



Beispielhafte Sanierung in der Goerdelerstraße

Energiesparen im großen Stil

Bei der Sanierung von komplexen Wohnanlagen ist das Einsparpotenzial sehr hoch. Dies zeigt auch das Beispiel einer großen Siedlung in Karlsruhe. Die Umsetzung der vielfältigen Optimierungsmaßnahmen wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts wissenschaftlich begleitet.

Durch die steigenden Energiekosten kommt das Thema der energetischen Sanierung der bestehenden Wohngebäude stärker in das Bewusstsein von Mietern und Gebäudeeigentümern. In Deutschland werden ungefähr 90 % des Heizenergieverbrauchs für Gebäude benötigt, die vor 1983 erstellt wurden. Neben den beträchtlichen Einsparpotenzialen für die Heizung, kann Deutschland auch die zugesagten CO₂-Minderungen nur durch eine konsequente energetische Sanierung des Altbaubestands realisieren. Aus diesem Grunde hat das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) 1998 das Förderkonzept „Energetische Sanierung der Bausubstanz (EnSan)“ gestartet, das Konzepte aufzeigen soll, mit denen der Energieaufwand für Altbauten reduziert werden kann.

Die Karlsruher Volkswohnung GmbH beteiligte sich zusammen mit der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) an diesem Programm und sanierte in den Jahren 2000 und 2001 einen Wohnkomplex im Karlsruher Stadtteil Oberreit mit 375 Wohneinheiten, der im Jahre 1970 erbaut wurde. Nach der Sanierung wurde der Energieverbrauch in einem Messprogramm über zwei Jahre hinweg beobachtet und die Bewohner anschließend über die Erfolge der Sanierungsmaßnahmen befragt.

Koordiniertes Maßnahmenpaket

Folgende Maßnahmen wurden im Rahmen des Sanierungsprogramms umgesetzt:

- Sanierung der gesamten Hülle des Gebäudes (Thermohaut plus vorgehängte Alu-Fassade) mit U-Werten im Fassadenbereich von etwa 0,20 W/m²·K und Minimierung der Wärmebrücken.
- Erneuerung der Lüftungsanlage, Einbau von regelbaren Zuluftventilen, frequenzvariable Lüftermotoren mit der Möglichkeit einer individuellen Steuerung des Lüftungsvolumens durch die Mieter.
- Einbau von Einzelraumregelungen verschiedener Hersteller
- Installation eines Displays in den Wohnungen zur Anzeige des aktuellen und histo-

rischen Wohnungs-Energieverbrauchs mit Informationen über Ursachen von Mehrverbrauch und Möglichkeiten zur Verbrauchsreduzierung durch Anpassung des Nutzerverhaltens.

- Modernisierung der Heizzentrale (Ausgangs-Heizleistung ca. 2,5 MW, Auslegung im sanierten Zustand: 1,15 MW Erdgas-Kessel plus 2 BHKW-Module mit je 200 kWth)
- Einbau eines 2-Modul-BHKW (elektrische Leistung 2 x 120 kWel)
- Entwicklung eines Konzepts zur energie-wirtschaftlich optimalen Einbindung der BHKW-Anlage

Die Sanierungsmaßnahmen wurden messtechnisch erfasst und die Energiebilanzen ausgewertet. Eine sozialwissenschaftliche Analyse von Nutzerakzeptanz und Verhalten begleitete die Umrüstungen. Zudem erfolgte eine Auswertung der Betriebserfahrungen und eine Nachkalkulation mit Kosten/Nutzen-Analysen aller Maßnahmen.

Heizenergieverbrauch um 45 % gesenkt

Das begleitende Messprogramm wurde im Jahr 2004 abgeschlossen. Die in den Modellrechnungen erwartete Reduzierung des Heizenergieverbrauchs um ca. 45 % wurde erreicht. Im Forschungsblock ergab sich durch

den zusätzlichen Effekt der Einzelraumregelung und der Informationsrückkopplung an die Mieter eine Reduzierung um satte 52 %. Dabei lag der Einspareffekt beim Heizenergieverbrauch durch die beiden eingebauten automatischen Einzelraumregelungen bei 32 % bzw. 21 %. Die Ergebnisse der Befragungen und die Messwerte in den Wohnungen zeigten jedoch, dass das Nutzerverhalten sich zwar durch die Informationen etwas verbessert hat, aber noch deutlich von wirklich energiebewusstem Verhalten entfernt ist. Überdies bestehen erhebliche Unterschiede zwischen der Selbsteinschätzung und dem tatsächlichen Verhalten. Zwei wichtige Ursachen dafür dürften darin liegen, dass die Funktionsweise der neuen Lüftung oft nicht verstanden wurde und dass Akzeptanzhemmnisse verhindert haben, dass die Möglichkeiten der automatischen Einzelraumregelung optimal genutzt wurden. Ferner ist die Rückkopplung durch die Auswirkung von Energie sparendem Verhalten auf die Heizkosten zu gering (weitgehende Pauschalisierung) und zu spät (über eineinhalb Jahre verzögert), als dass hierdurch ein starker Anreiz

