Wert Fenster	[W/(m ² K)]	1,4	1,4	1,4	1	0,8	0,8
U-Wert Wand	[W/(m ² K)]	0,4	0,2	0,13	0,12	0,12	0,12
äquiv. Dämm- stärke Außen- wand	[m]	0,08	0,16	0,26	0,28	0,28	0,28
Heizwärme- bedarf EnEV/PHVP	[kWh/(m ² a)]	85,30	63,54	55,92	50,56	27,73	27,73

Ergebnisse

Der gesetzlich vorgeschriebene Standard Energieeinsparverordnung (EnEV) verlangt ca. 8 cm Wärmedämmung an der Außenwand bei Versorgungstechnik Standard-Heizöl-Kessel (aufgrund des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes Baden-Württemberg solar unterstützt).

Zum Erreichen des KfW60-Standards sind bereits 16 cm Außenwanddämmung in Kombination mit Standardfenstern und ca. 30 cm Dachdämmung sowie gute Standard-Versorgung (Gas-Brennwert, solar unterstützt) ausreichend. Der KfW60-Standard ist gut umsetzbar.

Unter Annahme einer voll regenerativen Holzpellets-Versorgung ist die KfW40-Variante gut umsetzbar. Sie erfordert erhöhte, aber noch gut umsetzbare Dämmstärken von 26cm an der Außenwand und ca. 45cm auf dem Dach.

Bei teilregenerativer Versorgung mit einer Erdreich-Wärmepumpe werden 2 cm mehr Dämmung (28 cm), aber auch Fenster mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung im Holzrahmen sowie Lüftungs-Wärmerückgewinnung notwendig.

Die Umsetzung eines Passivhauses ist mit der gleichen Qualität der Dämmung möglich, aber es werden (noch verhältnismäßig teure) passivhaustaugliche Fenster notwendig. Lüftungswärmerückgewinnung ist im Passivhaus obligatorisch. Aufgrund der Nachweisgrenze Heizwärmebedarf sind im Passivhaus alle Versorgungsarten möglich. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten wurden Gasbrennwert-Versorgung und Kompaktaggregat untersucht.

Beurteilung

Das A/V-Verhältnis ist (gemäß der Gebäudegröße) aufgrund der Reihung verhältnismäßig günstig.

An den gegebenen Standorten lassen sich alle vorgeschlagenen Standards der KfW unter Annahme von mindestens teilregenerativer Versorgung gut umsetzen. Der Passivhausstandard ist verhältnismäßig gut umsetzbar.

3.3 Energiekennwerte für das Mustergebäude

Für das Mustergebäude „Reihenendhaus“ wurden die in Abb. 2 dargestellten Energiebedarfswerte ermittelt.

