

H. Kluttig, H. Erhorn

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Niedrigenergiehäusern mit unterschiedlichem Dämmniveau und verschiedenen technischen Anlagen

Vorbemerkung

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik führte eine Studie durch, in der an vier Typ-Wohngebäuden für 12 unterschiedliche Anlagenkonzepte der Primärenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude und für die Warmwasserbereitung, inklusive der Energieverbräuche der Antriebe und Regelungen bestimmt wurde. Die Konzepte wurden untereinander wirtschaftlich verglichen; es wurde aufgezeigt, wie diese ggf. mit dämmtechnischen Maßnahmen konkurrieren.

Durchgeführte Untersuchungen

Die Untersuchung wurde repräsentativ für ein freistehendes Einfamilienhaus, eine Doppelhaushälfte, ein Zweifamilienhaus und ein Wohngebäude mit 3 bis 6 Wohneinheiten durchgeführt. Für alle Typgebäude wurden drei unterschiedliche bauliche Ausführungsniveaus bewertet. Der Wärmeschutz der Gebäudehüllflächen wurde so gewählt, daß sich ein Jahresheizwärmebedarf von 40 bzw. 60 kWh/m²a ergibt. Zusätzlich wurde für alle untersuchten Anlagenkonfigurationen eine bauliche Ausführung bestimmt, mit der die Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs gemäß Energieeinsparverordnung gerade eingehalten werden (100 % EnEV).

Es wurden insgesamt 12 unterschiedliche Anlagen bewertet, davon sieben Heizungsanlagen mit Strom als Energieträger und im Vergleich dazu fünf Öl- oder Gasfeuerungen. Im einzelnen handelt es sich um:

- 1: Fußbodenheizung mit Elektrowärmepumpe (Erdreich)
- 2: Fußbodenheizung mit Elektrowärmepumpe (Außenluft)
- 3: Fußbodenheizung mit Elektrowärmepumpe (Außenluft) und zentraler Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung
- 4: Fußbodenheizung mit Elektrowärmepumpe (Abluft), zentraler Abluft und elektrischer Nachheizung
- 5: Fußbodenheizung mit Elektrowärmepumpe (Abluft), zentraler Abluft und Solaranlage
- 6: Elektrische dezentrale Lüftungsspeicherheizung und Warmwasserbereitung

- 7: zentrale Lüftungsheizung mit Wärmerückgewinnung und Elektro-Kleinstwärmepumpe
- 8: Radiatorheizung mit Öl-Niedertemperaturkessel
- 9: Radiatorheizung mit Öl-Niedertemperaturkessel und dezentraler Warmwasserbereitung
- 10: Radiatorheizung mit Gas-Brennwertkessel
- 11: Radiatorheizung mit Gas-Brennwertkessel und Solaranlage
- 12: Radiatorheizung mit Gas-Brennwertkombikessel

Die Bewertung der Kosten erfolgt mittels der Kapitalwertmethode. Hierbei werden neben den Investitions- und jährlichen Betriebskosten auch die Unterhaltungskosten und der Restwert der Bau- und Anlageninvestitionen zum Ende des Betrachtungszeitraums berücksichtigt. Zusätzlich wurde noch die Annuität jeder Bau- und Anlagenkombination berechnet. Dieser Wert ist mit Miet- oder Leasingraten vergleichbar.

Ergebnisse

Im folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse aus der insgesamt 132 Varianten umfassenden Datenbank zusammengefaßt.

Investitionskosten

Die nutzflächenbezogenen Investitionskosten für die wärmetauschende Gebäudehülle werden maßgeblich vom Kompaktheitsgrad (A/V-Verhältnis) des Gebäudes bestimmt. Die Auswertung ergab, daß im Mittel mit baulichen Kosten zwischen 40 und 50 Euro/m² je 0,1 m⁻¹ A/V-Verhältniswert zu rechnen ist. Der untere Wert (40 Euro/m²) gilt für Gebäude, die einen Heizwärmebedarf von 60 kWh/m²a aufweisen, der obere Wert (50 Euro/m²) gilt für Gebäude, die einen Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a aufweisen. Die baulichen Investitionen in die wärmetauschende Gebäudehülle bewegen sich bei den untersuchten Gebäuden zwischen 270 und 400 Euro/m². Die nutzflächenbezogenen Investitionskosten für technische Anlagen sind niedriger als die für die wärmetauschende Gebäudehülle. Sie bewegen sich zwischen 85 und

