

# Der Verschattungseinfluß auf fassadenintegrierte Vakuum-Röhrenkollektoren am Beispiel der Anlage Chemnitzer Studentenwohnheim

Ulrich Schirmer\*, Thorsten Urbaneck\*\*, Thomas Freitag\*\*\*, Ulf Niersmann\*\*\*\*

Technische Universität Chemnitz

\* Professur Technische Thermodynamik, Projektgruppe Solarthermie,  
09107 Chemnitz, Tel.: 0371/531-2546, Fax: -2349,  
E-Mail: ulrich.schirmer@hrz.tu-chemnitz.de,  
Internet: <http://www.solarthermie2000.de>

\*\* Professur Technische Thermodynamik, Projektgruppe Solarthermie,  
09107 Chemnitz, Tel.: 0371/531-2463, Fax: -2349,  
E-Mail: thorsten.urbaneck@mb3.tu-chemnitz.de,  
Internet: <http://www.tu-chemnitz.de/~tur>

\*\*\* Professur Technische Thermodynamik, Projektgruppe Solarthermie,  
09107 Chemnitz, Tel.: 0371/531-2342, Fax: -2349,  
E-Mail: thomas.freitag@mbv.tu-chemnitz.de,  
Internet: <http://www.tu-chemnitz.de/mbv/SolTherm>

\*\*\*\* Professur Technische Thermodynamik, Projektgruppe Solarthermie,  
09107 Chemnitz, Tel.: 0371/531-4718, Fax: -2349,  
E-Mail: ulf.niersmann@mbv.tu-chemnitz.de,  
Internet: <http://www.tu-chemnitz.de/mbv/SolTherm>

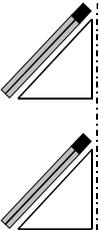
## Ausgangspunkt

Innerhalb des Forschungs- und Demonstrationsprogramms Solarthermie 2000 (Teilprogramm 2) werden große Solaranlagen realisiert und über mehrere Jahre meßtechnisch überwacht. Die meßtechnische Überwachung soll die tatsächliche Funktionsweise zeigen. Um ein breites Wissensspektrum zu erhalten, werden unterschiedliche Systemkomponenten eingesetzt und verschiedene Systemkonzepte sowie Integrationsmöglichkeiten verfolgt.

Bisherige Untersuchungen bestätigen im Bereich der Vakuum-Röhrenkollektoren beispielsweise die hohe spezifische Leistungsfähigkeit [1] und niedrige Kosten für die Aufständering. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Positionierung bzw. Aufständering des Feldes. Mögliche Aufständeringvarianten sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei die Absorberbleche separat gedreht bzw. ausgerichtet werden können.

Mit der Planung und Errichtung wird die Verschattung und Eigenverschattung als leistungsmindernder Einfluß festgelegt. Die Eigenverschattung wird bei Vakuum-Röhrenkollektoren durch die typische Bauweise mit engem Röhrenabstand verursacht. Dies trifft besonders auf die Varianten a1) und a4) in Tabelle 1 zu. Dabei handelt es sich um gerade die gebräuchlichsten Anwendungsfälle: a1) Flachdachauflage der Module mit beschwerenden Elementen und b4) Fassadenintegration der Module. Die Effekte der Eigenverschattung sind in bisherigen Veröffentlichungen nur wenig zur Geltung gekommen. Anhand dieses Beitrages soll auf die Problematik speziell im Zusammenhang mit der Fassadeninstallation aufmerksam gemacht werden. Die Basis für diese Untersuchung bildet das Chemnitzer Studentenwohnheim. Hier kommen die genannten Effekte zum Tragen.

Tabelle 1: Systematisierung gebräuchlicher Aufständungen von direkt durchströmten Vakuum-Röhrenkollektoren

	a) Modul parallel zur Montagefläche		b) Aufständung wie Flachkollektoren
horizontale Fläche, z.B. Flachdach	a1) 		b1) 
geneigte Fläche, z.B. geneigtes Dach	a2) 	a3) 	b2) 
vertikale Fläche, z.B. Fassade	a4) 		b3) 

## Anlage

Ausführliche Informationen zur gesamten Anlage sind unter [2], [3] zu finden. Die Vakuum-Röhrenkollektoren vom Typ Viessmann VitoSol 200 wurden entsprechend der Variante a4) der Tabelle 1 an eine 14° nach Osten gedrehte Fassade des Chemnitzer Studentenwohnheims montiert (Abbildung 1). Neben der Eigenverschattung tritt vormittags eine zusätzliche Verschattung durch einen Gebäudeteil auf (Abbildung 2). Der durch Ertragsverlust erkaufte Vorteil gegenüber einer anderen Aufständung ist ein äußerst attraktives Kollektorfeld mit hohem Demonstrationswert.



Abbildung 1: Fassadenintegration von vier nebeneinanderliegenden Modulreihen



Abbildung 2: typische Verschattungssituation durch den nach Süd-Osten vorgelegerten Gebäudeteil

## Berechnungen zum Ertrag

Zunehmend werden durch Planer als auch durch Ausführende Programme zur Berechnung des solaren Ertrags eingesetzt. Es handelt sich hierbei um einfach zu bedienende Programme, wie z.B. T\*SOL [4]. Ein Nachteil besteht jedoch darin, daß nicht alle auftretende Effekte, wie z.B. Eigenverschattung, berücksichtigt werden. Programme, die leistungsfähiger sind (z.B. TRNSYS [5]), setzen fundierte Kenntnisse voraus und können nicht so effektiv wie diese einfachen Programme gehandhabt werden. Ein Einsatz unter Planungs- und Ausführungsbedingungen bleibt deswegen Spezialisten vorbehalten.

Weiterhin waren innerhalb von Solarthermie 2000 (Teilprogramm 2) als Simulationsprogramm bisher T\*SOL-Varianten bis Version 3 zur Berechnung der garantierten solaren Erträge im Einsatz. Mit der Verfügbarkeit des wesentlich erweiterten T\*SOL 4 ist inzwischen die Objektverschattung darstellbar. Dennoch bleibt die Einschränkung bei der Eigenverschattung zur Zeit bestehen.

Weil in der Planungsphase dieser Anlage T\*SOL 3 eingesetzt wurde, kommt diese Programmversion auch bei den ersten Vergleichsrechnungen zum Einsatz. Unter diesen Randbedingungen erwies sich die Vorgehensweise nach Abbildung 3 optimal.

Zu beachten ist, daß in T\*SOL 3 nur die Globalstrahlung in die Berechnung eingeht. D.h. beim gezeigten Berechnungsverfahren wird vereinfacht die Globalstrahlung wie die direkte Strahlung behandelt. Eine weitergehende Korrektur erscheint auf Grund der nicht offengelegten Modelle in T\*SOL unzweckmäßig. Für weitergehende Untersuchungen ist die Verwendung von komplexeren und offengelegten Programmen, wie z.B. TRNSYS, notwendig. Die Berechnungen zu den direkten und diffusen Strahlungsanteilen zählen zum Standardumfang und können leicht angepaßt werden.

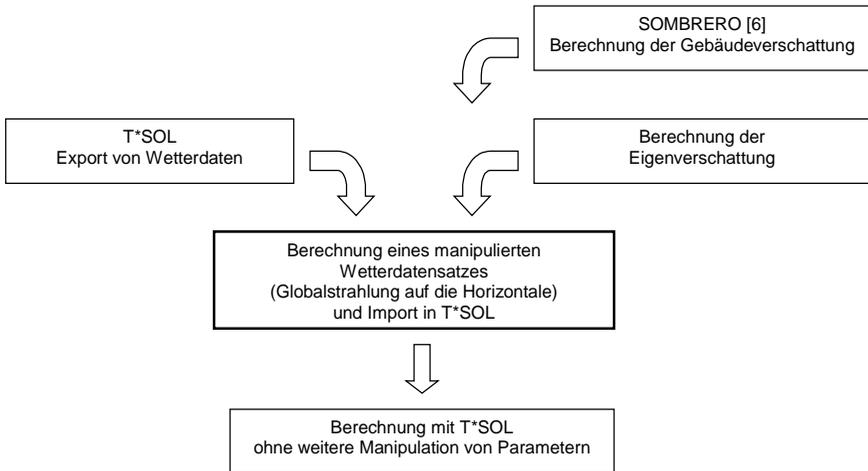


Abbildung 3: Verfahren zur Berücksichtigung des Verschattungseffektes in T\*SOL 3

