

## REPORT WP2.D6 Presentations and publications

Dissemination status: Public

Author: Jan Schindl

Reviewer: Hubert Fechner, arsenal research

June 2007

### CONTENTS

#### SUMMARY OF PRESENTATIONS AND PUBLICATIONS

### SUMMARY

To draw the attention of stakeholders to the results that were elaborated within the NEGST project, presentations and publications were prepared at major solar thermal events of national and international dimension.

Apart from the workshops in Austria, Greece and Sweden that are described in WP2.D2, results of work package 2 were presented at

- "17. Symposium Thermische Solarenergie" in Bad Staffelstein, Germany
- European Solar Thermal Energy Conference (ESTEC) 2007 in Freiburg, Germany
- NEGST workshop in the framework of the INTERSOLAR trade fair 2007 in Freiburg, Germany.

Papers on standardised system concepts for collective solar thermal systems were published in the proceedings of the conferences

- "17. Symposium Thermische Solarenergie" in Bad Staffelstein, Germany
- European Solar Thermal Energy Conference (ESTEC) 2007 in Freiburg, Germany

Details and further minor presentations and publications are summarized in this report.

<b>Presentation</b>	Presentation on system concepts for collective solar thermal systems at the general assembly of the Austrian solar thermal association
<b>Date</b>	November 27 <sup>th</sup> , 2006
<b>Location</b>	Salzburg, Austria
<b>Details</b>	arsenal research was to speak about large solar thermal applications, in particular about the quality assurance of these systems, in front of the general assembly of the Austrian solar thermal association. Besides results from other projects, an overview on the NEGST results on standardised system design and the outcomes of the survey amongst technical stakeholders on barriers for the dissemination of large solar thermal systems was presented.

<b>Presentation</b>	Presentation on WP 2 outcomes at the SOLARGE expert workshop
<b>Date</b>	February 9 <sup>th</sup> , 2007
<b>Location</b>	Strasbourg, France
<b>Details</b>	arsenal research had the possibility of presenting work and outcomes of work package 2 at an international expert workshop, that was initiated within the project "SOLARGE". SOLARGE is an IEE funded European co-operation project to open up markets for large collective solar thermal systems for multi-family buildings, hotels, public and social buildings. Unfortunately, due to the illness of the presenter at the dedicated date, the presentation had to be cancelled. Anyway, it is included in the documentation of the workshop on the project website <a href="http://www.solarge.org">www.solarge.org</a> .

<b>Presentation Publication</b>	Poster-presentation on NEGST results on standardised system concepts for collective solar thermal systems at "Otti 17. Symposium Thermische Solarenergie"
<b>Date</b>	May 10 <sup>th</sup> , 2007
<b>Location</b>	Bad Staffelstein, Germany
<b>Details</b>	Being the largest German-speaking expert event, the annual conference in Bad Staffelstein was used as a platform to present a poster with the NEGST results on standardised system concepts for collective solar thermal systems across Europe. arsenal research prepared the poster, the paper for the proceedings and held the oral presentation for an audience of 500 mainly German-speaking experts.

<b>Presentation Publication</b>	Presentation on standardised system concepts for collective solar thermal systems at the European Solar Thermal Energy Conference (ESTEC) 2007
<b>Date</b>	June 20 <sup>th</sup> 2007
<b>Location</b>	Freiburg, Germany
<b>Details</b>	The ESTEC is the largest international solar thermal conference and represents the perfect platform to present results for an international audience of experts. arsenal research prepared an oral presentation and the paper for the conference proceedings on standardised concepts for collective solar thermal systems. The presentation was chosen to be presented prominently in the official ESTEC newsletter that was sent out prior to the conference for the announcement of the conference to a large number of stakeholders worldwide.

<b>Presentation</b>	Presentation on WP 2 outcomes at the NEGST workshop in the framework of the INTERSOLAR trade fair 2007
<b>Date</b>	June 22 <sup>nd</sup> 2007
<b>Location</b>	Freiburg, Germany
<b>Details</b>	Using the opportunity to have acceptance to the gathered solar thermal industry at the largest solar thermal trade fair (INTERSOLAR) in Freiburg, a special NEGST workshop was organized by ITW to present the collected results of the project. One presentation was held by arsenal research on the outcomes of work package 2, especially the overview on standardised system concepts across Europe.

<b>Article</b>	Reference to the WP2 outcomes on the NEGST website in the special INTERSOLAR edition of the magazine "Sonne, Wind und Wärme"
<b>Date</b>	June 2007
<b>Details</b>	In an article on large solar thermal applications, the German magazine included a reference to the WP2 outcomes on the NEGST website.

### Guaranteed Solar Results Help Develop Markets in Eastern Europe

Since its start on the 1st of January 2006, the 36 month EAST-GSR project has aimed to encourage the emergence of a sustainable solar thermal market in Bulgaria, Poland, Romania, the Slovak Republic and Slovenia by taking advantage of the Guaranteed Solar Results (GSR) quality approach. Experiences from Austria, France, Germany and Greece will help this process along.

Analyses of the current situation of the national solar thermal markets and development perspectives in each East European partner country are almost finalised, as are the GSR Charter adaptations. The according reports will soon be available on the project website. Several existing sites have already been identified and one site per country will be selected as pilot project in order to implement a telemonitoring system. The performance follow up should prove the reliability of the system and should in turn increase public confidence in solar thermal technologies. The next step is to complete pre-feasibility studies on potential new sites.

