

Forschungsprojekt des BMFT:

# Solarenergienutzung in der Altbausanierung

*Jedes Gebäude bedarf nach einer gewissen Nutzungszeit aus bau- und wärmetechnischen oder optischen Gründen einer Sanierung bzw. Modernisierung der Fassaden, der Fenster oder der Haustechnik. Die Nutzung der Sonnenenergie als sinnvolle Ergänzung des Gesamtkonzeptes sollte bei jeder Sanierungsmaßnahme geprüft und frühzeitig in den Planungsprozeß integriert werden. Die Ergebnisse aktueller Untersuchungen wurden in der BINE-Projekt-Info Nr. 4/97 veröffentlicht und der GLASWELT zum Nachdruck zur Verfügung gestellt.*

Insbesondere wenn große, von der Sonne beschienene Fassaden- oder Dachflächen vorhanden sind, bieten sich sowohl passive als auch aktive Systeme an. Diese verbessern die Energiebilanz des Gebäudes und tragen dazu bei, den Wohnkomfort zu erhöhen. Verglaste Balkone und transparente Wärmedämmung sind den passiven Systemen und Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung und zur Raumheizung den aktiven zuzuordnen. Diese Bauelemente verändern das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes und sollten frühzeitig in den Planungsprozeß einbezogen werden, um auch eine gestalterisch vorteilhafte Lösung zu erhalten.

Für bestehende Gebäude befindet sich die Nutzung der Sonnenenergie noch in der Entwicklung und es besteht ein erheblicher Mangel an gezielten Informationen über Möglichkeiten sowie Vor- und Nachteile des Einsatzes der verschiedenen Systeme bezüglich ihres Kosten-/Nutzenverhältnisses. Im Rahmen des Solar Heating and Cooling Programs der Internationalen Energieagentur (IEA) beschäftigen sich Institutionen verschiedener europäischer Länder und die USA mit der Entwicklung optimaler Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung der Solarenergienutzung. Es werden eine Reihe vielversprechender Solarkonzepte bezüglich der Auswirkungen auf den Energiehaushalt der Gebäude sowie den thermischen und optischen Komfort untersucht. Eben-

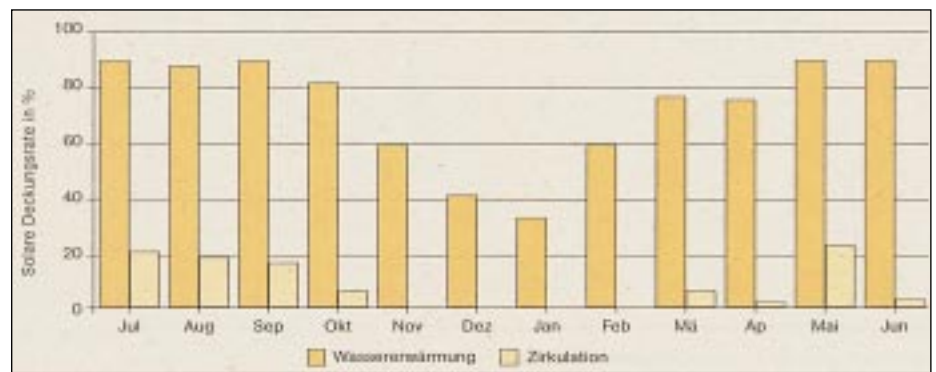


Bild 1: Solare Deckungsraten in % zwischen Juli 1994 und Juni 1995 in Oederan

falls werden wirtschaftliche Fragen bearbeitet und die Möglichkeit der Einbindung von Solarkonzepten in den entsprechenden Planungs- und Bauprozess untersucht. Die Ergebnisse sollen insbesondere für die Informationsaufbereitung genutzt werden und einen großen Verbreitungsgrad erfahren. Die deutsche Mitarbeit erfolgt durch das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und wird durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert.

