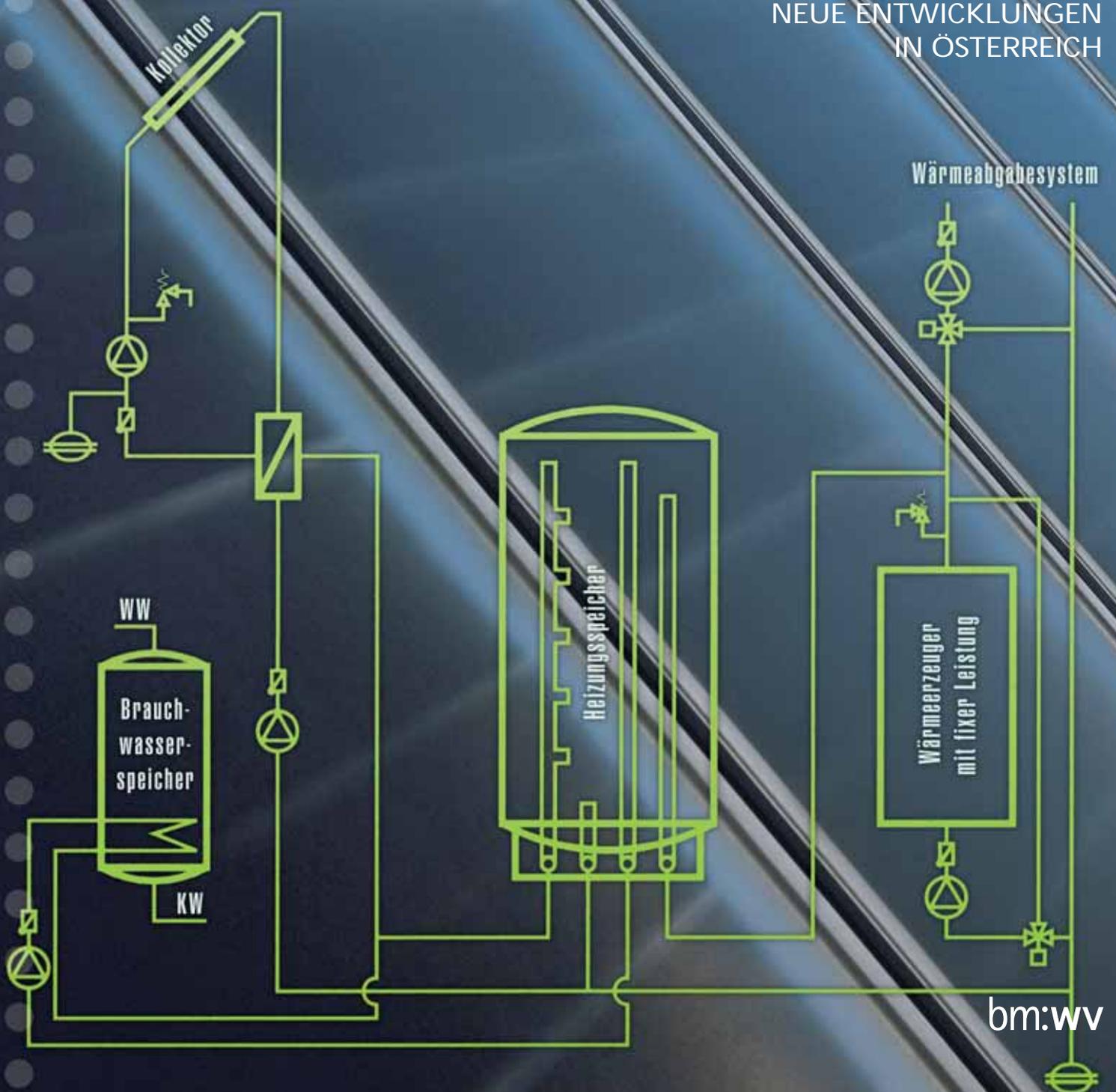


## HEIZEN MIT DER SONNE

TEILSOLARE RAUMHEIZUNG &  
SOLARANLAGEN MIT SCHICHTSPEICHER  
IM LOW FLOW BETRIEB

NEUE ENTWICKLUNGEN  
IN ÖSTERREICH



## TEILSOLARE RAUMHEIZUNG - ZIELSETZUNGEN DES PROJEKTS

*Österreich liegt bei der Nutzung der Solarenergie  
mittels thermischer Kollektoren im Spitzenfeld der Mitgliedstaaten  
der Europäischen Union*

■ Im Jahr 1995 erreichte die in Österreich installierte Solarkollektorfläche zur thermischen Energiegewinnung 1,2 Millionen Quadratmeter. Etwa ein Viertel der gesamten Kollektorfläche besteht aus Kunststoffabsorbern, die für die Schwimmbeckenerwärmung zum Einsatz kommen. Die restlichen 75 % der Kollektorfläche dienen zum überwiegenden Teil zur Warmwasserbereitung in Ein- und Mehrfamilienhäusern. Diese thermischen Solaranlagen für die Brauchwasserbereitung sind heute ausgereift und technisch zuverlässig. Aufgrund des hohen technischen Standards dieser Anlagen gewinnt nun auch die Möglichkeit, die Sonnenenergie zur Raumheizung zu nutzen, zunehmend an Attraktivität. In Österreich wurden in den letzten Jahren bereits zahlreiche Einfamilienhäuser mit Anlagen zur teilsolaren Raumheizung ausgestattet.

Da die Dimensionierung solcher Anlagen wesentlich umfangreichere Kenntnisse voraussetzt als die reine Brauchwasserbereitung, wurde auf Initiative des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr im Rahmen einer Bund/ Bundesländerkooperation ein Forschungsprojekt zum Thema „Teilsolare Raumheizung“ in Auftrag gegeben. In dem von der ARGE Erneuerbare Energie durchgeführten Projekt wurden die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für die solare Raumheizung untersucht und verschiedene Anlagenkonzepte dokumentiert und bewertet.

Zunächst wurde eine umfassende Anlagenerhebung vorgenommen. Neun Anlagen, die mit thermischen Solaranlagen zur Raumheizung ausgestattet sind, wurden ausgewählt und 1994 mit einer entsprechenden Meßtechnik versehen. In den Heizperioden 1994/95 und 1995/96 wurden die Daten der

neun Anlagen erfaßt und ausgewertet. Nach der ersten Heizsaison konnten die gewonnenen Erkenntnisse bereits umgesetzt werden. An einigen Anlagen nahm man Adaptierungen vor, sodaß in der zweiten Heizperiode schon einige Verbesserungen erzielt werden konnten.

Die Meßergebnisse dokumentieren, daß es möglich ist, Heizungsanlagen effizient mit thermischen Solaranlagen zu unterstützen. Sie zeigen aber auch, daß der solare Gesamtdeckungsgrad ganz wesentlich von der Qualität der Hydraulik, der Wärmedämmung der Speicher und der Rohrleitungen abhängt. Bei unzureichender Speicherdämmung und mangelhafter Hydraulik können die erwarteten solaren Deckungsgrade erheblich unterschritten werden.

Im Anschluß an die Messungen wurden sämtliche Daten ausgewertet und Kennzahlen gebildet, die allgemeine Aussagen und Bewertungen ermöglichen. Diese Auswertungen bilden die notwendigen Grundlagen für die Planung und Dimensionierung solcher Anlagen. In einem Planungshandbuch wurden diese Ergebnisse sowie technische Grundlagen und praktische Ausführungsdetails festgehalten.

Eine weitere Dimensionierungshilfe bildet das **Computersimulationsprogramm SHW**, das im Rahmen dieses Projekts unter Zuhilfenahme der ermittelten Meßdaten entwickelt wurde.

Mit diesem Programm können Jahresimulationen von Sonnenenergieanlagen für Warmwasser und Raumheizung in Abhängigkeit von Klimadaten eines bestimmten Ortes und den verschiedenen Anlagenparametern durchgeführt werden. Ein wichtiger Teil der Arbeit

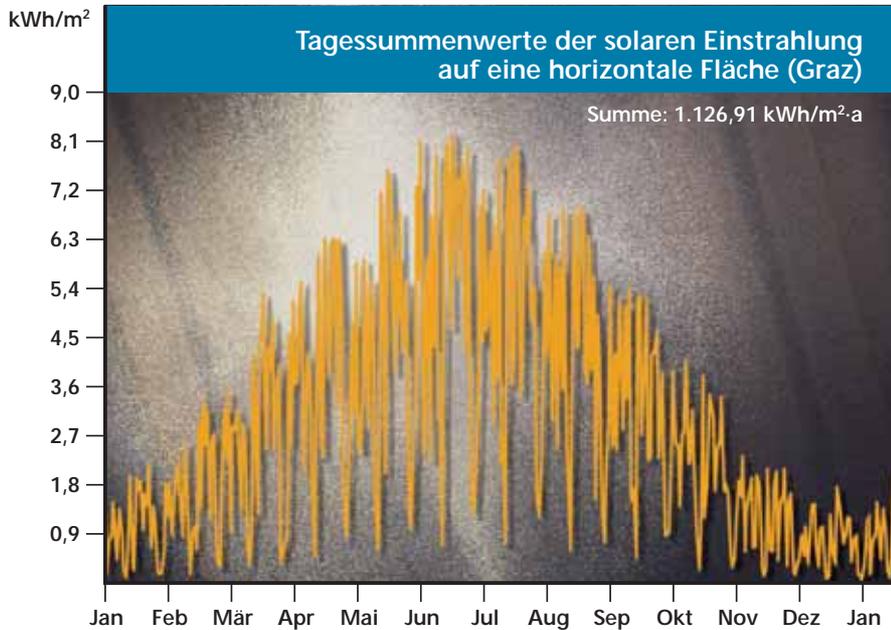


bestand auch in der Überprüfung und Verbesserung des Programms aufgrund der neu gewonnenen Meßergebnisse. Bei der Mehrzahl der Anlagen zeigte sich eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse mit den Simulationen. Mit dem Handbuch „HEIZEN MIT DER SONNE“ und dem Simulationsprogramm SHW wurde eine zuverlässige Planungshilfe für die Voraussage von Erträgen von Solaranlagen zur teilsolaren Raumheizung geschaffen.

### **SHW - Simulationsprogramm für solare Brauchwasserbereitungs- und Heizungssysteme**

*Das Programm entstand in den Jahren 1993 - 1995 am Institut für Wärmetechnik der TU Graz zur Unterstützung mehrerer Forschungsprojekte. Mit dem in FORTRAN geschriebenen Programm können Solaranlagen zur Warmwasserbereitung, zur kombinierten WW-Bereitung und (teilsolaren) Heizung und zur Speisung von Fernwärmenetzen berechnet werden. Als Eingabe wird ein ASCII Eingabedatensatz verwendet, die Ausgabe erfolgt ebenfalls über einen solchen Datensatz. Diese Datensätze können mit beliebigen Editoren, Schreibprogrammen oder Tabellenkalkulationen erstellt und ausgewertet werden. Das Programm wurde an drei verschiedenen teilsolaren Heizungsanlagen von Einfamilienhäusern validiert und zeigte gute Übereinstimmungen mit den Messungen (Stundenmittelwerte relevanter Temperaturen und Energien jeweils über drei Wochen).*

Info: Dr. Wolfgang Streicher  
Institut für Wärmetechnik TU Graz  
Inffeldgasse 25, A-8010 Graz  
e-mail: streiche@iw.tu-graz.ac.at



## RAHMENBEDINGUNGEN FÜR SOLARE RAUMHEIZUNG

### VORAUSSETZUNGEN

Die Heizperiode dauert in Österreich von September bis Mai, ca. 5000 Heizbetriebsstunden. Die Grafik zeigt die Tagessummen der Globalstrahlung auf die horizontale Fläche in Graz für ein Normklimajahr. Zu Beginn und am Ende der Heizperiode ist die Sonneneinstrahlung relativ hoch; es zeigen sich aber auch starke witterungsbedingte Schwankungen der Einstrahlung über Tage, Wochen und den Jahresverlauf. Bei der Planung eines neuen Gebäudes sollte bei der Standortauswahl auf die Form und Zonierung des Hauses geachtet werden. Am gleichen Standort erhalten südlich exponierte Lagen im Winter 10 bis 30 % mehr Globalstrahlung als nördlich geneigte Hänge. Weitere wichtige Voraussetzungen für solare Heizsysteme sind die gute Wärmedämmung des Gebäudes und die passive Nutzung der Sonnenenergie. Bei bestehenden Gebäuden ist in dieser Hinsicht als erster Schritt fast immer eine Sanierung zweckmäßig.

Ideale Voraussetzungen für solares Heizen bieten Niedrigenergiehäuser mit einem Jahresheizwärmebedarf unter

70 kWh/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Der Heizenergiebedarf von Niedrigenergiehäusern liegt zwischen 30 und 50 % unter dem derzeitigen Neubaubestand. Zahlreiche Beispiele und Studien zeigen bereits, daß diese Gebäude bei guter Planung keine oder nur geringe Mehrkosten verursachen.

Niedertemperatur-Wandheizsysteme in Kombination mit Fußbodenheizungen sind aufgrund der geringen erforderlichen Vorlauftemperaturen besonders gut geeignet für solares Heizen. Die mittlere Vorlauftemperatur bei Niedertemperatur-Unterputz-Wandheizsystemen liegt während der Heizperiode unter 30° C. Dieses Temperaturniveau kann von der Solaranlage selbst bei geringen Einstrahlungen im Winter erreicht werden. Die Heizelemente für diese Systeme werden aus Kupfer- oder Kunststoffrohren gefertigt und vorzugsweise an den Außenwand-Innenseiten des Gebäudes angeordnet. Bei gut gedämmten Gebäuden reichen diese Flächen in der Regel immer aus, um den erforderlichen Wärmebedarf zu decken.



### SYSTEMKONZEPTE

Um jahreszeitliche und witterungsbedingte Schwankungen von Einstrahlung und Außentemperatur ausgleichen zu können, bedarf es eines Energiespeichers. Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob man das Gebäude ausschließlich solar beheizen möchte oder ob die Solaranlage die konventionelle Heizung nur unterstützen soll („Teilsolare Raumheizung“).

Einige bereits realisierte Anlagen zeigen, daß es prinzipiell möglich ist, Wärme in großen Wasserspeichern vom Sommer in den Winter hinüber zu speichern und so allein mit der Sonnenenergie auszukommen. Hinsichtlich der Kosten werden Solaranlagen mit Saisonspeicher aber erst im Bereich von Großanlagen in Kombination mit Nahwärmenetzen interessant, da hier die Speicherkosten mit der Größe stark abnehmen.

Unter dem wirtschaftlichen Aspekt ist das Konzept der „teilsolaren Raumheizung“ unter Einsatz von Kollektorf lächen zwischen 20 und 40 m<sup>2</sup> in Verbindung mit Kurzzeitspeichern zielführender. Mit Hilfe dieser Heizenergiespeicher in einer Größenordnung zwischen 1 und 5 m<sup>3</sup> können die Schwankungen von Energieangebot und -nachfrage über einige Tage ausgeglichen und überbrückt werden. Die Größe wird einerseits von der gewünschten solaren Deckung, andererseits aber auch vom vorhandenen Zusatzheizsystem bestimmt.

## Projektübersicht

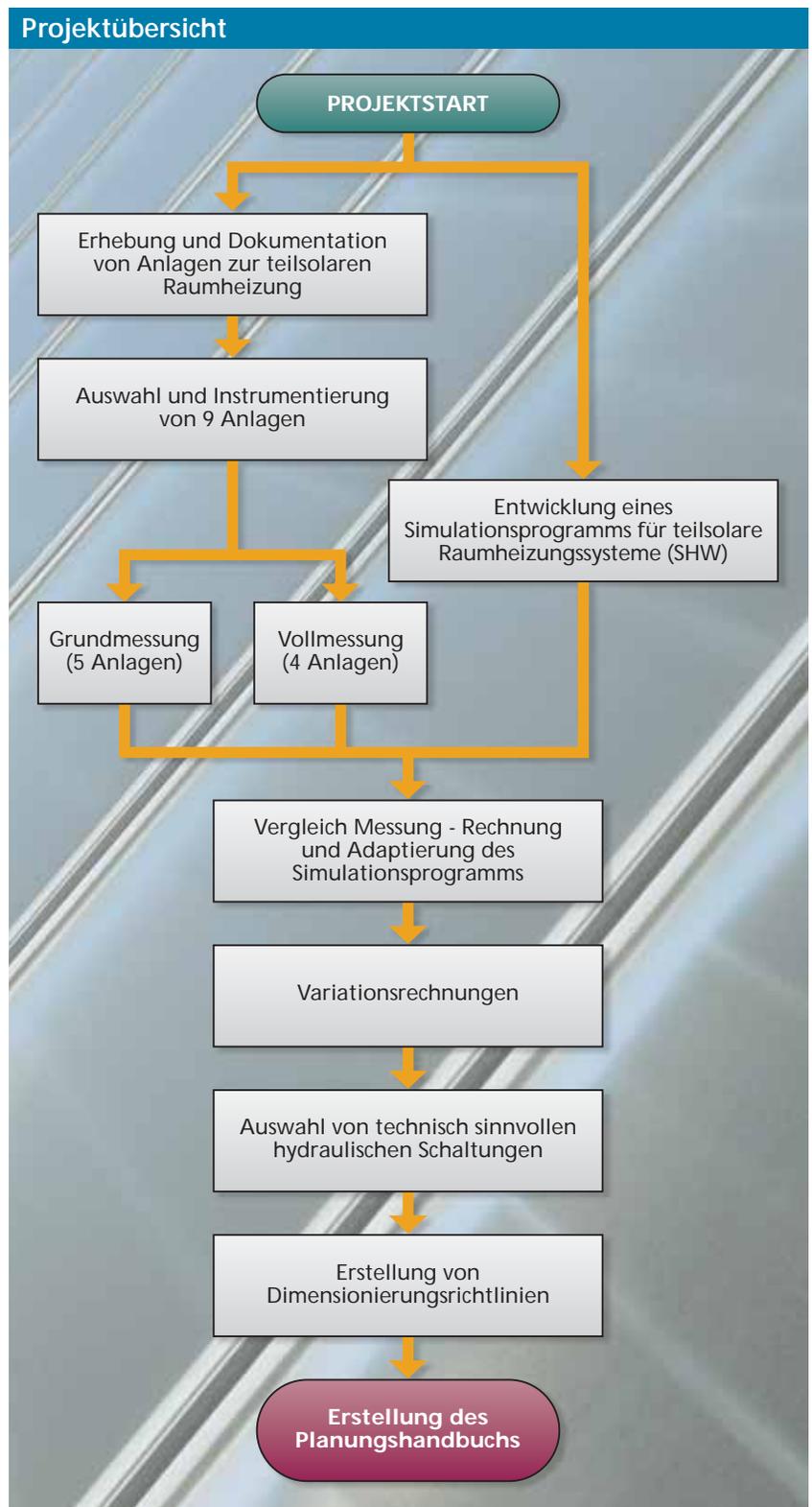
### PROJEKTERGEBNISSE

Das Erhebungsgebiet beschränkte sich (bedingt durch die Auftraggeber des Projekts) auf die Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg und Steiermark.

Im Jänner 1994 wurden alle Betreiber und Anbieter für teilsolare Raumheizungssysteme kontaktiert und mittels eines Fragebogens die wichtigsten Eckdaten der Anlagen erhoben. So sollten möglichst alle am Markt angebotenen Konzepte, die über Solartechnikfirmen oder Selbstbaugruppen errichtet wurden, erfaßt werden. 48 Betreiber und Firmen retournierten ihre Anlagenbeschreibungen. Danach wurden neun Anlagen ausgewählt und mit einer entsprechenden Meßtechnik ausgerüstet.

Bei der Auswahl wurde vor allem darauf geachtet, daß möglichst unterschiedliche Anlagenkonzepte vertreten sind. So wurden sowohl Anlagen mit Zwei- und Mehrspeicherkonzepten als auch Einspeicheranlagen mit externer Warmwasserbereitung über einen Plattenwärmetauscher oder Schichtspeicher in Verbindung mit Low-Flow-Systemen in die Untersuchung einbezogen. Auch hinsichtlich der thermischen Qualität der Gebäudehülle sind die ausgewählten Beispiele sehr unterschiedlich. Anlagen, die weniger als 16 m<sup>2</sup> Kollektorfläche aufweisen, wurden wegen ihres geringen Anteils an der für die Raumheizung zu gewinnenden Energie, nicht berücksichtigt.

Bei den meisten Anlagen zeigte sich eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse mit den Simulationen. Die erwarteten Ergebnisse konnten bei allen neun vermessenen Anlagen bestätigt werden. Es zeigte sich, daß relevante Heizenergiebeiträge dann erreicht werden können, wenn die Gebäudeheizlast unter 10 kW liegt und ein Niedertemperaturabgabesystem vorhanden ist. Je besser das Gebäude



wärmedämmung ist, desto größer fällt der solare Deckungsgrad aus. Verallgemeinernd kann gesagt werden, daß in Abhängigkeit von der Kollektorfläche (20 bis 40 m<sup>2</sup>) und dem Speichervolumen (1 - 3 m<sup>3</sup>) bei Einfamilienhäusern solare Gesamtdeckungsgrade (Heizung und Warmwasser) zwischen 20 und 45 % erreicht werden können. Für solare Raumheizungseinbindungen wurden verschiedene Kenngrößen wie

elektrische Arbeitszahlen, spezifische Kollektorbeiträge und solare Deckungsgrade nach verschiedenen Definitionen eingeführt und berechnet. Die elektrischen Arbeitszahlen liegen bei Werten um 40, die spezifischen Kollektorbeiträge im Durchschnitt der neun Anlagen bei 260 kWh/m<sup>2</sup>a.

## SOLARANLAGEN MIT SCHICHTSPEICHER IM LOW FLOW BETRIEB

„Hinsichtlich der steigenden Zuwachsraten an installierter thermischer Solarkollektorfläche und des Potentials zur Verbesserung von Solarsystemen kann für Low Flow ein großer Marktanteil prognostiziert werden.“

■ Seit 1990 sind in Österreich beträchtliche jährliche Zuwachsraten an installierter thermischer Solarkollektorfläche zu verzeichnen; während zu Beginn der 90er Jahre noch rund 80.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche jährlich installiert wurden, waren es 1995 schon 200.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, die neu hinzukamen. Die Zuwachsraten liegen nicht nur im Einfamilienhausbereich zur Warmwasserbereitung, sondern zeigen sich auch bei teilsolaren Raumheizungsanlagen. Auch im Bereich größerer thermischer Solaranlagen, wie etwa im kommunalen Wohnbau, bei Krankenhäusern und Altersheimen sowie bei Beherbergungsbetrieben zeigt die Verbreitung von Brauchwasseranlagen eine steigende Tendenz. Mit dem Wachsen des Marktes geht die Weiterentwicklung der angebotenen Systeme einher, die eine Steigerung der Erträge von solarthermischen Anlagen und eine Reduktion der Investitionskosten zum Ziel hat.

Eine spezielle Art Solarkollektoren zu betreiben, stellt das „Low Flow Prinzip“ dar. Diese neue Konzeption ist seit Beginn der 90er Jahre Gegenstand von Untersuchungen. Im Auftrag des Bun-

desministeriums für Wissenschaft und Verkehr ist nun die Studie „Solaranlagen mit Schichtspeicher im Low Flow Betrieb“ von der ARGE Erneuerbare Energie erstellt worden. Diese Arbeit zeigt die dem Low Flow Betrieb zugrunde gelegten physikalischen Bedingungen auf und gibt einen Überblick über die am Markt erhältlichen Systeme.

Konventionell betriebene Anlagen (High Flow Betrieb) werden mit spezifischen Kollektormassenströmen von 35-70 kg/m<sup>2</sup>h betrieben. Die Temperaturdifferenz zwischen Kollektorvorlauf und Kollektorrücklauf liegt dabei innerhalb eines Bereichs von 15 K. Das Speichervolumen wird, gleichmäßige Einstrahlung vorausgesetzt, langsam bei jedem Kollektordurchlauf erwärmt, so wird das gewünschte Temperaturniveau relativ langsam erreicht. Bei Low Flow Anlagen fließen wesentlich geringere spezifische Kollektormassenströme von nur etwa 8-18 kg/m<sup>2</sup>h durch die Kollektoren. Der dadurch entstehende Temperatursprung zwischen Kollektorvorlauf und Kollektorrücklauf ist wesentlich höher, wobei die Vorlauftemperatur bereits Nutz-

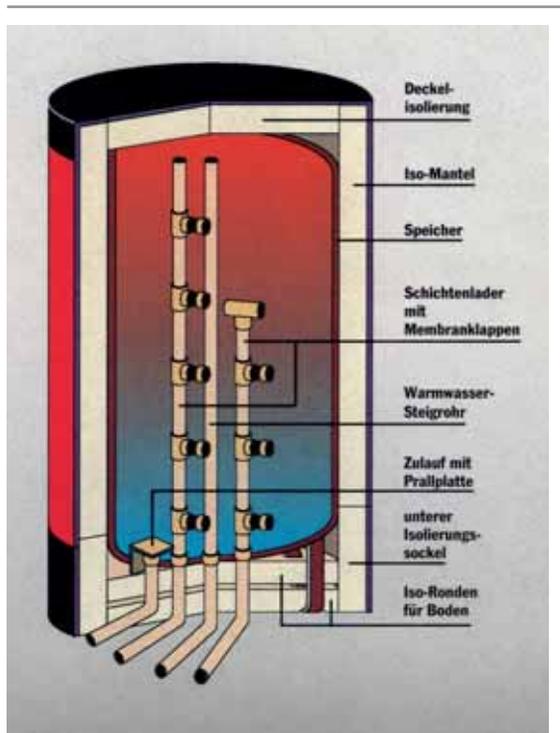
temperaturniveau erreichen sollte. Um diese rasche Verfügbarkeit der Energie für den Verbraucher zu erhalten, werden in Low Flow Anlagen die Speicher über sogenannte

Schichtladesysteme, temperaturorientiert beladen. Die hierfür am Markt erhältlichen Produkte reichen von elektrisch gesteuerten Ventilsystemen bis zu schwerkraftbewegten Membranklappen.

Sowohl die neue Studie als auch die Erfahrungen bei der Umsetzung von Solaranlagen zeigen, daß die Low Flow Technologie aufgrund folgender Vorteile ein großes Umsetzungspotential erwarten läßt:

- Reduktion der Investitionskosten durch kleinere Rohrquerschnitte und kleinere Umwälzpumpen.
- Einsparung von Pumpenergie durch die kleinere Umwälzpumpe.
- Reduktion der thermischen Verluste durch die minimierte Rohrleitungsoberfläche.
- In Abhängigkeit des Anwendungsfalles und der Systemdimensionierung können Deckungsgradsteigerungen bis zu 10 % erreicht werden.
- Die Systemtechnik kann durch die temperaturorientierte Speicherladung sehr einfach gehalten werden.

Allerdings stellt der Low Flow Betrieb neue Anforderungen an die einzelnen Anlagenkomponenten wie Speicher, Umwälzpumpe, Wärmetauscher oder Kollektorverschaltung. Ebenso müssen geeignete Dimensionierungswerkzeuge für die Komponenten gefunden werden. In diesen Bereichen besteht ein großer Bedarf an neuen Entwicklungen.



### Schnitt durch den Pufferspeicher „Stratos“ (Solvis, 1995)

Der „Stratos“-Energiespeicher ist mit einer speziellen Speicherbeladevorrichtung, dem Solvis Schichtenlader ausgestattet, der das solar erwärmte Medium direkt in die Schicht gleicher Temperatur führt. Die selbstregelnde Beladevorrichtung ermöglicht die Einschichtung verschiedener Wassertemperaturen in unterschiedliche Speicherhöhen. Der Schichtenlader besteht aus einem Polypropylen-Rohr, das oben offen ist und durch mehrere Auslässe mit weichen Silikonmembranklappen so verschlossen ist, daß kein Speicherwasser in das Rohr zurückströmen kann.

# HEIZEN MIT DER SONNE - PLANUNGSHANDBUCH FÜR SOLARE HEIZUNGSSYSTEME

■ Die Sonnenenergie wird in der Energieversorgung Österreichs langfristig nur dann eine bedeutende Rolle spielen können, wenn diese Energieform auch für die Beheizung von Gebäuden genutzt wird. Der Anteil der Raumwärme liegt in Österreich bei rund 380 PJ, was ca. 40 % des gesamten Endenergieeinsatzes in Österreich entspricht. Dieser wird zur Zeit hauptsächlich durch fossile Energieträger (Öl, Gas und Kohle) gedeckt. Durch die Initiative privater Bauträger konnten in den vergangenen Jahren in Österreich von einigen Solartechnikunternehmen und der ARGE Erneuerbare Energie die ersten Anlagen für solare Raumheizung in Einfamilienhäusern realisiert werden. Zur Unterstützung weiterer Vorhaben

auf diesem Gebiet wurde im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein Planungshandbuch erstellt, in dem sämtliche Erkenntnisse aus dem Projekt in Form von Planungsempfehlungen festgehalten wurden. Im Handbuch „Heizen mit der Sonne“ werden die wichtigsten technischen und baulichen Grundlagen für solare Heizungssysteme beschrieben und praxisbezogene Details zur Ausführung solcher Anlagen gegeben. Beispiele von bereits realisierten Anlagen veranschaulichen die technischen Erläuterungen. Das Handbuch bildet

darüber hinaus in Verbindung mit dem oben beschriebenen Simulationsprogramm SHW ein wichtiges anwenderfreundlich gestaltetes Werkzeug zur Abschätzung des erreichbaren Jahresdeckungsgrades von solarunterstützten Raumheizungsanlagen.



## Z A H L E N / D A T E N / F A K T E N

### PROJEKTTRÄGER

Das Projekt „Teilsolare Raumheizung“ ist als Forschungsauftrag im Rahmen der Bund/Bundesländerkooperation auf dem Gebiet der Rohstoff-, Energie- und Umweltforschung entstanden.

Auftraggeber waren das BMWV und das BMU sowie die Ämter der STMK. Landesregierung, der Salzburger Landesregierung, der NÖ. und der OÖ. Landesregierung, durchgeführt wurde das Projekt von der ARGE Erneuerbare Energie.

**Projektleitung:** Ing. Werner Weiß, DI Michael Eder, Ing. Christian Fink  
Beteiligt war auch die Arbeitsgemeinschaft Wärmetechnik der TU Graz (DI Dr. Wolfgang Streicher)

Die Studie „Solaranlagen mit Schichtspeicher im Low Flow Betrieb“ wurde im Auftrag des BMWV von der ARGE Erneuerbare Energie erstellt.

**Projektleitung:** DI Michael Eder, Ing. Christian Fink

### PUBLIKATIONEN

**Endbericht zum Projekt  
TEILSOLARE RAUMHEIZUNG**  
ARGE Erneuerbare Energie,  
Gleisdorf 1996

**Endbericht zum Projekt  
SOLARANLAGEN MIT SCHICHT-  
SPEICHER IM LOW FLOW BETRIEB**  
ARGE Erneuerbare Energie,  
Gleisdorf 1996

**HEIZEN MIT DER SONNE  
Planungshandbuch für solare  
Heizungssysteme**  
ARGE Erneuerbare Energie,  
Gleisdorf 1997

**TEILSOLARE RAUMHEIZUNG  
Auslegung und hydraulische  
Integration**  
Habilitation Dr. Wolfgang Streicher  
Institut für Wärmetechnik TU Graz

erhältlich bei:  
Arbeitsgemeinschaft  
Erneuerbare Energie  
A-8200 Gleisdorf, Gartengasse 5

### IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte im Rahmen des Leitschwerpunktes „Zukunftsfähige Energie- und Umwelttechnologie“ des BMWV. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr; Abteilung für Presse und Dokumentation, Leiter: Dr. W. Fingernagel; A-1014 Wien, Minoritenplatz 5. Inhaltliche Koordination: Abteilung für technologiebezogene Energie- und Umweltforschung, Leitung: Dipl. Ing. M. Paula. Fotos und Grafiken: ARGE Erneuerbare Energie.

Redaktion: Projektfabrik, A-1020 Wien, Große Stadtgutgasse 21.

Gestaltung: Grafik Design Wolfgang Bledl. Herstellung: AV-Druck, A-1140 Wien, Sturzgasse 1A.

► FORSCHUNGSFORUM erscheint mindestens vierteljährlich und kann kostenlos abonniert werden bei:  
Projektfabrik Postfach 152, A-1021 Wien. FORSCHUNGSFORUM im Internet: <http://www.bmwf.gv.at/7forsch/ffeuv/home.htm>