**As one of the key issues is to promote the GSR quality concept approach, proactive networking, training activities and the dissemination of information are organised in order to strengthen the confidence of all concerned stakeholders and to attract potential new clients and investors.**

For further information, please visit [www.solareast-gsr.net](http://www.solareast-gsr.net)



Balchik, Bulgaria, solar collectors on the roof of a hotel

### Survey Concerning Standardized Concepts for Solar Thermal Systems

Concepts for hydraulic systems in solar thermal installations with an output of more than 35 kW (50 square metres of collector surface area) have been studied by the EU-project NEGST. During the European Solar Thermal Energy Conference estec2007, the project coordinator Jan Schindl of the Austrian research centre, arsenal research, will present the results collected by the experts within NEGST.

For this project, good practice systems in Austria, Germany, Greece, the Netherlands, Norway, Spain and Sweden were examined and experts were interviewed regarding their experience with various system concepts.

Although quality control measures have been identified as indispensable for long-term market development, the study also shows that they are hardly in place. NEGST will therefore present selected solutions that have been proposed. Additionally, the project will provide a collection of technical guidelines and field reports.



Seite 1

### Imprint and Contact Information

#### Bundesverband Solarwirtschaft e.V.

German Solar Industry Association  
Stralauer Platz 34  
10243 Berlin  
GERMANY  
Tel: +49 30 29 777 88 0  
Fax: +49 30 29 777 88 99  
Web: [www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de)

For issues concerning **Organisation, registration, sponsoring, media relationship** please contact [doeffinger@estec2007.org](mailto:doeffinger@estec2007.org)  
For issues concerning **Programme Committee, speakers, contents** please contact [info@estif.org](mailto:info@estif.org)

**Disclaimer:** The sole responsibility for the content of this website lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

**Unsubscribe:** If you want to stop receiving this newsletter you can unsubscribe [here](#).

Conference Of



European Solar  
Thermal Industry  
Federation  
ESTIF

Organized by



German Solar  
Industry  
Association  
BSW-Solar

In co-operation with



inter  
solar 2007  
Europe's largest solar trade fair

Supported by



Conference Sponsors: Gold Sponsors



Silver Sponsors



Figure 1: Clipping of the ESTEC 2007 newsletter featuring the announcement of the WP2 presentation



Figure 2: Clipping of the article in the German magazine "Sonne, Wind und Wärme" with a reference to the results of NEGST WP2



## Results from FP6 coordinate action „NEGST“

### Work package 2: Standardised system concepts for large solar thermal systems

Jan Schindl, arsenal research  
SOLARGE – European expert workshop on collective solar thermal systems  
Strasbourg, France, 8-9 Feb. 2007

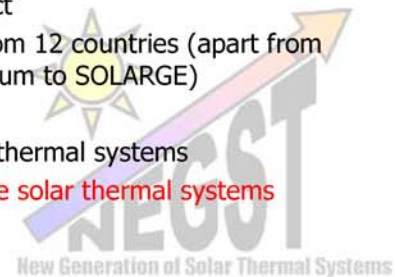


Renewable Energy Technologies



## NEGST (new generation of solar thermal systems)

- EU funded coordinate action project
- Participants from 18 institutions from 12 countries (apart from ECOFYS no overlapping of consortium to SOLARGE)
- Investigations on
  1. New generation of small solar thermal systems
  2. Standardised concepts for large solar thermal systems
  3. Building integration
  4. Standards
  5. Solar cooling and desalination issues
- Most results are public for download on the NEGST project homepage



Renewable Energy Technologies

Figure 3: Clipping of the presentation prepared for the European Expert workshop on collective solar thermal systems in Strasbourg

## Europaweite Erhebung zu standardisierten Konzepten für solarthermische Großanlagen

### Rahmenbedingungen

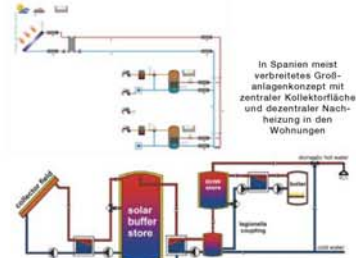
Das Projekt NEGST (New Generation of Solar Thermal Systems) zielt auf die (Weiter-) Entwicklung von kosten- und energieeffizienten Konzepten für thermische Solaranlagen in Europa. Einer von 6 Arbeitsschwerpunkten war dem Thema „Standardisierte Konzepte für solarthermische Großanlagen“ gewidmet. An diesem beteiligten sich Vertreter aus Deutschland, Griechenland, Holland, Norwegen, Österreich, Schweden und Spanien.

### Vergleich von europäischen Hydraulikkonzepten

Neben anderen Themen (siehe Spalte rechts) war der Schwerpunkt der Arbeiten die Erhebung und Beschreibung von vorbildlichen technischen Lösungen für die Anlagenhydraulik sowie von innovativen Systemkomponenten, die ein hohes Potential zur Standardisierung auf europäischem Niveau aufweisen. Dafür wurden Beispielanlagen aus den beteiligten Ländern untersucht und nationale Experten zu bewährten Konzepten befragt.

Wie erwartet zeichnen sich die erhobenen Großanlagen weitestgehend durch Individualität aus. Dies gilt vor allem für Solaranlagen mit Langzeitwärmespeichern und solche zur Anwendung für solare Klimatisierung.