## Aktive Solarenergienutzung in der Altbausanierung

Solarkollektoren erzeugen Wärme aus Sonnenenergie, die auf Wasser oder Luft übertragen wird. Wasserkollektoren decken je nach Auslegung ca. 40 bis 50 % des Warmwasserbedarfes eines Mehrfamilienhauses und können auch in den Heizkreislauf eingebunden werden. Für die Auslegung einer Anlage kann als grober Richtwert pro Wohnung mit 3–5 m<sup>2</sup> oder 1 m<sup>2</sup> pro Person kalkuliert werden (nur Warmwasserbereitung). Die Kenntnis des tatsächlichen Warmwasserbedarfes ist bei Mehrfamilienhäusern jedoch unerlässlich. Die Integration von Kollektoren in ein Modernisierungskonzept bietet sich insbesondere bei einer notwendigen Sanierung des Daches oder einer Gebäudeaufstockung an. Die Kollektoren ersetzen ganz oder teil-

weise die Dachhaut, so daß die Kosten einer konventionellen Dacheindeckung eingespart werden können.

**Architektonische Aspekte:** Kollektoren sind weithin sichtbare Gebäudeelemente, die für den Architekten mit gestalterischen Möglichkeiten, aber auch Problemen verbunden sind. Die glatte und reflektierende Oberfläche erscheint je nach Lichtverhältnissen hell oder dunkel und spiegelt die umgebende Bebauung oder den Himmel wieder.

**Modellhafte Sanierung eines Gebäudes:** Im Mittelpunkt der Modernisierungsmaßnahme in Oederan, die durch das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung gefördert wurde, stand die Erneuerung der Heizungstechnik sowie die Brauchwassererwärmung durch Sonnenenergie. Es wurden sieben vierstöckige Gebäude, in der Regel mit 32 Wohneinheiten, mit dachintegrierten Flachkollektoren ausgestattet, die gleichzeitig auch die Funktion des Daches übernehmen. Die Kollektorfläche ist nach Süden orientiert und beträgt je Haus ca. 100 m<sup>2</sup>. Die Investitionskosten liegen mit ca. 900 DM/m<sup>2</sup> Kollektorfläche gegenüber Anlagen im Ein- und Mehrfamilienhausbereich sehr günstig. Die Dimensionierung der einzelnen Komponenten muß bei Anlagen dieser Größenordnung mit einem Simulationsprogramm berechnet werden. Die Kenntnis des tatsächlichen Warmwasserbedarfes ist ein wichtiger Parameter. In Oederan liegt der tägliche Verbrauch an Wochentagen zwischen 500–1800 l und am Wochenende zwischen 700–2900 l. Strahlungsangebot und Warmwasserverbrauch sind nicht zeitgleich, so daß ein relativ groß dimensionierter Speicher für einen Ausgleich sorgen muß.

Eine Anlage wurde als Referenzanlage erstellt, die nach der Inbetriebnahme von der Technischen Universität Dresden meßtechnisch betreut wird. Bild 1 zeigt erste Ergebnisse. Aufgrund der großen Bedeutung der Zirkulationsverluste ist es sinnvoll, den solaren Deckungsanteil am Wärmebedarf zur Wassererwärmung getrennt von dem der Zirkulationsver-

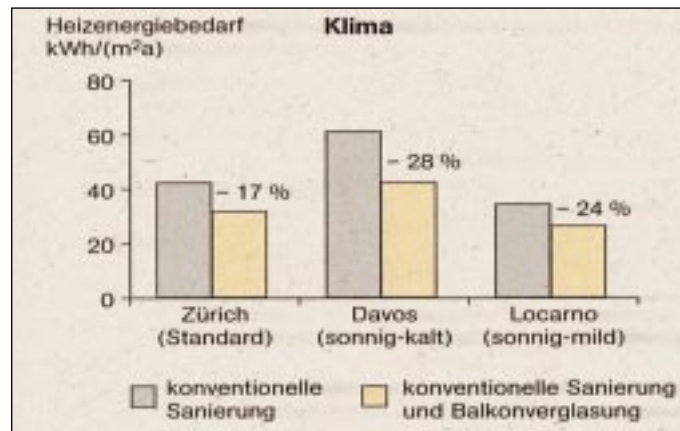


Bild 2: Je nach klimatischen Randbedingungen können durch die Verglasung von Balkonen zwischen 17 und 28 % der Heizenergie eingespart werden.

ste zu bestimmen. Insgesamt bleibt festzustellen, daß die Solaranlage gut funktioniert, jedoch für den tatsächlichen Bedarf überdimensioniert ist. Dies erklärt die hohe solare Deckungsrate der Anlage für die Warmwasserbereitung von im Jahresmittel 77,4 %.

