



Sanierungsmaßnahmen bzw. Technologien		Summe
Gebäudehülle	Fenster	15
	Dämmmaterial und Dämmsysteme	13
	Fassadenbekleidung	1
	Türen	6
Heizungsanlagen	Raumheizung	8
	Warmwasserbereitung	5
	Energieträger	11
	Regelung	14
Lüftungssysteme	natürliche Lüftung	10
	mechanische Lüftungsanlagen	8
	hybride Lüftung	7
	Regelung und Informationssysteme	12
Sonnenschutz und Kühlung	Sonnenschutz und Blendschutz	8
	Kühlung	5
	Klimaanlagen	3
	Regelung	5
Beleuchtung und elektrische Geräte	Beleuchtungssysteme	11
	elektrische Geräte	7
	Tageslichtnutzung	8
	Regelung	10
Betrieb	Energieüberwachung	6
	Betriebsoptimierung	1
	Weiterbildung	2
	Optimierung des Nutzerverhaltens	2

Wenn wir uns den Gebäudebestand und den Energieverbrauch für Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung in Europa mit dem Fokus auf energieeffiziente Gebäude betrachten, so erkennen wir, dass diese, meist nach 1980 erstellten Gebäude, nur ca. 20% des Gebäudebestands und nur 5% des Energieverbrauchs ausmachen.

Energetische Sanierung von Bildungsgebäuden

Überblick über realisierte Projekte aus dem
IEA-ECBCS Annex 36

Von Heike Erhorn-Kluttig*

Um die Ziele des Kyoto-Protokolls zu erreichen, müssen wir uns darauf konzentrieren, den energetisch uneffizienten Gebäudebestand zu verbessern. Die Energieverbrauchsreduktion muss als wichtiger Bestandteil der Anforderungen bei der Planung einer Gebäudesanierung bei den Entscheidungsträgern verankert werden indem das Wissen über energiesparende Technologien und ihre intelligente Anwendung erhöht wird. Eine wirksame Art dies zu erreichen, ist, gute Beispiele aus der Praxis zu zeigen und deutlich zu machen, dass neben der Energieeinsparung auch eine Komfortsteigerung möglich ist. Ein anderer vielversprechender Weg ist die Bereitstellung von einfach anwendbaren Werkzeugen z.B. Computertools, die den Entscheidungsträgern in öffentlichen Ämtern und ihren technischen Mitarbei-

*) *Dipl.-Ing. Heike Erhorn-Kluttig* ist Gruppenleiterin am Fraunhofer Institut für Bauphysik in Stuttgart, hk@ibp.fhg.de, www.ibp.fraunhofer.de

◀ Tabelle 1 Überblick über die Sanierungsmaßnahmen

tern in der wichtigen ersten Planungsphase dabei helfen, die richtigen Entscheidungen hin zu energiesparenden Sanierungsmaßnahmen zu treffen.

Beispielhafte Sanierungen von Bildungsgebäuden

Das internationale Projekt „Annex 36“ der IEA ECBCS (Internationale Energieagentur, Energy Conservation In Buildings and Community Systems) beschäftigte sich mit der energetischen Sanierung von Bildungsgebäuden. Forscher aus 10 teilnehmenden Ländern aus Europa und den USA sammelten Informationen über Sanierungsmaßnahmen und Beispielgebäude und entwickelten einen Ratgeber für energiesparende Sanierungsmaßnahmen. Dieses internetbasierte Computertool für Entscheidungsträger in öffentlichen Ämtern ist das Hauptergebnis des Annex. Eine der wichtigsten Grundlagen dafür ist die Sammlung und die Auswertung der Beispielgebäude, die auch in einem gesonderten Bericht präsentiert wird.

Es wurde ein Format entwickelt, das für die Präsentation aller Beispielgebäude herangezogen wurde. Dieses beinhaltet die folgenden Kapitel: Allgemeine Daten, Standort und Typologie, Gebäude und Anlagentechnik vor der Sanierung, Sanierungskonzept, Energieeinsparung, Nutzerbewertung, Kosten, gemachte Erfahrungen und Zusatzinformationen. Insgesamt sind im Bericht 25 Beispielgebäude enthal-

ten: je fünf aus Deutschland (D) und Großbritannien (UK), je drei aus Dänemark (DK) und den USA (US), je zwei aus Finnland (SF), Frankreich (FR), Griechenland (GR), und Polen (PL) und einer aus Norwegen (N).

Technologien

Die in den Beispielgebäuden eingesetzten Sanierungsmaßnahmen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Maßnahmen wurden in Übergruppen eingeteilt, je nach der durch sie angestrebten Funktion: Verbesserungen an der Gebäudehülle, Heizung, Lüftung, Kühlung, Sonnenschutz, Beleuchtung, etc. Die Nummer in der letzten Spalte gibt die Summe der Anwendungen in allen Beispielgebäuden für eine bestimmte Technologie an.