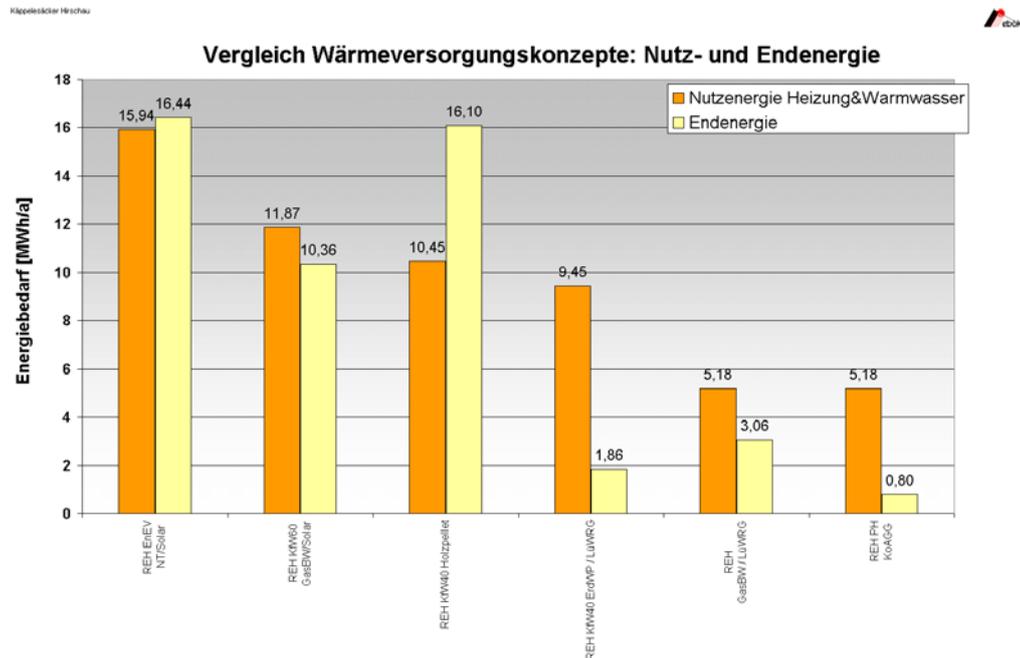


Abb. 2 Nutz- und Endenergie unter Annahme verschiedener wärmetechnischer Standards.

Bewertung

Die Varianten KfW60, KfW40WP und PH zeigen einen geringeren Endenergie- als Nutzenergiebedarf. In der Variante KfW60 resultiert dies aus der solaren Trinkwassererwärmung. Die Variante KfW40WP wird über eine Wärmepumpe beheizt. Durch den Anteil der Umweltwärme, die bei dieser Versorgungsvariante genutzt wird, ist der Endenergiebedarf kleiner als der Nutzenergiebedarf.

Bei KfW40WP und den Passivhausvarianten wird über die Wärmerückgewinnung zusätzlich der Endenergiebedarf reduziert.

Bei der Variante KfW40 mit Holzpelletsheizung fällt ein erhöhter Endenergiebedarf auf, da solche Heizsysteme auch aufgrund der sommerlichen Warmwasserbereitung verhältnismäßig hohe Verluste aufweisen.

Energetisch gesehen liegen die Passivhausvariante mit Kompakttaggregat und die KfW40 Variante mit Wärmepumpe am günstigsten.

3.4 Primärenergie- und CO₂-Bilanz

Der für die verschiedenen energetischen und Versorgungsstandards notwendige Primärenergiebedarf und die damit einhergehenden CO₂-Emissionen wurden für das Beispielgebäude quantifiziert. Abb. 3 zeigt die Ergebnisse der Berechnung.