Die Ergebnisse (Tabelle 2) erster Berechnungen weisen den hohen Einfluß der auftretenden Verschattungseffekte nach. Die Kombination der Verschattungseffekte tritt deutlich durch die Verringerung des solaren Deckungsanteiles auf 68 % des ursprünglich berechneten Wertes hervor. Hier für sind folgende Sachverhalte zu nennen:

- Gebäudeverschattung vormittags (im Gegensatz zur abnehmenden Eigenverschattung bei sinkendem Höhenstand der Sonne),
- Eigenverschattung bei hohen Sonnenstandswinkeln (für Studentenwohnheime mit sommerlicher Teilauslastung eigentlich positiv).

Weitergehende Arbeiten werden auf die wichtigen Verschattungseffekte unter Beachtung des realen Anlagenverhaltens eingehen. Neben der Erweiterung von Berechnungsverfahren ist die Einbindung von Meßergebnissen ein wichtiger Bestandteil der Untersuchungen. Das Ziel besteht darin, verbesserte bzw. abgesicherte Aussagen über die beschriebene Problematik treffen zu können.

Tabelle 2: Ergebnisse zur Ertragsminderung durch Verschattung auf der Basis von T\*SOL 3 und eigenen Anpassungen sowie unter Verwendung von [7]

	ursprüngliche Auslegung (Referenzfall)	mit Berücksichtigung der Eigenverschattung	mit Berücksichtigung der Gebäudeverschattung	mit Berücksichtigung beider Verschattungsarten
Korrektur nach Abbildung 3	nein	ja	ja	ja
Strahlung auf die Kollektorfläche in MWh/a	111	97	89	76
solarer Deckungsanteil in %	28	24	23	19
Ertrag bezogen auf den Referenzfall in %	100	86	82	68

## Dank

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit im Rahmen des Forschungs- und Demonstrationsvorhabens Solarthermie 2000 gefördert (Förderkennzeichen 0329601K). Besonderer Dank gilt dem Projektträger Jülich für die Unterstützung des Vorhabens.

## Quellen

- [1] Urbaneck, T.; Schirmer, U.: Großanlage mit Vakuumröhrenkollektoren – Eine Leistungsbestimmung, 12. Symposium „Thermische Solarenergie“, 2002, Staffelstein, Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI), Regensburg (Hrsg.), Tagungsband, S. 183-189, ISBN 3-934681-20-4
- [2] <http://www.solarthermie2000.de>
- [3] Schirmer, U.; Göring, J.; Freitag, T.; Urbaneck, T.: Studentenwohnheim Chemnitz – Fassadenintegration von Vakuumröhrenkollektoren, 11. Symposium „Thermische Solarenergie“, Staffelstein, 2001, Tagungsband, S. 444 – 447, Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI), Regensburg, (Hrsg.), ISBN 3-934681-05-0
- [4] Dr.-Ing. Gerhard Valentin + Partner GbR: T\*SOL 3 und 4, Programm zur Simulation und Auslegung thermischer Solaranlagen, Köpenicker Str. 9, D-10997 Berlin
- [5] Klein, S. A. et. al.: TRNSYS - A transient system simulation program. Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin--Madison, Madison, WI 53706 USA, 1994
- [6] Eicker, A.; Niewianda, A.; Clemens, J.: Sombbrero Schattenberechnung, Universität- Gesamthochschule Siegen, Heidt, F. D (Hrsg.)
- [7] Baier, S.: unveröffentlichte Arbeit, Technische Universität Chemnitz, 2003