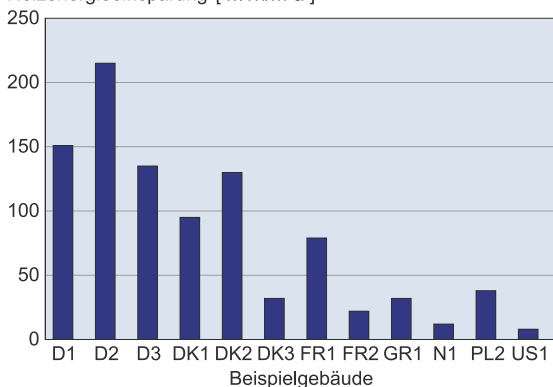
Die Zusammenstellung in Tabelle 1 zeigt, dass die eher traditionellen Sanierungsmaßnahmen am meisten angewendet wurden. Diese sind: zusätzliche Dämmung, wärmeschutzverglaste Fenster, neue effizientere Beleuchtung, Erneuerung und Steuerung der Heizungsanlage. Aber es wurden auch „neuere“ Konzepte wie z. B. natürliche bzw. hybride Lüftungssysteme und nutzerabhängige Lüftungssteuerung in mehr als 30% der Projekte eingesetzt. In ca. 1/3 der Gebäude wurden Tageslichtnutzungskonzepte und verbesserte Steuerungen der Beleuchtung realisiert. Die restlichen Technologien, wie z. B. Erwärmung der Zuluft, innovative Dämmsysteme, Nutzung der passiven solaren Gewinne durch Atrien, passive Kühlstrategien, aktive Solarenergienutzung, Photovoltaik, etc. wurden nur in einzelnen Projekten angewendet.

Projektziele, Energieeinsparungen und Lüftungsstrategien

Die Projekte mit den höheren Energieeinsparresultaten sind im allgemeinen Projekte bei denen verschiedene Maßnahmen in einer ganzheitlichen Sanierung umgesetzt wurden und bei denen lange Amortisationszeiten nur eine Nebenrolle spielten. Im Gegensatz dazu gibt es Projekte, in denen kleinere Energieeinsparungen mit wenigen Sanierungsmaßnahmen erzielt wurden, da hier das Hauptaugenmerk auf eine wirtschaftliche Sanierung mit kurzen Amortisationszeiten von ca. fünf Jahren gerichtet wurde. Das Ziel für die dritte Gruppe an Projekten war z. B. die Verbesserung der Raumluftqualität, der Behaglichkeit oder der Beleuchtungsqualität. Die Energieeinsparung wurde nur als positiver Nebeneffekt angesehen. Abbildung 1 zeigt die Energieeinsparungen von ausgewählten Beispielgebäuden aus dem Annex 36.

Die Energieeinsparungen in einigen Gebäuden sind beträchtlich. So betragen die Heizenergieverbräuche in den dänischen und deutschen Projekten vor der Sanierung 200 bis 280 kWh/m²a und nach der Sanierung nur noch 50 bis 90 kWh/m²a. Die prozentuale Einsparung in den Projekten reicht von 75% bei der Heizung und 100% beim Strom bis zu 0% (Heizung) und 15% (Strom). Eine Anzahl Projekte (vor allem aus Deutschland und Dänemark) berichten über hohe Einsparungen mit 55 bis 75% bei der Heizung und 30 bis 40% beim Strom. Am anderen Ende der Skala befinden sich die Projekte aus Großbritannien und den USA mit

Heizenergieeinsparung [kWh/m²a]



Stromeinsparung [kWh/m²a]

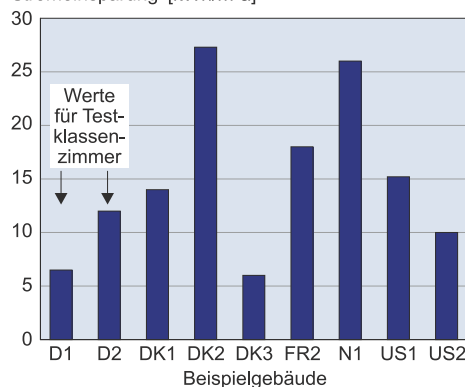


Abbildung 1
Energieeinsparungen
im Heizungs- und
Strombereich in aus-
gewählten Beispiel-
gebäuden aus dem
Annex 36

D: Deutschland,
DK: Dänemark, FR: Frank-
reich, GR: Griechenland,
N: Norwegen, PL: Polen,
US: USA



Abbildung 2
Egebjerg Schule in Ballerup, Dänemark

begrenzten Einsparungen, d. h. 8 bis 20% bei der Heizung und ca. 15% beim Strom.