zum Energiesparen ausginge. Dies betrifft besonders die Warmwassernutzung, die in dieser Wohnanlage mehr als doppelt so hoch lag, als erwartet.

77 % weniger Brennstoffverbrauch

Der spezifische Brennstoffeinsatz in der Wohnanlage wurde durch die Maßnahmen von 161 kWh/m² auf 37 kWh/m² (Bezug auf beheizte Wohnfläche) reduziert, also um 77 %. Von allen durchgeführten Maßnahmen hatte das installierte BHKW den größten Einzeleffekt und trug 46 % zu dieser Einsparung bei, während die Wärmeschutzmaßnahmen und die Verbesserung der Lüftung 31 % beitrugen. Der Heizenergieverbrauch sank im Mittel über alle 375 Wohnungen von 100,5 (Mittelwert des temperaturbereinigten mittleren Heizenergieverbrauchs der letzten 5 Jahre vor der Sanierung) auf 55,5 kWh/m². Durch die Einzelraumregelungen in einem Teil der Wohnungen konnte dieser Wert auf 43 bzw. 37 kWh/m² reduziert werden, wobei durch optimale Nutzung sogar noch niedrigere Werte möglich wären.

Der Einbau eines BHKW stellt unter den aktuellen gesetzlichen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine effiziente Klimaschutz-Maßnahme dar, wenn es optimal ausgelegt und betrieben wird. Bei den anderen Maßnahmen können nur etwa ein Drittel der energiebedingten Mehrkosten des Vorhabens durch die Minderkosten beim Gasverbrauch kompensiert werden. Dabei machen die energierelevanten Mehrkosten wiederum nur etwa ein Drittel der Gesamtkosten der Sanierung und Modernisierung in diesem Vorhaben aus.

Miete um 1,45 Euro je m² erhöht

Dementsprechend kann auch die Mieterhöhung – die die Gesamtkosten berücksichtigt – durch die Kostenreduktion beim Heizen noch nicht kompensiert werden: Für eine Wohnung mit 67 m² ergibt die Erhöhung der Kaltmiete, die nach der Sanierung erfolgt ist, Mehrkosten von ca. 1100 Euro jährlich, während die Minderung der Heizkosten bei einem Gaspreis im Jahr 2004 von 4,5 ct/kWhHo etwa 160 Euro/a ausmacht. Dieses Verhältnis wird durch die aktuelle Situation auf dem



Die Mieter wurden über den Energieverbrauch mittels Pocket PC informiert

Energie-Markt verbessert. Aktuell erreichen die Gaspreise etwa 6 ct/kWh und der Trend nach oben erscheint noch nicht zu Ende. Viele rechnen mit langfristig steigenden Preisen. Trotzdem halten rund 75 % der Mieter, wie die Umfrage im Frühjahr 2004 ergab, die Mieterhöhung (von 3,30 auf 4,75 Euro pro m² und Monat, also für die Durchschnittswohnung von 67 m² eine Kaltmiete von 318 Euro) für ganz oder „teilweise“ gerechtfertigt, weil sowohl der Komfort in den Wohnungen als auch das Äußere der Gebäude und des gesamten Wohnumfeldes eine erhebliche Aufwertung erfahren haben.

Häufig Verständnisdefizite in Sachen Lüftung

Ein Ziel des Vorhabens ist es, die Möglichkeiten moderner Regelungstechnik zur Minimierung des Energiebedarfs in Mehrfamilienhäusern zu erkunden. Von besonderem Interesse ist dabei das Verhalten der Bewohner, deren Akzeptanz und individuelle Nutzung ebenso wie deren Lüftungsverhalten im Hinblick auf die erzielbare Energieeinsparung.

Die Bewohner von 24 Wohneinheiten erhielten einen Pocket PC (PDA), der laufend über den aktuellen Energieverbrauch informierte und Tipps für eine Verringerung gibt.