Hinsichtlich gängiger Anlagen zur Warmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung für die Hauptzielgruppen verdichteter Wohnbau und Beherbergungsbetriebe konnten sich jedoch in einigen Ländern vereinheitlichte Systemkonzepte etablieren, die zu wiederholter Anwendung kamen und deren Vorteilhaftigkeit vielfach auch durch messtechnische Untersuchungen belegt ist (siehe Abbildungen und Beschreibungen).

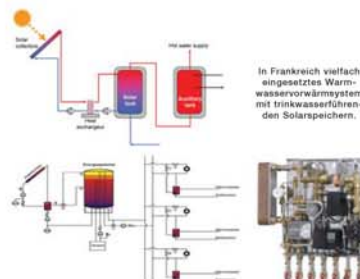


Für Deutschland und die Niederlande (hier mit Drain-Back Solarkreislauf) typisches Warmwasservorwärmesystem mit Pufferspeicher

Obwohl sich alle im Projekt untersuchten Konzepte an ein paar wenigen grundlegenden Prinzipien zum effizienten Betrieb der Solaranlagen orientieren, besteht eine Vielfalt von Lösungen vor allem an der Schnittstelle vom Speicher zur Wärmeverteilung. Dies ist auf die unterschiedlichen traditionellen Gegebenheiten im Design von Heizungssystemen in den jeweiligen Ländern zurückzuführen.

### Standardisierte Komponenten für solarthermische Großanlagen

Den Entwicklungen im Einfamilienhausbereich folgend ist vor allem in Deutschland und Österreich im Bereich der Groß



Im mehrgeschößigen Wohnbau in Österreich weit verbreitete Hydraulik von solaren Kombisystemen. Wärmeverteilung mit einem Leitungspaar und Warmwasserbereitung mit Wohnungsübergabestationen.

anlagen jünger ein Trend zu solaren Kombianlagen und zur Standardisierung von Komponentenbaugruppen zu bemerken.

Hydraulische Kunststücke von Anlagenplanern, die in der Vergangenheit häufig zu Lasten der Betriebssicherheit von großen thermischen Solaranlagen umgesetzt wurden, werden durch vorgefertigte Module, die von erfahrenen Fachfirmen entwickelt wurden, ersetzt (siehe Kasten rechts unten). Diese garantieren die wichtigsten Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb des solarthermischen Anlagenteils wie die Sicherstellung niedriger Kollektorklauftemperaturen oder der Herstellung thermischer Schichtung im Solarspeicher.

Es kann damit gerechnet werden, dass sich der Trend zur Standardisierung von Hydrauliken und Komponentenbaugruppen in den nächsten Jahren in ganz Europa intensiviert und immer mehr Solarfirmen Standardlösungen für Großanlagen anbieten.

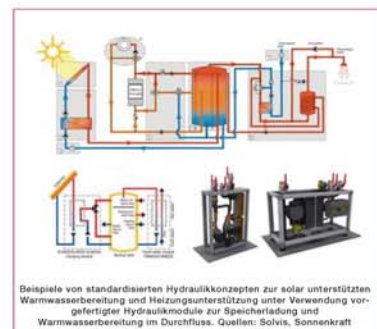
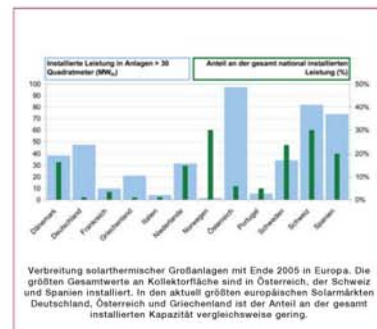
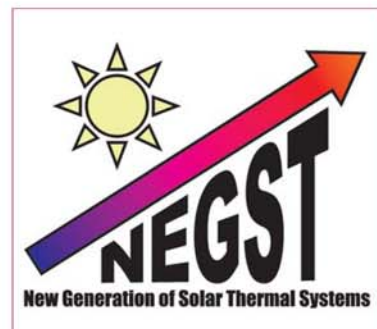
### Weitere Projektergebnisse

Neben der Recherche von viel versprechenden Hydraulikvarianten wurden in NEGST noch eine Reihe anderer Aspekte rund um solarthermische Großanlagen untersucht:

- Nationale Expertenbefragungen zu Chancen und Barrieren für die Anwendung von solarthermischen Großanlagen
- Dokumentation der Verbreitung von Umsetzungsmodellen wie Ertragsgarantien oder solarem Contracting
- Überblick über verwendete Methoden zur Funktionskontrolle und Ertragsbewertung
- Zusammenstellung existierender Richtlinien und Fachbücher
- Zusammenfassung der wichtigsten Erfolgsfaktoren für die Anwendung solarthermischer Technologie in Gemeinschaftsanwendungen für Planer und Investoren

Alle Projektberichte stehen in englischer Sprache auf der Projektwebsite zum Download bereit: <http://www.swt-technologie.de/html/NEGST.html>

NEGST wurde durch die Europäische Kommission im Rahmen der FP6 Programmlinie „Coordination Action“ gefördert.