### Passive Solarenergienutzung in der Altbausanierung

Neben aktiven Systemen zur Solarenergienutzung können im Altbaubereich auch passive Systeme eingesetzt werden, die insbesondere den Fassadenbereich des Gebäudes betreffen. Hierzu zählt die transparente Wärmedämmung und die Balkonverglasung.

### Loggien-/Balkonverglasung

Baukonstruktive Mängel an Balkonen bzw. in deren unmittelbaren Bereichen müssen notwendigerweise behoben werden. Im Rahmen der Sanierungsmaßnahme besteht die Option, eine Verglasung des Balkons vorzunehmen. Günstig sind vollständig oder teilweise in die Fassade integrierte Balkone. Durch die Verglasung ergibt sich für die Bewohner ein zusätzlicher Raum, der gegenüber einem Balkon um ca. 100 weitere Tage im Jahr genutzt werden kann. Die Modernisierung des Gebäudes führt zu einer gestalterischen Aufwertung der Fassade und zu einer Verbesserung des Wohnkomforts, da thermische Schwachstellen an der Gebäudehülle beseitigt werden. Im Rahmen des IEA-Projektes wurden verschiedene Gebäude evaluiert, so z. B. in Reitse Hoeve, Tilburg, NL.

**Energetische Bilanz:** Der Energieeinspareffekt beruht auf der zusätzlichen Dämmwirkung, der Minderung von Wärmebrücken und der passiven Solarenergienutzung. Die größten Einsparpotentiale erreicht eine nach Süden orientierte Glasfläche. Heizenergie wird jedoch nur dann eingespart, wenn auf eine zusätzliche Beheizung des Wintergartens verzichtet wird und bei geringen Außentemperaturen nicht über geöffnete Türen zum Wohnraum der Wintergarten „mitgeheizt“ wird. Das Wohnverhalten der Nutzer entscheidet, im Gegensatz zur konventionellen energetischen Sanierung, über die erzielbaren Einspareffekte, so daß die umfassende Information der Bewohner ein wichtiger Bestandteil des Sanierungskonzeptes sein muß. In Bild 2 sind mögliche Einsparpotentiale dargestellt. Zusätzliche Energieeinsparungen ergeben sich, indem die im Wintergarten erwärmte Luft über ein mechanisches Lüftungssystem in die Wohnräume geführt wird.

### Transparente Wärmedämmung – TWD

Typischer Bestandteil einer baulichen und energetischen Sanierung ist eine erhöhte Wärmedämmung der Außenwände. Im Unterschied zur konventionellen Dämmung durchdringt die Solarstrahlung die TWD und wird an der dunklen Wandoberfläche in Wärme

umgewandelt (Bild 3). Durch die Wärmeleitung in der Wand erfolgt nach ca. 4 bis 6 Stunden, je nach Wandmaterial und -stärke, die Abgabe der gespeicherten Wärme in die dahinterliegenden Räume. TWD-Materialien bestehen aus transparenten Kunststoffen oder aus Glas und stellen Hohlkammerstrukturen dar, die nach außen durch einen transparenten Wetterschutz abgedeckt werden (Glas, Glasputz).

**Anwendungsmöglichkeiten und Energieeinsparung:** Es gibt verschiedene Fassadensysteme, die alle das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes verändern. Daher ist neben energetischen Aspekten frühzeitig die architektonische Integration zu berücksichtigen. Der Einsatz von TWD eignet sich besonders bei Altbauten mit ungedämmten Wänden aus massiven Baustoffen, wie Kalksandstein, Beton oder Ziegel mit einer Rohdichte von mehr als  $1200 \text{ kg/m}^3$ . Es sollte eine ausreichende winterliche Besonnung gewährt sein, die nicht durch die umgebende Bebauung gestört wird. Verglichen mit konventionellen Dämmmaßnahmen führt die TWD dann zu jährlichen Energieeinsparungen von 65 bis  $100 \text{ kWh/m}^2$  gedämmter Fläche. Das Transparente Wärmeverbundsystem hat eine um ca. 25 % verringerte Transparenz gegenüber den Glasfassaden und erlaubt daher, bei Belegung nicht zu großer Flächen, einen Einsatz ohne Sonnenschutzeinrichtung.