Beispiel in Dänemark

Das dänische Beispielgebäude Egebjerg Schule ist eine Schule, die in den 70-ern in der Gemeinde Ballerup erstellt wurde (siehe Abbildung 2). Das Ziel der Sanierung war es, zu demonstrieren, dass eine energieeffiziente und ökologische Sanierung einer gewöhnlichen Schule aus den 70-ern so durchgeführt werden kann, dass ein gesundes Innenklima und vernünftige Kosten erreicht werden können. Moderne Gebäudetechnologien sowie Heizungs- und Lüftungstechnologien wurden mit ausgewählten Materialien, natürlicher Lüftung und aktiver solarer Heizung kombiniert. Das Sanierungsprojekt wurde 1998 fertiggestellt.

Literatur

- www.annex36.com oder www.annex36.de (Internetseite von Annex 36).
- Ove Mørck (editor), (2003), IEA ECBCS Annex 36 Case Study Reports. IEA ECBCS bookshop.
- Hans Erhorn (editor), (2003), IEA ECBCS Annex 36 Energy Concept Adviser. Internetbasiertes Computertool für Entscheidungsträger.
- www.brita-in-pubs.com (Internetseite von BRITA in PuBs).

Sanierungsmaßnahmen

Das Entwurfskonzept konzentrierte sich auf den Ersatz des bestehenden mechanischen Lüftungssystems durch ein natürliches Lüftungssystem und die Reduzierung der Wärmeverluste durch verbesserte U-Werte im Dach, der Fassade und der Fenster. Das vorhandene Flachdach wurde in ein leicht geneigtes Dach umgebaut. Dabei wurden durchschnittlich 20 cm Mineralwolle aufgebracht. Die Fassaden wurden komplett erneuert und beinhalten jetzt eine 20 cm starke Mineralwoll-dämmung. Die Fenster in den ausgewählten Teilen der Schule wurden durch neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem U-Wert von 1,7 W/m²K ersetzt.

Ein neues Lüftungssystem wurde entworfen. Außenluft wird durch Rohre im Erdreich in einen Kriechkeller unter den Klassenzimmern geführt. Aus dem Kriechkeller strömt die Luft hinter den Heizkonvektoren in die Klassenzimmer, und wird durch die Konvektoren weiter erwärmt. Die Luft verlässt die Klassenzimmer über die Korridore in den doppelgeschößigen Aufenthaltsraum und strömt von dort im Dachbereich über den Lüftungskamin nach draußen. Der Lüftungskamin, auch Solarkamin genannt, funktioniert durch eine Kombination aus Winddruck und Auftrieb. Zwei separierte Kammern werden durch Sonneneinstrahlung erwärmt und werden geöffnet, wenn die Temperatur so hoch ist, dass ein ausreichender Auftrieb vorhanden ist. Dies wird vor al-

Nutzerbewertung der Raumlufqualität [%]

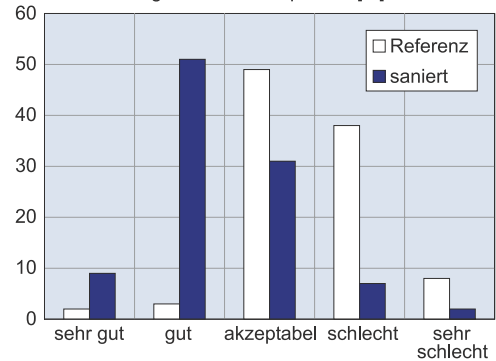


Abbildung 3
Nutzerbewertung der Raumlufqualität mit einem Fragebogen

lem im Sommer genutzt. Im Kriechkeller ist ein Ventilator untergebracht, der für einen leichten Überdruck sorgt, falls die natürlichen Auftriebskräfte für den Luftaustausch nicht ausreichen. Auf der Südfassade des zweistöckigen Gebäudes wurde eine sogenannte „Canadian Solar Wall“, ein passiver solarer Luftkollektor installiert. Vom Kollektor wird die Luft in den Kriechkeller geleitet und ersetzt die Luft aus den Erdkanälen im Winter, sobald sie eine höhere Temperatur aufweist.

Der Energieverbrauch vor der Sanierung betrug für die Heizung 181 kWh/m²a und danach nur noch 87 kWh/m²a. Der Stromverbrauch verringerte sich durch die Sanierungsmaßnahmen von 36 kWh/m²a auf 22 kWh/m²a.