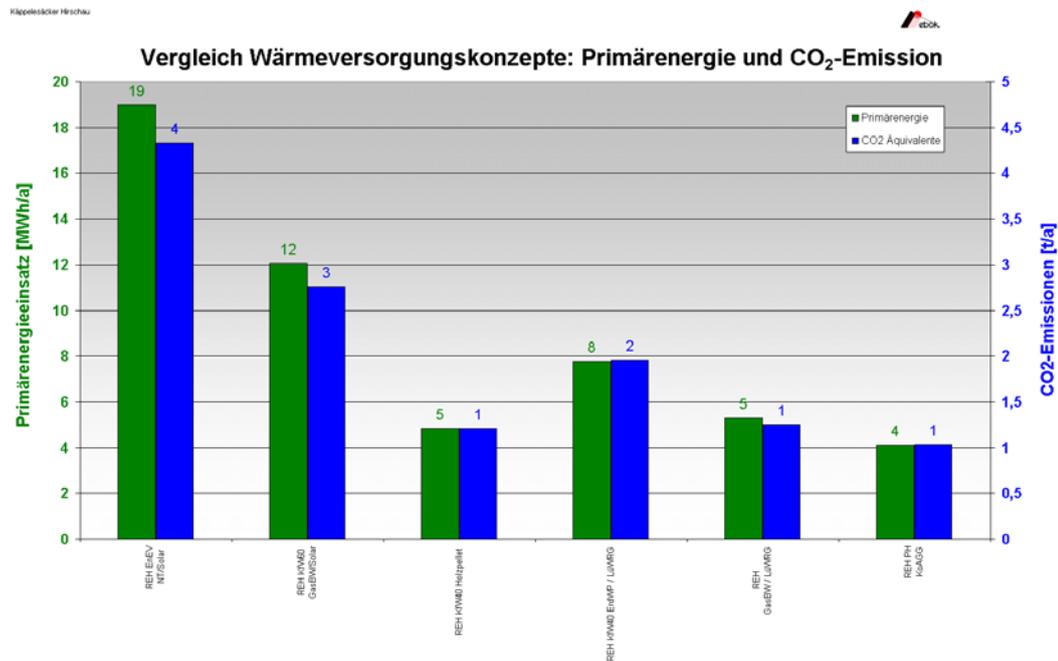


Abb. 3: Ergebnisse der Primärenergie- und CO₂-Bilanz für das Gesamtgebiet. Vergleich verschiedener Versorgungsvarianten.

Bewertung

Die Passivhausvariante mit Kompaktaggregat stellt sich primärenergetisch und ökologisch am besten dar. Die regenerative Heizwärmeerzeugung mit Pellets nach liegt nur unwesentlich schlechter.

Die Einsparung bei der Variante KfW40 WP resultiert vorwiegend aus den großen Dämmstärken der Hülle und der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, bei der Variante PH wird die deutliche Einsparung auch durch die Lüftungsanlage mit WRG und ambitionierte Dämmstandards erzielt.

Durch einen hohen Anteil an regenerativer Versorgung und konsequenten Wärmeschutz können Primärenergiebedarf und CO₂ Emissionen gegenüber der EnEV-Standard Variante und um fast 75% reduziert werden.

4 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Varianten für das Beispielgebäude „Reihenendhaus“ wurde angelehnt an das Annuitätenverfahren aus [VDI 2067-1] untersucht.

4.1 Investitionen

Bezüglich der Gebäudehülle wurde ein Mehrkostenansatz gewählt. Das bedeutet, dass nur Kosten für gegenüber dem gesetzlichen Mindeststandard (EnEV-Standard) erhöhte Maßnahmen in Bezug genommen werden.

Die Kosten für die unterschiedlichen Wärmeerzeuger sind als Vollkosten berücksichtigt.

Abb. 4 zeigt den für die Varianten notwendigen Investitionsaufwand in Kategorien.