- ANNEX 1:** Publication of WP2 results in the proceedings of “Otti 17. Symposium Thermische Solarenergie“
- ANNEX 2:** Publication of WP2 results in the proceedings of the European Solar Thermal Energy Conference (ESTEC) 2007

# **Europaweite Erhebung zu standardisierten Konzepten für solarthermische Großanlagen Ergebnisse aus dem EU-Projekt NEGST**

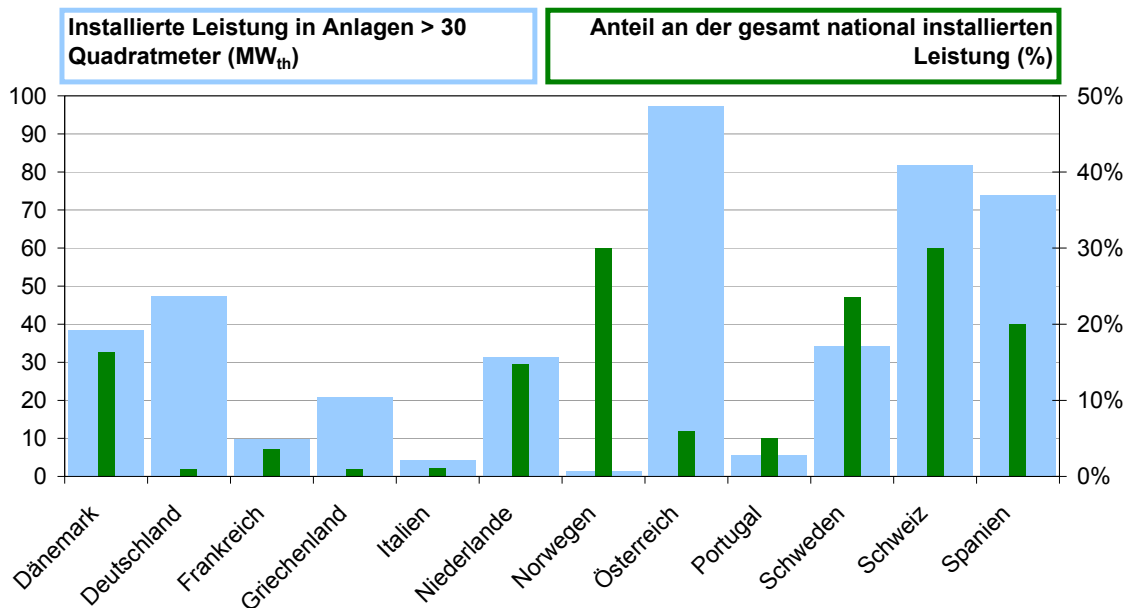
Jan Schindl, Charlotta Isaksson, Dagmar Jähnig, Markus Peter  
Giefinggasse 2, A-1210 Wien  
+43 50550 6374  
jan.schindl@arsenal.ac.at  
[www.arsenal.ac.at](http://www.arsenal.ac.at)

## **Rahmenbedingungen**

Das Projekt NEGST (New Generation of Solar Thermal Systems) zielte auf die (Weiter-)Entwicklung von kosten- und energieeffizienten Konzepten für thermische Solaranlagen in Europa. Einer von 6 Arbeitsschwerpunkten war dem Thema „Standardisierte Konzepte für solarthermische Großanlagen“ gewidmet.

An dem durch die Europäische Kommission im Rahmen der FP6 Programmlinie „Coordination Action“ geförderten Projekt waren insgesamt 18 Institutionen aus Wirtschaft, Forschung und Industrie aus 13 europäischen Ländern beteiligt. Am Arbeitsschwerpunkt „solarthermische Großanlagen“ beteiligten sich Vertreter aus Deutschland, Griechenland, Holland, Norwegen, Österreich, Schweden und Spanien. Durch eine koordinierte Recherche in den einzelnen Ländern und eine Zusammenfassung der Ergebnisse mit einer gesamteuropäischen Perspektive wurden in technischer Hinsicht vielversprechende Konzepte aus den beteiligten Ländern untersucht, sowie ein Überblick über die wichtigsten Hürden und Chancen für eine weitere Verbreitung von solarthermischen Großanlagen zusammengefasst.

Abbildung 1 zeigt die Verbreitung solarthermischer Großanlagen mit Ende 2005 in verschiedenen europäischen Ländern. Die dargestellten Werte für die installierte thermische Leistung in Anlagen über 30 m<sup>2</sup> sowie der Anteil dieser an der gesamt im jeweiligen Land installierten Leistung beruhen teilweise auf gesicherten statistischen Daten und teilweise auf Einschätzung nationaler Verbände und Experten. Die größten Gesamtwerte an Kollektorfläche sind in Österreich, der Schweiz und Spanien installiert. Den größten Marktanteil haben solarthermische Großanlagen in Norwegen, Schweden, der Schweiz und in Spanien. In den aktuell größten europäischen Solarmärkten Deutschland, Österreich und Griechenland ist der Anteil an der gesamt installierten Kapazität dem gegenüber vergleichsweise gering.



**Abbildung 1: Verbreitung von thermischen Solaranlagen mit einer Kollektorfläche größer 30 m<sup>2</sup> in verschiedenen europäischen Ländern (Stand: Ende 2005)**

## Standardisierte Konzepte

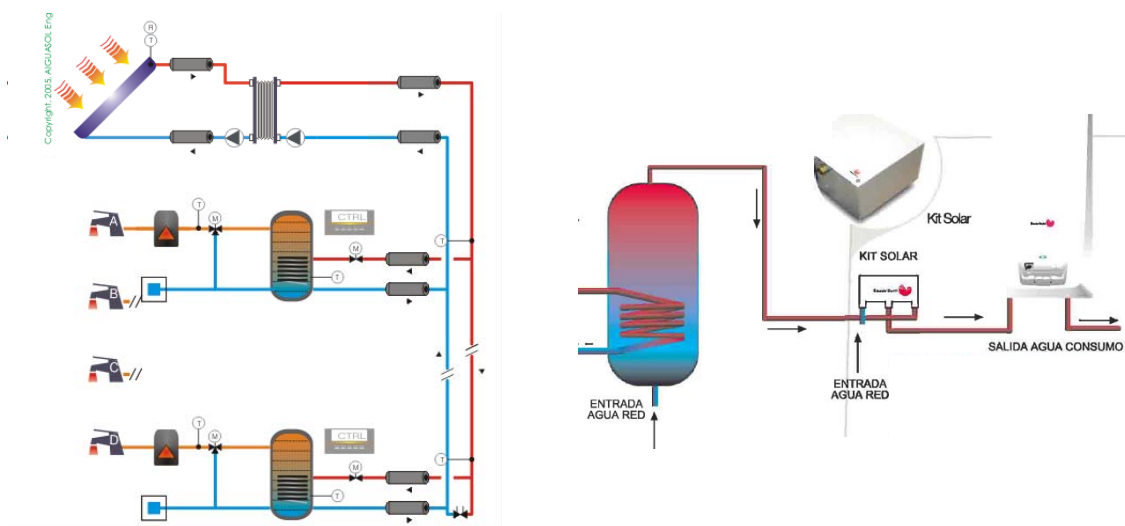
Ein Schwerpunkt der Arbeiten zum Thema solarthermische Großanlagen des Projekts NEGST war die Erhebung und Beschreibung von *vorbildlichen technischen Lösungen für die Anlagenhydraulik sowie von innovativen Systemkomponenten*, die ein hohes Potential zur Standardisierung auf europäischem Niveau aufweisen.

Dafür wurden Beispielanlagen aus den beteiligten Ländern untersucht und nationale Experten zu bewährten Konzepten befragt. Wie erwartet zeichnen sich die erhobenen Großanlagen weitestgehend durch Individualität aus. Dies gilt vor allem für Solaranlagen mit Langzeitwärmespeichern und solche zur Anwendung für solare Klimatisierung. Hinsichtlich gängiger Anlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung für die Hauptzielgruppen verdichteter Wohnbau und Beherbergungsbetriebe konnten sich jedoch in manchen Ländern vereinheitlichte Systemkonzepte etablieren, deren Vorteilhaftigkeit vielfach auch durch messtechnische Untersuchungen belegt ist.

Am schwierigsten gestaltete sich die Suche nach bewährten und standardisierten Systemkonzepten in den südeuropäischen und nordischen Ländern. In Schweden und Dänemark wurden aufgrund der gegebenen Infrastruktur hauptsächlich Erfahrungen mit der Anbindung von sehr großen Solaranlagen an Fernwärmenetze gemacht, jedoch bestehen diesbezüglich gegenwärtig laut Auskunft der Projektpartner keine nennenswert standardisierten Hydraulikkonzepte. In Griechenland werden gemeinschaftliche Großanlagen hauptsächlich in

Tourismusbetrieben eingesetzt, wodurch sich meist die Notwendigkeit einer individuellen Hydraulik ergibt. Auf Wohnbauten kommen zum Großteil kleine Thermosiphonanlagen zum Einsatz, sodass die kollektive Nutzung von solaren Großanlagen in diesem Segment noch relativ selten ist.

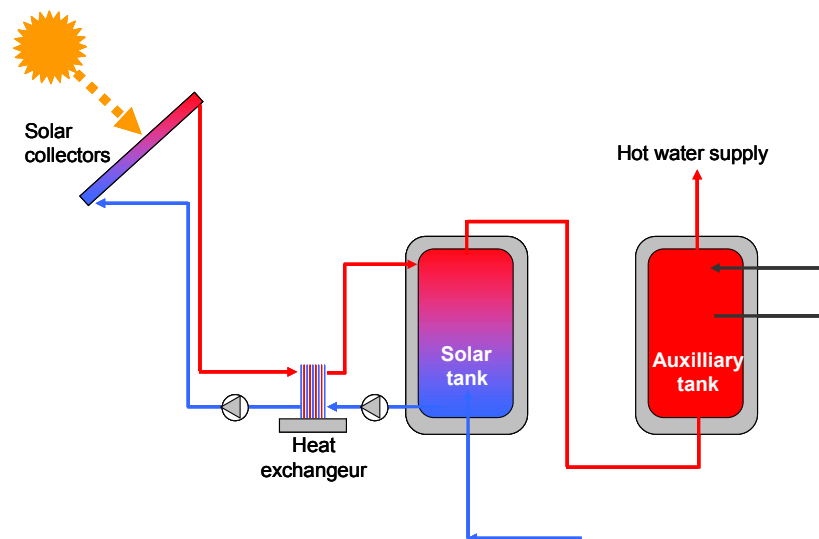
Anders in Spanien, wo in den letzten Jahren durch legislative Maßnahmen in einigen Regionen ein Boom bei Großanlagen zu verzeichnen war. Im Unterschied zu den zentraleuropäischen Systemen erfolgt die Nachheizung des solar vorgewärmten Trinkwassers in typischen spanischen Systemen dezentral in den Wohnungen mit Gasthermen oder Elektro-Durchlauferhitzern. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass im spanischen Wohnbau die Wärmebereitstellung traditionell mit dezentralen Lösungen erfolgt. In verschiedenen Varianten mit zentralem Speicher und dezentralen Speichern in den Wohnungen, aber auch mit direkter Anbindung des Solarkreises an die dezentralen Wohnungsboiler macht das in Abbildung 2 dargestellte Hydraulikkonzept einen Großteil des spanischen Marktes aus.