Fragebogenerhebung

Dem Bereich der Schule, der für das Sanierungsprojekt ausgewählt wurde, wurde ein gleichgroßer Teil als Referenzfall gegenübergestellt. Alle Schüler und Lehrer beantworteten einen Fragebogen zum Raumklima, der vom Büro für Statistik und Forschung in Stockholm entwickelt wurde. Abbildung 3 enthält die Ergebnisse einer Hauptfrage bzgl. der Raumlufqualität. Das Diagramm zeigt eine deutliche Verschiebung der bewerteten Luftqualität von akzeptabel zu gut und von schlecht zu akzeptabel als Resultat der Sanierung. Die Auswertung aller Fragen ergab eine Gesamtverbesserung des Raumklimas im Vergleich zum Referenzfall.

Ausblick

Die Arbeiten am Sanierungsratgeber werden derzeit in zwei weiteren internationalen Projekten weitergeführt. Das integrierte EU-Projekt „Bringing Retrofit Innovation to Application – BRITA in PuBs“ im 6. Rahmenprogramm erweitert die Beispielgebäude um neun internationale Sanierungen von öffentlichen Gebäuden und geht damit einen Schritt weiter, weg von den reinen Bildungsgebäuden hin zur Gesamtheit der öffentlichen Gebäude. Auch die Sanierungsmaßnahmen werden überarbeitet. Der neue IEA ECBCS Annex 46 wird ebenfalls den Energy Concept Adviser weiterentwickeln und den Berechnungsteil an die neuen internationalen CEN-Normen auf Grundlage der Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) anpassen.

Der Energy Concept Adviser (ECA)



Das Hauptergebnis aus dem IEA ECBCS Annex 36 ist der „Sanierungsratgeber“, der Informationen zu energiesparenden Sanierungen für Entscheidungsträger in öffentlichen Ämtern bietet und ihnen dadurch Hilfestellung in der ersten Planungsphase gibt. Der Sanierungsratgeber besteht aus einem Teil zur Problemlösung mit konkreten Lösungsvorschlägen, einer Beispielsammlung mit über 30 Beispielgebäuden, einer Energieverbrauchsbewertung und schließlich einem Teil zur Entwicklung eines Sanierungskonzepts.

Der **Energy Concept Adviser** ist in englisch und seit Mitte September auch auf deutsch unter www.annex36.com bzw. www.annex36.de verfügbar, kann aber auch kostenfrei auf einer CD-ROM beim Fraunhofer-Institut für Bauphysik bestellt werden: Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Herrn Hans Erhorn, D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12, Fax: +49-711-970-3399

Neue Standards für alte Häuser



Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaus-Siedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit – über ein Projekt im Rahmen von ›Haus der Zukunft‹

Von **Katharina Guschlbauer Hronek** und **Doris Hammermüller***

In den wirtschaftlichen Krisenzeiten der Zwischen- und Nachkriegszeit entstanden in Österreich zahlreiche Einfamilienhaussiedlungen. Alle Häuser einer Siedlung entstanden nach einem ein-

heitlichen Plan und unterlagen den Prinzipien der Sparsamkeit.

Die kostengünstige Bauweise brachte es mit sich, dass die Häuser eine schlechte Bausubstanz, hohe Energiekennzahlen, veraltete Installationen mit hohen Energieverlusten und niedrige Räume mit geringem Lichteinfall aufweisen. Anlässlich des zu erwartenden Generationenwechsels oder Verkaufs dieser Objekte ist ein hohes Sanierungs-



potenzial zu erwarten. Beispiele von bereits sanierten Siedlungshäusern zeigen, dass bei optimal aufeinander abgestimmten Sanierungsmaßnahmen für diesen Gebäudetyp Einsparungen von bis zu 77% des Heizenergieverbrauchs möglich sind. [1]

Es wurde ein Leitfaden „Neue Standards für alte Häuser“ für Hausbesitzer und Gewerbe als Planungsgrundlage für die Sanierung erstellt, in dem Umsetzungsvorschläge auf Basis konkreter Sanierungsprojekte bis hin zu Kostenabschätzung zu finden sind. Damit soll aufgezeigt werden, dass auch bei Siedlungshäusern der Nachkriegszeit eine energetisch und ökologisch hochwertige Sanierung möglich ist.

Literatur:

[1]: LADENER Heinz (Hrsg): Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus – Energietechnische Gebäudesanierung in der Praxis. Staufen 1998)

Der Leitfaden ist unter <http://www.hausderzukunft.at/publikationen.htm> oder als http://www.aee.at/projekte/projektunterlagen/SANIERUNGSLEITFADEN_100.pdf zu bestellen bzw. herunterzuladen.

*) Mag. **Katharina Guschlbauer Hronek** ist Mitarbeiterin, **Doris Hammermüller** Geschäftsführerin der AEE – Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien, aee@aee.or.at, www.aee.at