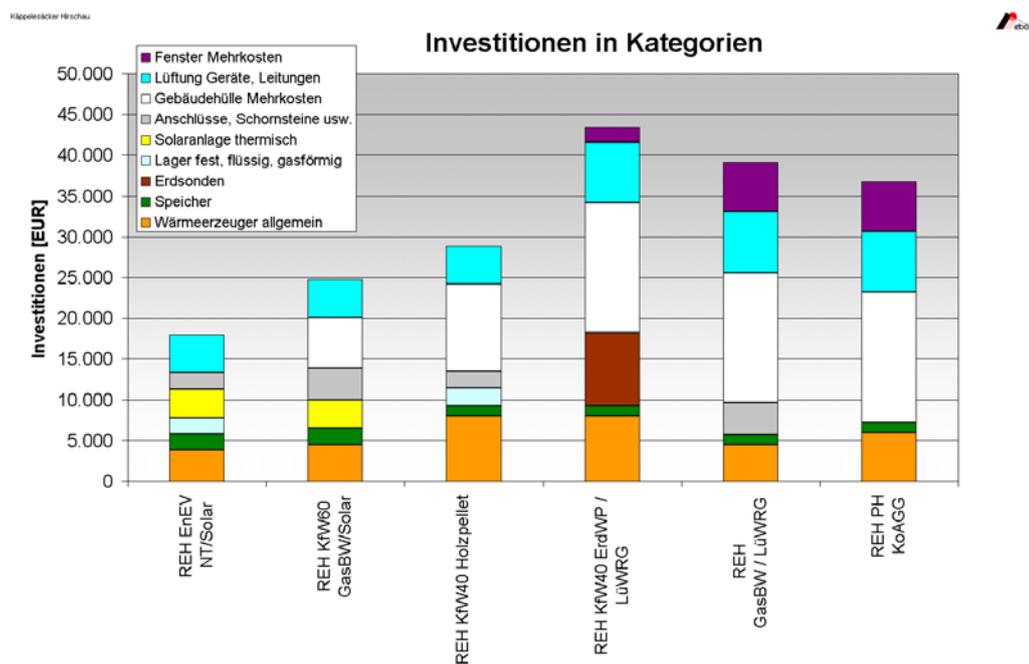


Abb. 4 Übersicht Investitionskosten in Gebäudehülle und Haustechnik (Gebäudehülle Mehrkosten).

Bewertung

Um eine Vergleichbarkeit der Varianten im Hinblick Wohnkomfort zu ermöglichen, wurde für alle Varianten eine Lüftungsanlage (teilweise mit Wärmerückgewinnung) angenommen.

Bei der EnEV-Standard-Variante fallen definitionsgemäß keine Mehrkosten für die Gebäudehülle an.

Gegenüber der EnEV-Variante ist bei KfW60-Standard mit Mehrkosten von ca. 7.000 EUR zu rechnen. Diese resultieren im wesentlichen aus einer anspruchsvolleren Gebäudehülle. Da aus Gründen der Nachweisgrenze (60 KWh/(m²a) Primärenergie) nicht auf eine Solaranlage verzichtet werden kann, sind diese Kosten in der Variante enthalten.

Beim KfW40-Standard ist die Gebäudehülle noch anspruchsvoller und mit Mehrkosten verbunden. Auch die Versorgung durch Pelletskessel ist teurer als die Standardtechnik. Gegenüber EnEV-Standard muss mit Mehrkosten von ca. 11.000 EUR gerechnet werden.

Die Variante KfW40 mit WP hat durch hohe Kosten für Sondenbohrungen und eine teurere Gebäudehülle die höchsten Investitionskosten.

Gegenüber der Grundversion EnEV sind beim Passivhaus ca. 22.000 EUR Mehrinvestitionen zu tragen. Diese entfallen auf ambitionierte Dämmmaßnahmen sowie Passivhausfenster und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Die Variante mit Kompaktaggregat ist etwas günstiger als die Variante mit Gas-Brennwertkessel, da Schornstein und Hausanschluss nicht notwendig sind.

4.2 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen energetischen Standards für das Beispielgebäude ergibt sich unter Einbeziehung der Kosten der Kapitalbeschaffung und der Verbrauchskosten unter Einbeziehung von Energiepreissteigerungen.

Die annuitätischen Jahreskosten sind in Abb. 5 dargestellt.