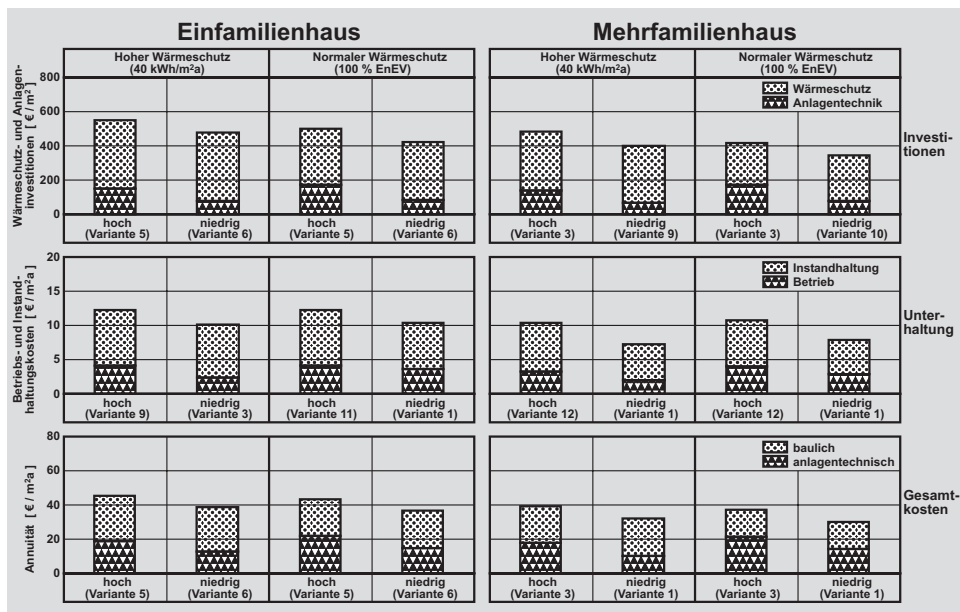


Bild 1: Gegenüberstellung der jeweils höchsten und niedrigsten nutzfächenbezogenen Investitions-, Unterhaltungs- und Gesamtkosten der untersuchten Anlagenvarianten für das freistehende Einfamilienhaus (links) und das Mehrfamilienhaus (rechts) mit zwei unterschiedlichen Dämmniveaus.

183 Euro/m². Bei einer Reduzierung des Heizwärmebedarfs von 60 auf 40 kWh/m²a reduzieren sich die anlagentechnischen Aufwendungen zwischen 6 und 35 Euro/m², d. h. ein Teil der baulichen Mehrinvestitionen wird hierdurch kompensiert. Die investiv günstigste Lösung ist im Einfamilienhaus mit 420 Euro/m² die Lüftungsspeicherheizung (Fall 6) bei einer Gebäudeausführung, die die Anforderung der EnEV gerade erfüllt. Hiervon fallen 84 Euro/m² auf die Anlagentechnik und 356 Euro/m² auf den Wärmeschutz. Die höchste Investition muß mit 550 Euro/m² für ein Gebäude mit Heizwärmebedarf 40 kWh/m²a und Luft-Wasser-Wärmepumpe und zentraler Wohnungslüftung (Fall 3) getätigt werden. Im Mehrfamilienhaus stellt der Brennwertkessel (Fall 10) mit Mindestanforderungen mit 346 Euro/m² die günstigste Lösung und ebenfalls die Variante 3 mit 482 Euro/m² die kostenmäßig ungünstigste Investition dar.

Betriebskosten

Die jährlichen Betriebskosten schwanken zwischen den betrachteten Varianten stark. Die geringsten Kosten treten beim Einfamilienhaus mit 313 Euro/a bzw. 2,4 Euro/m²a beim hochwärmegeprägten Gebäude mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (Fall 3) auf. Dieses Gebäude verursacht gleichzeitig die höchsten Investitionskosten. Mehr als doppelt so hohe Betriebskosten verursacht die Brennwertkesselanlage im Gebäude mit Mindestanforderungen nach EnEV mit 696 Euro/a bzw. 5,4 Euro/m²a. Im Mehrfamilienhaus bewegen sich die Betriebskosten zwischen 911 Euro/a bzw. 2,0 Euro/m²a für die zentrale Sole-Wasser-Wärmepumpe (Fall 1) im hochwärmegeprägten Gebäude und 2.292 Euro/a bzw. 5,0 Euro/m²a für die zentrale Lüftungsspeicherheizung (Fall 6) im Gebäude mit Mindestanforderungen nach EnEV.

Wirtschaftlichkeit

Bei einer Gesamtkostenbetrachtung mittels Annuität (mittlere jährliche Belastung) werden die Investitionen und Unterhaltungskosten miteinander verknüpft. Hiermit läßt sich bewerten, ob es günstiger ist, in guten Wärmeschutz oder innovative Anlagentechnik zu investieren, oder ob es wirtschaftlich sinnvoller ist, die Investitionen lieber niedrig zu halten und dafür höhere Betriebskosten in Kauf zu nehmen. Da die höheren Betriebskosten bei schlechterem Wärmeschutz zu großen Teilen durch gleichzeitig niedrigere Instandhaltungskosten substituiert werden, dominieren in der Regel die Investitionen auch die Gesamtkosten.

So ist es nicht verwunderlich, daß meistens die Variante mit

der niedrigsten Investition auch die mit den niedrigsten Gesamtkosten ist und die Variante mit den höchsten Investitionen in der Regel auch die höchsten Gesamtkosten aufweist. Beim Einfamilienhaus ist die Variante 5 (Abluft-Wasser-Wärmepumpe) die wirtschaftlich ungünstigste und die Variante 6 (Lüftungsspeicherheizung) die wirtschaftlich günstigste. Die Differenz zwischen allen untersuchten Systemen beträgt maximal 6,5 Euro/m²a bzw. 18 %. Ferner ist der Gesamtkostendarstellung in Bild 1 zu entnehmen, daß es während der Gesamtbetrachtungszeit zu unwesentlicher Mehrbelastung von im Mittel 2,0 Euro/m²a bzw. 5 % kommt, wenn man zu Beginn der Maßnahme in einen besseren Wärmeschutz und/oder effizientere Anlagentechnik investiert. Die Mehrkosten von 14 % bei der Investition werden durch die geringeren Unterhaltungskosten nahezu substituiert. Eine Investition in ein Energiesparhaus ist daher gesamtwirtschaftlich gesehen nahezu selbsttragend und wird dringend empfohlen.

Das Vorhaben wurde im Auftrag des Fachverbands für Energie-Marketing und -Anwendung e.V. beim VDEW durchgeführt.

Literatur

- [1] Kluttig, H. und Erhorn, H.: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Niedrigenergiehäusern mit unterschiedlichem Dämmniveau und verschiedenen Anlagentechniken. WB 116/2003 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart (2003).



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckcenter
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik