

# Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen für die Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung

Dipl.-Ing. Irene Stadler  
 AEE-Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE  
 Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf, Österreich  
 Tel.: +43/3112/58 86-62, Fax.: +43/3112/5886-18  
 E-mail: [i.stadler@aee.at](mailto:i.stadler@aee.at), Internet: <http://www.aee.at>

## 1. Einleitung

Bei Anwendungen von thermischen Solaranlagen in den Bereichen solarer Raumheizung und großer Anlagen stehen nicht immer entsprechend geneigte und orientierte Dachflächen ausreichend zur Verfügung. Anlagen am Dach bilden oft auch einen Fremdkörper, wenn sie nicht integraler Bestandteil der Architektur sind. Hier ist es für eine breite Marktdurchdringung notwendig, Kollektorsysteme zu entwickeln, die eine Integration der Kollektoren in Fassaden ermöglichen.

## 2. Direkte Fassadenintegration

Unter einem fassadenintegrierten Sonnenkollektor wird ein direkt in die Fassade aufgenommenes Kollektorelement verstanden. Es ist keine thermische Trennung in Form einer Hinterlüftung vorhanden. Der Kollektor übernimmt verschiedene Funktionen in einem Bauteil: Funktion als thermischer Flachkollektor, Verbesserung der Wärmedämmung

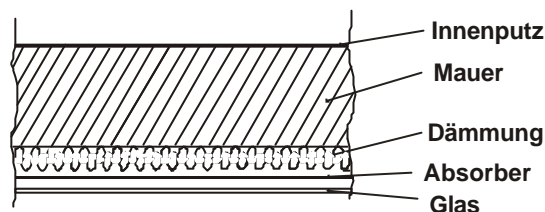


Abb.1: Wandaufbau mit integriertem Kollektor ohne Hinterlüftung

des Gebäudes, als passiv solares Element bei geringer Einstrahlung, als Witterungsschutz und als Gestaltungselement der Fassade. Vorteile von nicht hinterlüfteten fassadenintegrierten Kollektoren sind demnach: Kostenersparnis durch gemeinsame Nutzung von Bauteilen, vereinfachte Fassaden-Anschluss-technik an die konventionelle Gebäudehülle, Ersatz der konventionellen Fassade, für den Neubau und für Altbausanierungen geeignet.

## 3. Architektonische Aspekte

Thermische Kollektoren können in der Fassade eines Gebäudes als Gestaltungselement eingesetzt werden. Mit der Rasterung der Gläser, der Art (Metall, Holz) und Farbe der Glasabdeckleisten und der Farbe des Kollektors lassen sich unterschiedliche Effekte erzielen. Um das Anforderungsprofil für Fassadenkollektoren von Seiten der Architekten zu erheben wurde in Österreich unter Architekten eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Bezüglich Form und Farbe der Absorber zeigte sich, dass der Wunsch nach möglichst freien Gestaltungsmöglichkeiten besteht (siehe Abbildungen 3 und 4).

## Verschattung - Vordach



Abb.2: 28 m<sup>2</sup> Kollektorfläche in der Fassade eines Holzriegelbaus, Brauchwasserbereitung und Raumheizung. Die Glasabdeckleisten sind aus Holz.

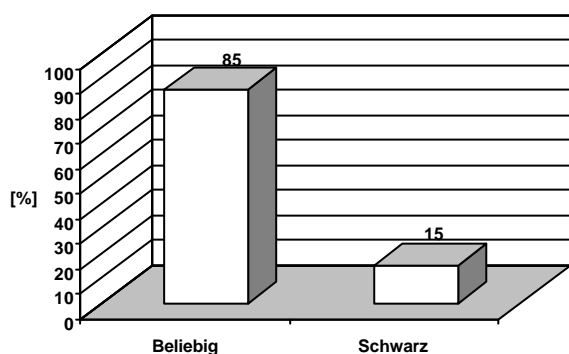


Abb.3: 85% der befragten Architekten wünschen sich eine andere Absorberfarbe als schwarz, wobei eine Verringerung des Ertrages in Kauf genommen wird. (75 Rückmeldungen)

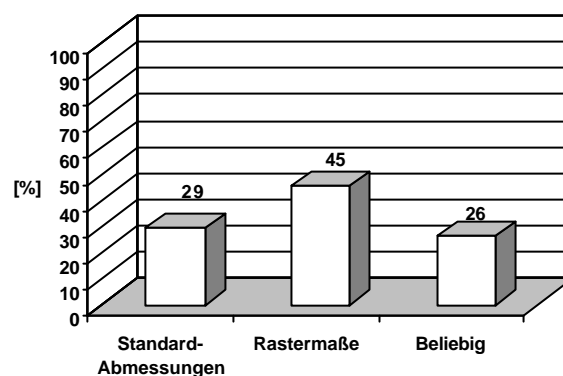


Abb.4: Nur 29% der befragten Architekten sind mit Standardabmessungen zufrieden. Die meisten wünschen sich verschiedene Rastermaße oder beliebige Rasterungen.

## 4. Ertragssimulationen

Um Dimensionierungsrichtlinien für Fassadenkollektoranlagen geben zu können, wurden Ertragssimulationen durchgeführt und im Vergleich zu dachmontierten Kollektoranlagen dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass Fassadenkollektoren ihre wesentlichen Vorteile bei Kombianlagen (Raumheizung und Warmwasserbereitung) haben. Dies ergibt sich aus dem niedrigen Sonnenstand in den Übergangszeiten bzw. im Winter und dem sich daraus ergebenden günstigen Einstrahlungswinkel in die Fassade. Je höher der solare Gesamtdeckungsgrad einer Kombianlage ist, desto geringer ist im Vergleich zu einer dachmontierten Anlage die zusätzlich benötigte Kollektorfläche in der Fassade (Abb.5). Umgekehrt verhält es sich bei Anlagen zur reinen Warmwasserbereitung: je größer der Deckungsgrad, desto größer ist das Verhältnis der benötigten Fläche in der Fassade zur benötigten Fläche mit 45° Neigung.

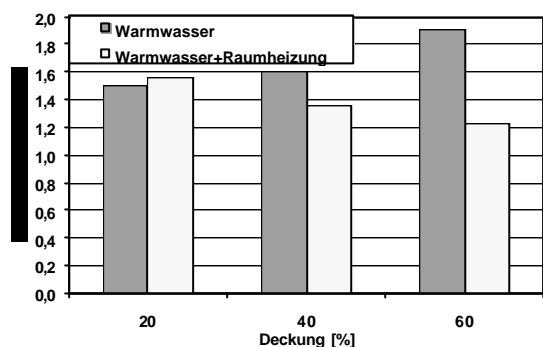


Abb.5: Nötige Kollektorfläche in der Fassade im Vergleich zu Kollektoren in 45° geneigter Fläche bei verschiedenen Deckungsgraden. Randbedingungen: Einfamilienhaus, 2000 l Energiespeicher+300 l Brauchwasserspeicher, 160 l/d Warmwasser, 8 kW Heizlast, Klimadaten Graz

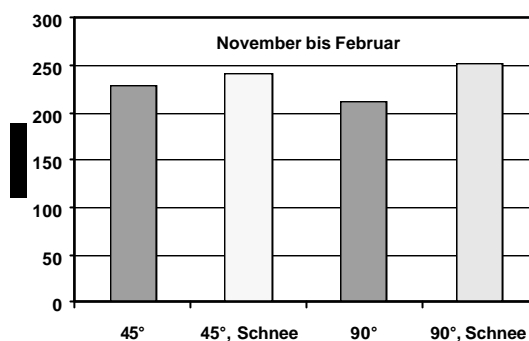


Abb.6: Erhöhung der Einstrahlung in die 45° und die 90° geneigte Fläche durch Schneereflection in der Zeit von November bis Februar, Klimadaten Graz. Die Fassade profitiert mehr von der Reflexion, als die geneigte Fläche und hat in Summe mehr Einstrahlung in dieser Zeit.

Ein Aspekt, der bei der bisherigen Diskussion nicht berücksichtigt wurde, ist der Einfluss der Reflexion auf den Ertrag. Gerade bei senkrechten Kollektoren ist die verstärkte Reflexion der Sonneneinstrahlung bei Schneelage ein wichtiger Einflussfaktor: in der Heizsaison wird die Einstrahlung in die Fassade dadurch höher, als in eine 45° geneigte Fläche (siehe Abb.6).

## 5. Wärmedurchgang

Um das dynamische Verhalten des Systems Wand-Kollektor beurteilen zu können, wurden Wärmestromberechnungen für verschiedene Wandaufbauten (Massiv- und Leichtbauten) durchgeführt. Um eine Aussage über die sommerliche Überhitzung treffen zu können, wurde anschließend mit TRNSYS die Temperaturerhöhung in einem Raum mit Fassadenkollektor im Vergleich zu einem Raum ohne Kollektor in der Fassade in Abhängigkeit von der Dämmstärke berechnet (Abb.7), wobei das Überschreiten von 1 K Temperaturdifferenz zum Vergleichsraum als unzulässige Überhitzung definiert wurde. Dadurch kann für einen bestimmten Wandaufbau mit Kollektor die nötige Dämmstärke in der Fassade bestimmt werden (siehe Abb.8).

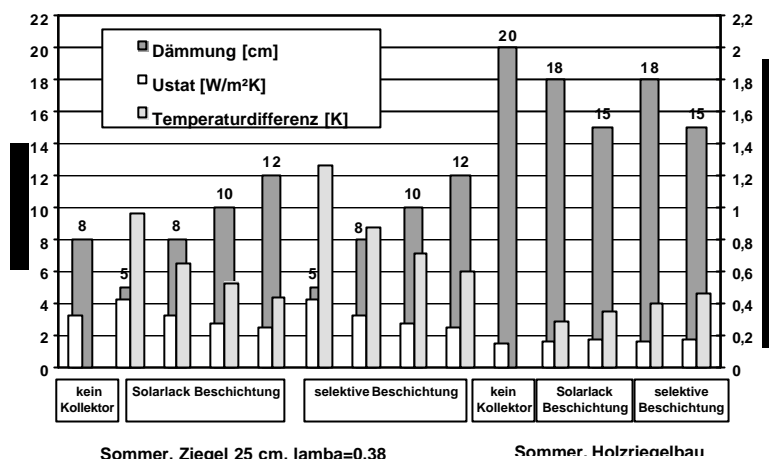
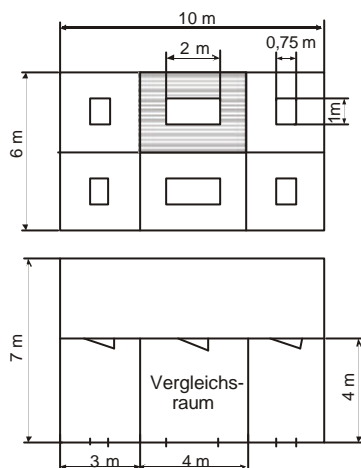


Abb.7: Vergleichsraum: 16 m<sup>2</sup> Grundfläche, 12 m<sup>2</sup> Südfassade, 10 m<sup>2</sup> Kollektor bzw. Wand ohne Kollektor, 2 m<sup>2</sup> Fenster mit 100% Verschattung

Abb.8: Erhöhung der Temperatur im Raum mit Fassadenkollektor im Vergleich zum Raum ohne Fassadenkollektor in Abhängigkeit von der Dämmstärke für einen Massivbau (Ziegel, 25 cm, lambda =0,38 W/mK) und einen Leichtbau (Holzriegelbau).

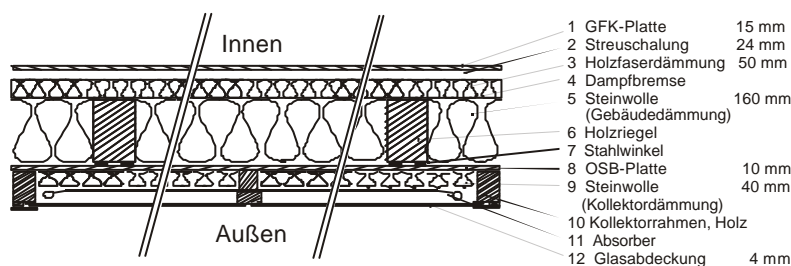
Die Simulationen zeigten weiters, dass sich der fassadenintegrierte Kollektor im Winter positiv auf die Reduktion der Transmissionswärmeverluste auswirkt. Auch außerhalb der Zeiten, in denen der Kollektor von Medium durchflossen wird, also an strahlungsarmen Tagen, wirkt er durch die direkte Integration als „passiv solares“ Element. In einer Periode strahlungstensiver Wintertage wird je nach Wandaufbau ein effektiver U-Wert erreicht, der um bis zu 90% unter dem statischen U-Wert liegt. In einer Periode strahlungsarmer Tage wird noch eine Reduktion des U-Werts bis zu 45% erreicht.