Die Entwicklung schaltbarer Verglasungen erlaubt in Zukunft einen einfacheren Fassadenaufbau durch den Verzicht auf mechanische Sonnenschutzeinrichtungen und führt damit zu geringeren Kosten. Transparente Dämmmaterialien können auch als TWD-Direktgewinnsystem eingesetzt werden. Ihre lichtlenkenden und streuenden Eigenschaften tragen dazu bei, die Lichtausbeute in der Raumtiefe zu verbessern. Der Einsatz eignet sich speziell bei der Sanierung von Industriehallen und Verwaltungsgebäuden als Ersatz thermisch unzureichender Verglasungen. Es sollten vorzugsweise Flächen gewählt werden, die nicht im dauernden Blickkontakt liegen, da es ansonsten zu Blenderscheinungen kommen kann.

### Konzeption des IEA-Projektes

Im Rahmen des Solar Heating und Cooling Programs der IEA beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe mit dem Thema „Solar Energy in Building Renovation“ (Task 20, 1. 1. 94–31. 12. 1998). Ziel ist die Schaffung der Grundlagen für eine verstärkte Anwendung von Solartechniken im Gebäudebestand. Der deutsche Beitrag konzentriert sich auf die Modernisierung, Sanierung unter passiv-solaren Aspekten.

### Solarenergienutzung bei der Gebäudesanierung

Nach einer gewissen Nutzungszeit ist für alle Gebäude der Zeitpunkt für eine Modernisierung/Sanierung gekommen. Neben baukonstruktiven Gegebenheiten, wie der Reparatur undichter Dächer, der Instandsetzung von Fassaden und Balkonen sowie dem Austausch defekter Fenster, spielen auch energetische Aspekte eine erhebliche Rolle bei der Motivation für Modernisierungsmaßnahmen. Der Einsatz der Solarenergie sollte in jedem Einzelfall geprüft werden. Hier bieten sich folgende Konzepte an:

- Kollektoranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung,
- verglaste Balkone zur energetischen und gestalterischen Verbesserung der Fassade,
- Transparente Wärmedämmung zur Dämmung und gleichzeitigen Solarenergienutzung,
- unverglaste Kollektoren an der Fassade zur Erwärmung der Zuluft,
- gebäudeintegrierte Photovoltaik zur solaren Stromerzeugung,
- Doppelfassaden zur Erwärmung der Zuluft. Es wird eine teilweise transparente Außenhülle mit Abstand zur ursprünglichen Fassade errichtet.

Im Rahmen des IEA-Projektes A wurden 15 realisierte Sanierungsbeispiele in Belgien, Dänemark, Deutschland, Holland, Schweden, Schweiz und der USA analysiert und dokumentiert. Eine Befragung der Nutzer ergab eine insgesamt positive Resonanz und Zufriedenheit mit den Modernisierungsmaßnahmen. Es hat sich gezeigt, daß Solarkonzepte in der Altbausanierung für den Investor und den Nutzer mit erheblichen Vorteilen verbunden sind.

Einige davon sind:

- Reduktion von Energieverbrauch und Emission,
- Senkung der Betriebskosten,
- Optimierung des thermischen und visuellen Komforts,
- Raumgewinn,
- Aufwertung der Architektur.

### Allgemeine Rahmenbedingungen für den Einsatz der Solarenergie

Die erfolgreiche Nutzung der Solarenergie im Rahmen der beabsichtigten Modernisierungsmaßnahmen setzt eine ganzheitliche Planung voraus.

Wichtige Eckpunkte sind die richtige Orientierung (Südost bis Südwest) der zu sanierenden Gebäudebereiche und die Berücksichtigung von Verschattungen durch die umgebende Bebauung. Je nach Sanierungsbedarf ergeben sich geeignete Solarkonzepte. Gemeinsam ist allen Maßnahmen, daß die eingesetzten Elemente das Erscheinungsbild eines Gebäudes verändern und architektonisch ansprechend gestalten können.