**Abbildung 2: Typische spanische Anlagenhydraulik mit dezentraler Nachheizung (Quellen: Aiguasol, Saunier Duval)**

Für die Wärmeübergabe aus dem Solarkreis an die Wärmeverteilung sind vorgefertigte Hydraulikblöcke am Markt, ebenso spezielle Vorschaltgeräte zwischen solar beladenem Boiler und Nachheizung. Obwohl Systeme mit dezentralem Boiler derzeit noch den Markt dominieren, ist zu erwarten, dass Systeme mit zentralem Speicher und Frischwasserstationen (zentral oder dezentral), wie sie heute in zentraleuropäischen Märkten in Verbindung mit Solaranlagen immer häufiger zum Einsatz kommen, auch in Spanien zunehmend eine Rolle spielen werden. Leider konnten für spanische Anlagenkonzepte weder unabhängige Messergebnisse zur Leistungsfähigkeit noch Planungsrichtlinien oder -empfehlungen recherchiert werden.

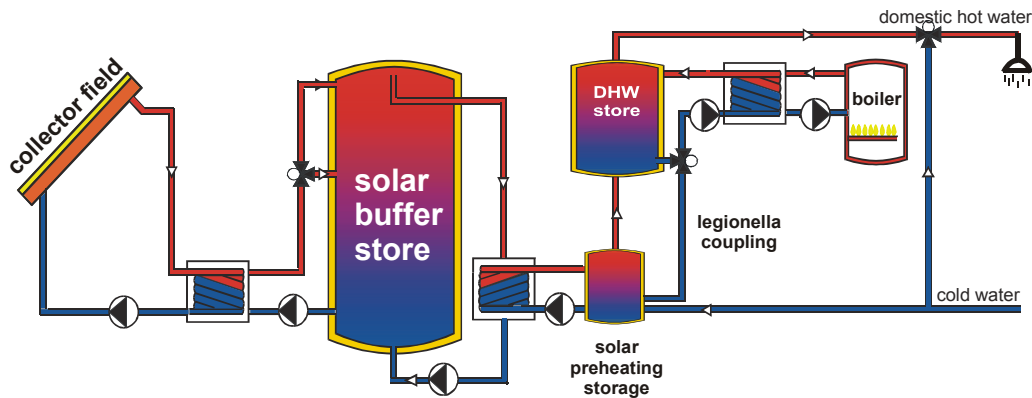
In Frankreich haben sich neben der beschriebenen, typisch spanischen Anlagenhydraulik die auch im Süden Frankreichs eingesetzt wird, solare Warmwasser-Vorwärmsysteme mit zentraler Einbindung der Nachheizung etabliert. Dabei kommen bis heute häufig reine Trinkwasserspeicher zum Einsatz. Da zumeist Mehrspeicherlösungen mit Reihenschaltung realisiert werden, ist eine thermische Trennung von solarem und konventionellem Anlagenteil mit Zirkulationsleitung durch die Einbindung in verschiedenen Speichern möglich (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Trinkwasserführende Standardanlage aus Frankreich (Quelle: Tecsol)**

Die Anwendung dieses Systemkonzepts wurde durch die französische Förderstelle in Verbindung mit Solarertragsgarantieverträgen über viele Jahre bewusst gefördert und es liegen gute Anlagenergebnisse bezüglich der erreichten spezifischen Solarerträge vor. Auch in Skandinavien wurde bei einer im Rahmen von NEGST durchgeführten Befragung von Technikern über sehr gute Erfahrungen mit klassischen trinkwasserführenden Anlagen berichtet.