## 6. Testanlagen

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie geförderten Projekts im Impulsprogramm „Haus der Zukunft“ werden Testfassaden mit integriertem Kollektor errichtet, um das Anlagen- und das bauphysikalische Verhalten untersuchen zu können. Beispielhaft wird hier eine Testfassade in Holzriegelbauweise dargestellt. Der Kollektor hat eine Rückwand aus Holz, die mit Stahlwinkeln an den Holzriegeln befestigt ist. Diese Art der Montage bewirkt nur sehr geringe Wärmebrückeneffekte.

Abb.9.: Wandaufbau der Testfassade, Holzriegelbau.

Testanlage: Zweifamilienhaus, 55 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche, 3570 l Schichtspeicher, 500 l Brauchwasserspeicher, 12 kW Heizlast, 240 l/d Warmwasser mit 60°C



Dampfbremse: Produkt: TYVAP, Material: Polypropylen Copolymerbeschichtung, Luftdurchlässigkeit: winddicht, sd-Wert >= 0,8 m

Speziell für Kombianlagen für Warmwasserbereitung und Raumheizung wurde ein neues **Speichermanagement** entwickelt, das die speziellen Gegebenheiten von Fassadenkollektoranlagen berücksichtigt. Das Ziel ist, außerhalb der Heizsaison möglichst rasch ein hohes Temperaturniveau für die Warmwasserbereitung zur Verfügung zu stellen und dabei den Nachheizbedarf gering zu halten. Dafür wird in dieser Zeit der Solarrücklauf vorrangig aus dem oberen Bereich des Speichers entnommen, wobei die Drehzahl der Pumpe auf die vorgegebene Vorlauftemperaturen

geregelt wird. Der durch die höheren Rücklauftemperaturen etwas geringeren Kollektorwirkungsgrad wird kurzfristig in Kauf genommen, da so verhindert wird, dass eine Nachheizung zur Warmwasserbereitung notwendig ist. Das erwärmte Heizungsmedium wird über Lanzen in den Speicher eingeschichtet. Erst wenn eine einstellbare Solltemperatur erreicht ist, erfolgt durch Umschalten eines Ventils die Beladung des gesamten Speichers.

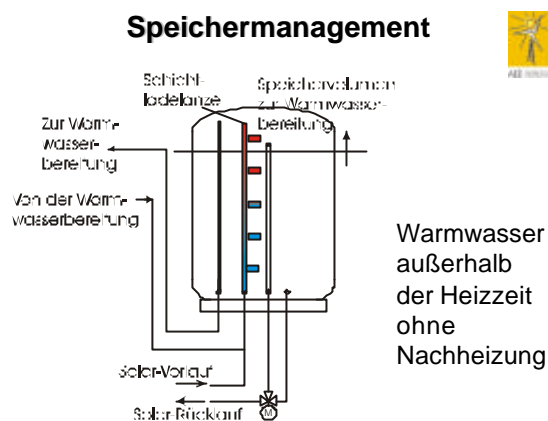


Abb.10: „Speicherteilung“ bei Fassadenkollektoranlagen zur Gewährleistung einer effizienten Warmwasserbereitung im Sommer

## 7. Literatur

- /1/ Diem, Paul, Bauphysik im Zusammenhang, 2. Auflage 1996, Bauverlag
- /2/ Rockendorf, Janßen: Facade Integrated Solar Collectors, Institut für Solarenergieforschung GmbH, Hameln
- /3/ Stadler, Irene, AEE, 2. Zwischenbericht „Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen für die Fassadenintegration von Thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung“, Gleisdorf, 2000