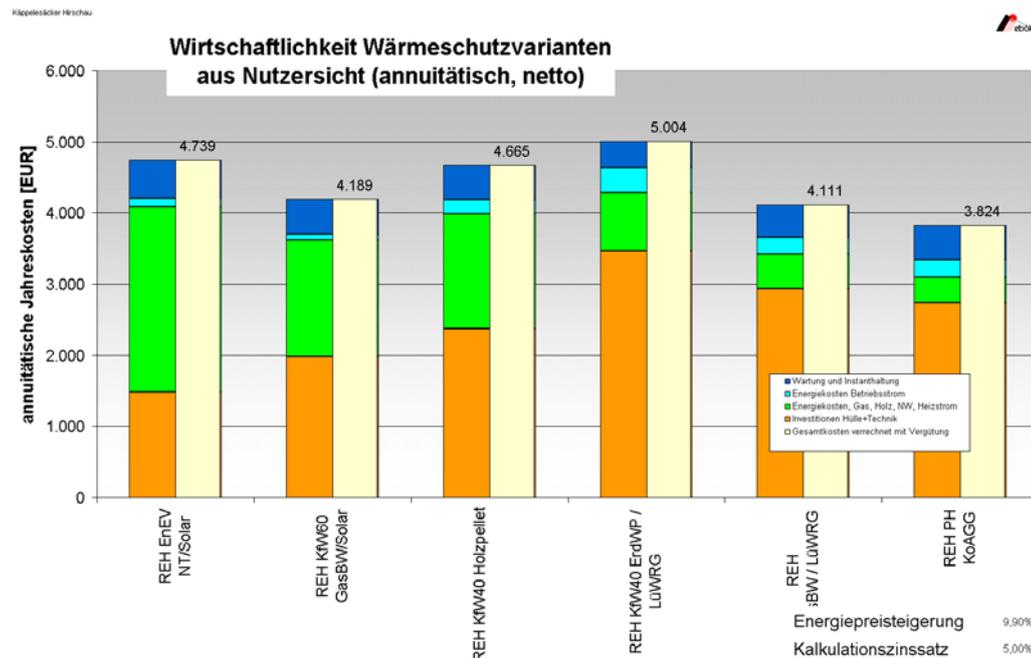


Abb. 5: Wirtschaftlichkeitsberechnung des Beispielgebäudes. Die Berechnung beinhaltet die Mehrkosten zur Erlangung des energetischen Standards, die Kosten der Haustechnik sowie die Verbrauchskosten. Energiepreissteigerung 9,9% p.a.

Bewertung

Die Investition in Energiesparmaßnahmen stellt sich unter Annahme der o.g. Randbedingungen als günstig dar. In allen Variante zeigen Verbrauchs- und Investitionskosten gegenläufigen Trend.

Die KfW60-Variante und die Passivhausvariante mit Gas-Brennwertkessel sind bezüglich der Gesamt-Annuitäten etwa gleich, wobei die verbrauchsgebundenen Kosten der Passivhausvariante deutlich geringer sind.

Die KfW40-Varianten sind etwas teurer. In der Variante mit Pellet-Kessel sind die Kosten für den Energiebezug verhältnismäßig groß, die Variante mit Wärmepumpe ist, auf Grund hoher Investitionskosten für Erdsonden und Lüftungsanlage mit WRG, teurer als die EnEV-Standard-Variante.

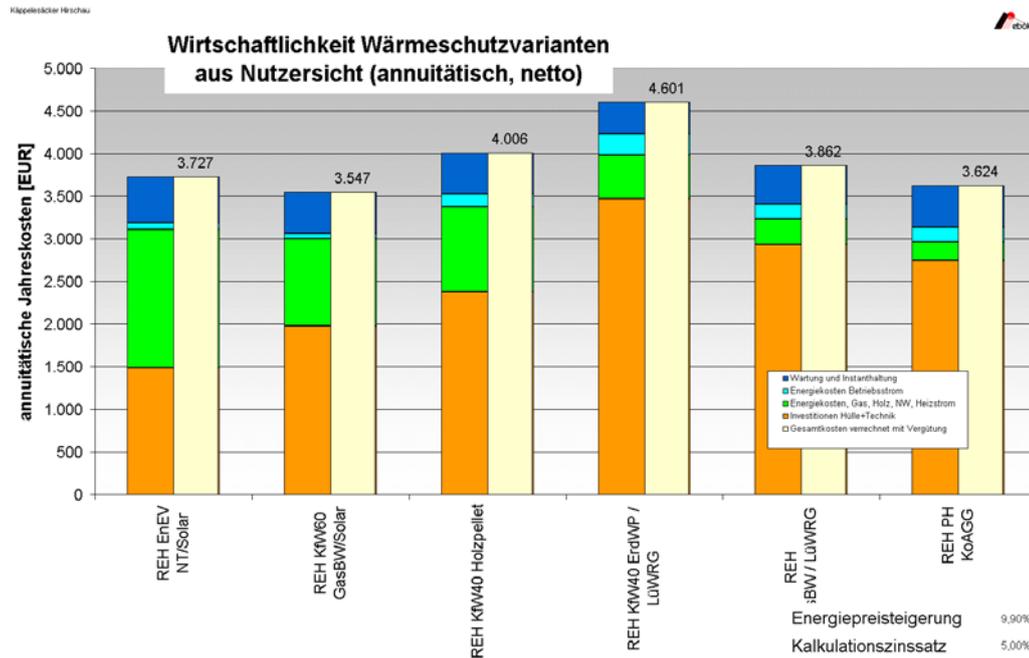


Abb. 6 Wirtschaftlichkeitsberechnung des Beispielgebäudes. Die Berechnung beinhaltet die Mehrkosten zur Erlangung des energetischen Standards, die Kosten der Haustechnik sowie die Verbrauchskosten. Energiepreissteigerung 4,95% p.a.