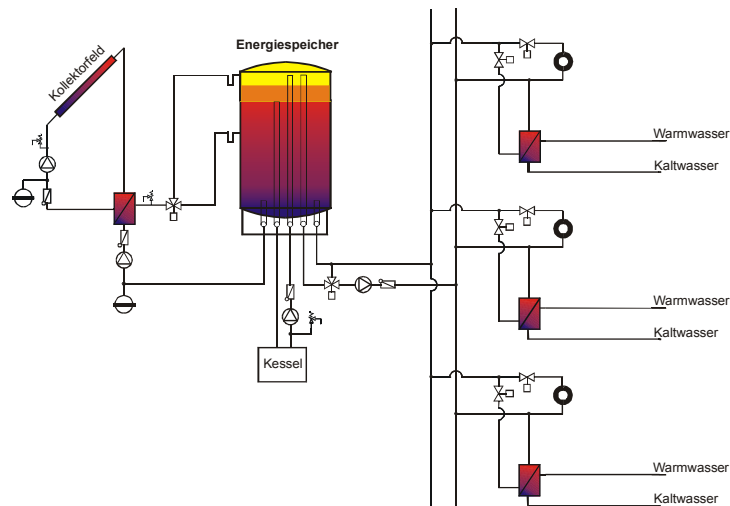
Wie in den südeuropäischen Ländern werden solarthermische Großanlagen in Deutschland bisher hauptsächlich zur Trinkwassererwärmung eingesetzt. Aus der hydraulischen Optimierung hinsichtlich thermischer Trennung des solaren Anlagenteils vom konventionellen und bezüglich Trinkwasserhygiene resultierte das typische Anlagenkonzept von Vorwärmanlagen, wie es in Abbildung 4 dargestellt ist. Die Speicherung solarer Wärme erfolgt in einem Pufferspeicher, die Übertragung der solaren Wärme auf das Brauchwasser über externe Wärmeübertrager in einen thermisch von der konventionellen Nachheizung getrennten solaren Vorwärm tank. Aus dem nationalen Forschungsprogramm Solarthermie 2000 liegen für Anlagen dieser Art umfangreiche Messergebnisse und Planungsempfehlungen vor.



**Abbildung 4: Standardisiertes Warmwasser-Vorwärmssystem aus Deutschland (Quelle: ITW)**

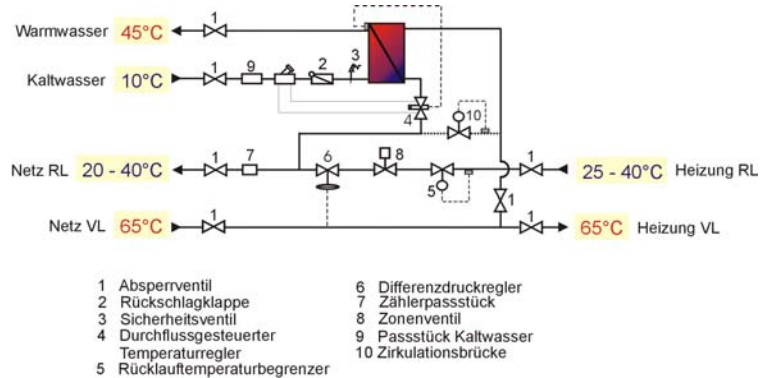
Solare Warmwasser-Vorwärmanlagen dominieren laut Auskunft nationaler Experten auch den holländischen Markt für solarthermische Großanlagen. Für holländische Solaranlagen typisch wird der Solarkreis auch bei dieser Art von Großanlagen häufig nach dem Drain-Back Prinzip betrieben. Mehr als 80 % der existierenden Großanlagen zur solaren Trinkwassererwärmung sind nach diesem Prinzip aufgebaut, das in nationalen Initiativen, die von unabhängigen Institutionen wie ECOFYS initiiert wurden, als Standard für Anlagenausschreibungen vorgeschlagen wurde.

Wie im Einfamilienhausbereich geht der Trend auch bei Großanlagen in Zentraleuropa verstärkt in Richtung solarer Heizungsunterstützung. In Österreich hat sich diesbezüglich bei Wohnbauunternehmen, die solarthermische Technologie mittlerweile konsequent in ihren neuen Gebäuden einsetzen, ein Hydraulikkonzept mit zentralem Energiespeicher und dezentraler Trinkwassererwärmung mit vorgefertigten Wohnungsübergabestationen durchgesetzt. In dem in Abbildung 5 dargestellten Systemkonzept, das eigentlich aus dem Bereich der Nahwärmenetze herrührt, wird bevorzugt ein einzelner solarer Pufferspeicher im Unterschied zu den klassischen solaren Warmwassersystemen bivalent von der Solaranlage und der Nachheizung erwärmt. Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Paar von Leitungen, die Trinkwassererwärmung im Durchfluss in den Wohnungsübergabestationen (siehe Details in Abbildung 6). Bei korrekter Einregulierung des Wärmeverteilnetzes ergeben sich durch die Rücklauftemperaturbegrenzer in den Stationen sehr geringe Netzurücklauftemperaturen wodurch neben einem effizienten Betrieb des solarthermischen Anlagenteils auch eine Minimierung der Verluste in der Wärmeverteilung erreicht wird. Anlagen dieser Art erreichen somit solare Deckungsgrade von typischerweise 10 – 20 % des Gesamtenergiebedarfs.



**Abbildung 5** Typisches österreichisches Kombisystem mit dezentraler Brauchwasserbereitung (Quelle: AEE INTEC)

Das Anlagenkonzept verbindet einen einfachen Aufbau des solarthermischen Anlagenteils mit vorgefertigten Baugruppen in der Wärmeverteilung. Anwendungen von Anlagen dieser Art im Wohnbau wurden unabhängig vermessen und haben auch hinsichtlich der spezifischen Solarerträge für solare Kombianlagen beachtliche Werte hervorgebracht.