Die installierte Lüftungsanlage war dringend sanierungsbedürftig. Die Abluftventile sowie die Kanalverzüge in den Wohnungen entsprachen nicht den Brandschutzanforderungen. Angesichts der vorgefundenen Grundrisse (fensterlose Bäder und WCs) entspricht eine nicht durch Bewohner beeinflussbare Intervalllüftung nicht mehr dem Stand der Technik. Die Eigenschallerzeugung der Abluftventile sowie die Schallerzeugung durch die Ventilatoren waren in einigen Wohnungen nicht zumutbar.

Die vorhandenen senkrechten Lüftungskanäle waren ausreichend für die Installation einer neuen Abluftanlage. Weitere Gründe waren geringe Investitionskosten, zumutbarer Eingriff in die bewohnten Wohnungen und bei einem geeigneten Regelungskonzept eine hohe Energieeffizienz. Abluftanlagen entnehmen Luft aus Ablufträumen (Küche, Bad und WC). Außenluft strömt überwiegend über Außenluftdurchlässe in den Zulufräumen (Schlaf-, Kinder-, Wohnzimmer) nach. Dadurch stellt sich eine gerichtete Luftführung ein, die die gesamte Wohnung erfasst. Fenster können während der Heizperiode überwiegend geschlossen bleiben.

Auf dem Dach wurden permanent zu betrie-bende Dachventilatoren mit Konstantdruckregelung und Sockelschalldämpfern installiert. In den Wohnungen wurden Abluftventile mit durch die Bewohner veränderbaren Luftvolumenströmen (Grundlüftung und Bedarfslüftung) eingesetzt.

Durch die Ausführung mit variablem Luftvolumenstrom konnte der mittlere Anlagenluftwechsel von etwa 0,7 1/h auf etwa 0,3 1/h

gesenkt werden. Dies führt automatisch zu einem entsprechend verringerten Heizwärmebedarf. Der Strombedarf für die Ventilatoren konnte von 26.000 kWh (2,67 kWh/m² Wohnfläche) auf 6200 kWh (0,63 kWh/m² Wohnfläche) gesenkt werden.

Allerdings zeigte sich bei den Messungen und Beobachtungen, dass bei vielen Mietern in Bezug auf die Lüftung erhebliche Verständnisdefizite bestehen. Speziell die häufige Kipp Lüftung in vielen Schlafzimmern belegt dies. Da die Schlafzimmer vermeintlich nicht beheizt werden, wird der durch gekippte Fenster entstehende Wärmeverlust weit unterschätzt. Darüber hinaus wird die Möglichkeit der geregelten Entlüftung über die Dachventilatoren im Zusammenspiel mit den Lüftungsschlitzen nicht richtig eingeschätzt oder jedenfalls zu wenig genutzt. Demnach muss die Mieterinformation über den Zusammenhang des Lüftungsverhaltens mit dem Energieverbrauch deutlich intensiviert werden.

Elektronische Einzelraumregelung birgt weiteres Sparpotenzial

Die mit einer elektronischen Einzelraumregelung ausgestatteten Wohnungen zeigten gegenüber den Wohnungen mit Thermostatventilen einen deutlich geringeren Energieverbrauch. Die Messergebnisse für die Heizperiode 2003/2004 zeigen, dass mit beiden Systemen im Vergleich zu den normalen Wohnungen Einsparungen in Abhängigkeit der Funktionalität in Höhe von 21 bis 32 % an Heizenergie möglich sind.

Die Erwartungen der Projektbeteiligten erfüllten sich hinsichtlich der erreichten Energieeinsparungen und der Steigerung des Wohnwerts. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass sich derartig umfassende Sanierungsmaßnahmen auch bei den heutigen Energiekosten nicht alleine durch die Einsparungen amortisieren lassen. Jedoch wurde auch deutlich, dass sich auch in dem schwierigeren Umfeld des vermieteten Geschosswohnungsbaus Mieter mit den Maßnahmen identifizieren können und auch Mietsteigerungen tolerieren. Natürlich nur, wenn das Gesamtergebnis Energie, Komfort und Umfeld stimmt. □

Literatur:

EnSan Projekt: Modellhafte Gesamtanierung eines Gebäudekomplexes, ISBN 3-938210-04-4
Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.: EnSan-Projekt; Integrale Sanierung auf Niedrigenergie-Standard unter Einschluss moderner Informations- und Regelungstechnik
Bine Projektinfo 12/04: Gebäude sanieren – Hochhaus-Wohnanlage



Durch die ständig präsenten Verbrauchsdaten änderte sich auch das Nutzerverhalten der Mieter