### Zahlreiche Einsatzmöglichkeiten

Die Ergebnisse der Arbeiten des IEA-Vorhabens haben gezeigt, daß es zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für die aktive und passive Solarenergienutzung in der Altbausanierung gibt. Die Nutzer sind mit dem Sanierungsergebnis durchweg sehr zufrieden. Die Bandbreite der jährlichen Energieverbrauchs- und Energieerzeugungswerte der verschiedenen De-

weitere nicht weniger bedeutungsvolle Beweggründe für den Einsatz der Solarenergie in der Altbausanierung. Die architektonische Aufwertung eines Gebäudes und die Verbesserung der Wohnqualität sind für den Eigentümer und den Nutzer häufig von großem Wert. Bei repräsentativen Bauten kann die Darstellung neuer innovativer Techniken ein Bestandteil der Marketingstrategien sein. □

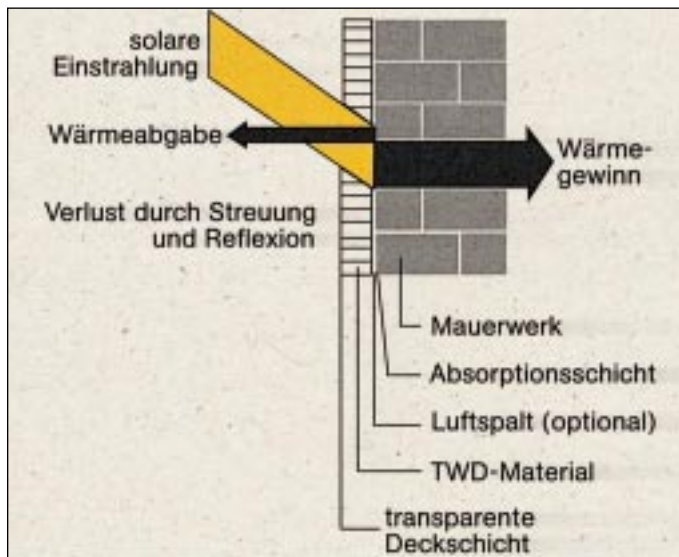


Bild 3: Funktionsprinzip der transparenten Wärmedämmung  
Grafiken: ISE

monstrationsprojekte für Warmwasser und Heizung lag vor der Sanierung bei ca. 150 bis 250 kWh/m<sup>2</sup> beheizter Nutzfläche. Mit einer konventionellen Sanierung könnte der Verbrauch auf ca. 100 kWh/m<sup>2</sup> gesenkt werden. Durch zusätzliche solare Maßnahmen war eine weitere Reduktion um 10 bis 50 % möglich.

Fast immer sind die solaren Maßnahmen Bestandteil einer Gesamt-sanierung. Ausschlaggebend für den Erfolg des geplanten Projektes ist eine frühzeitige Integration in das Gesamtkonzept und eine intensive Zusammenarbeit von Gebäudeeigentümer, Architekt und Fachplanern während Planung, Sanierung und zu Beginn der Neunutzung des Objektes. Die Investitionskosten der Modernisierungen bewegen sich innerhalb einer großen Bandbreite und bieten auf der Basis heutiger Energie- und Systemkosten noch kein ausreichendes Argument für ein Solarkonzept. Es gibt jedoch

#### Literatur

- [1] Wagner, A.: Transparente Wärmedämmung an Gebäuden, Köln: Verl. TÜV-Rheinland, 1996, ISBN 3-8249-0263-X, BINE-Informationspakete.
- [2] Braun, P. O.; Haller, A.; Voss, K. (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg): Gebäudesanierung mit Transparenter Wärmedämmung. IEA SHCP Task 20 – Sonnenenergienutzung bei der Sanierung von Gebäuden, 1996, 16 S. (ab dem IV. Quartal 1997 bei BINE erhältlich).
- [3] Voss, K. (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg): Solarenergienutzung bei der Sanierung von Gebäuden. IEA SHCP Task 20 – Sonnenenergienutzung bei der Sanierung von Gebäuden, 1997, 20 S. (ab dem IV. Quartal 1997 bei BINE erhältlich).
- [4] Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie; Planungs-Büro Schmitz, Aachen; Bundesarchitektenkammer, Bonn: Energiegerechtes Bauen und Modernisieren. Basel; Berlin; Boston; Birkhäuser, 1996, ISBN 3-7643-362-7.
- [5] Gassel, A.: Beiträge zur Berechnung solarthermischer und exergieeffizienter Energiesysteme. Dissertation an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, 1996, 144 S.