Auch bei einem Szenario mit halbierten Energiepreissteigerung von 4,95% p.a. ändert sich an der Reihenfolge in der Wirtschaftlichkeitsbewertung wenig. Die KfW60-Variante stellt sich unter der geringen Energiepreissteigerung am wirtschaftlichsten dar, aber auch die Passivhausvarianten sind nahezu gleichauf mit der Standardvariante EnEV

Beide KfW40 Varianten sind teurer als der EnEV-Standard.

5 Literatur

- [EnEV 2004] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung, Neufassung vom 2. Dezember 2004). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004, Teil I, Nr. 64, Bonn 7. Dezember 2004
- [EnEV 2007] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung, Neufassung vom 24. Juli 2007). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007, Teil I, Nr. 34, Bonn 26. Juli 2007
- [EnEV RegelnNiWo07] Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskenwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand. Vom 26. Juli 2007. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- [EPass HWW 2005] Loga T., U. Imkeller-Benjes. Energie-Pass Heizung / Warmwasser, Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem. Aktualisierung in EnEV-XL (Rechenblatt) Version 2.2. Mai 2005
- [LEE 2000] Elektrische Energie im Hochbau: Leitfaden Elektrische Energie. Hrsg. Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; 2. überarbeitete Fassung. Wiesbaden: 2000.
- [LEG 95] Heizenergie im Hochbau: Leitfaden für energiebewusste Gebäudeplanung. Hrsg. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit; 5. überarbeitete Auflage. Wiesbaden: 1995.
- [MEG] Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden“ (MEG). IWU/DS-Plan 2005
- [VDI 2067-1] Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Grundlagen und Kostenberechnung. Hrsg. VDI. Blatt 1. Düsseldorf: Sept. 2000.
- [Mini-BHKW] MiniBHKW-Plan. Auslegung und Planung von kleinen Blockheizkraftwerken. Version 2.00. Handbuch. Hrsg.: Dipl.-Ing. (FH) Friedhelm Steinborn, Mai 2006

- [DIN V 4701-10:2003] Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e.V.. Berlin: Beuth, 2003-08
- [DIN V 4108-6:2003] Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e.V.. Berlin: Beuth, Juni 2003.
- [Gemis 4.3] Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.3. Institut für angewandte Ökologie e.V., Darmstadt. www.gemis.de.
- [PHPP2004] Feist, Wolfgang; E. Baffia, J. Schnieders, R. Pfluger. Fachinformation PHI-2004/1. Passivhaus Projektierungs Paket 2004. Anforderung an qualitätsgeprüfte Passivhäuser. Darmstadt 2004. Dokumentation und Excel-Arbeitsmappe.
- [PHVP] Passivhaus Vorprojektierung. Vereinfachte Berechnung der Passivhaus-Projektierung. Darmstadt 2002. www.passiv.de
- [EEG2004] Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (Erneuerbare Energien Gesetz vom 21. Juli 2004). Bundesgesetzblatt 2004 Teil1 Nr. 40.
- [EWärmeG-BW2007] Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG). Gesetzesbeschluss des Landtags von Baden-Württemberg vom 7. Nov. 2007. Drucksache 14 / 1969.
- [EnEff Bauleit] Energieeffizienz und Solarenergienutzung in der Bauleitplanung. Rechts- und Fachgutachten unter besonderer Berücksichtigung der Baugesetzbuch-Novelle 2004. Projektleitung: Dr. Dagmar Everding, ecofys. Nürnberg, Feb 2006.