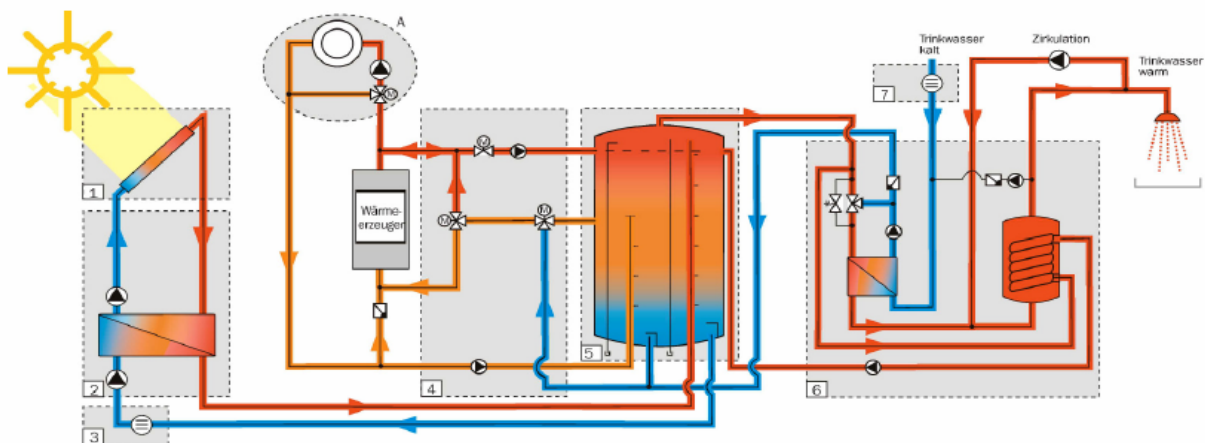


**Abbildung 6:** Standardisierte Wohnungsübergabestationen (Quelle: Danfoss, AEE INTEC)

Mit Ausnahme der Wohnungsübergabestationen greifen die bisher beschriebenen Anlagenkonzepte weitgehend auf nicht solar-spezifische Standardkomponenten zurück und können so als standardisierte Planerkonzepte verstanden werden. Wie auch bei Anlagen im Einfamilienhausbereich ist im Bereich der Großanlagen jüngst ein Trend zur Standardisierung von Anlagenkonzepten mit speziell für die Anwendung in Solaranlagen entwickelten Komponentenbaugruppen durch spezialisierte Solarfirmen zu bemerken. Hydraulische Kunststücke von Anlagenplanern, die in der Vergangenheit häufig zu Lasten der Betriebssicherheit

von großen thermischen Solaranlagen umgesetzt wurden, werden durch bewährte Konzepte von erfahrenen Fachfirmen ersetzt. Diese garantieren die wichtigsten Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb des solarthermischen Anlagenteils, wie die Sicherstellung niedriger Kollektorrücklauftemperaturen oder die Herstellung einer entsprechenden thermischen Schichtung im Solarspeicher.

Besonders in Deutschland und Österreich wurden in den letzten Jahren standardisierte Hydraulikgruppen auch für solarthermische Großanlagen auf den Markt gebracht. Beispielhaft ist ein System der Firma Solvis in Abbildung 7 dargestellt. Von einem zentralen Energiespeicher ausgehend regeln vorgefertigte Hydraulikstationen die Anbindung an die Solaranlage, Nachheizung und Wärmeverteilung. Anteile des Energiebedarfs für Raumheizung, Trinkwassererwärmung und Zirkulation können solar gedeckt werden, wobei für die Anbindung durchdachte hydraulische Lösungen verwendet werden, die auf eine Effizienzmaximierung sowohl von Solaranlage als auch der Nachheizung abzielen.

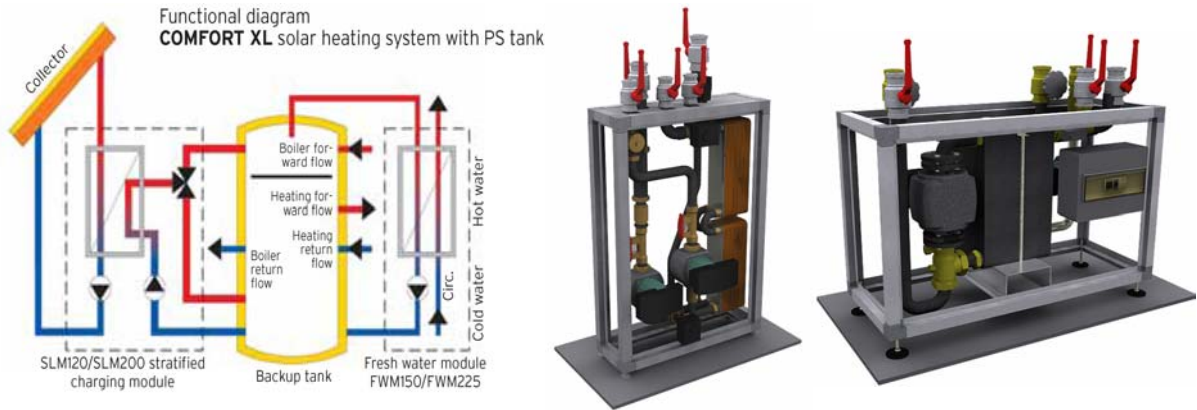


**Abbildung 7: Standardisiertes Solvis Kombisystem (Quelle: Solvis)**

Bevorzugt kommt diese Form von Anlagen in der solaren Sanierung von Mehrfamilienhäusern und Tourismusbetrieben zum Einsatz, die im Unterschied zu den beschriebenen Wärmeverteilnetzen mit zwei Leitungen meist eine separate Wärmeverteilung für Raumheizung und Warmwasser aufweisen.

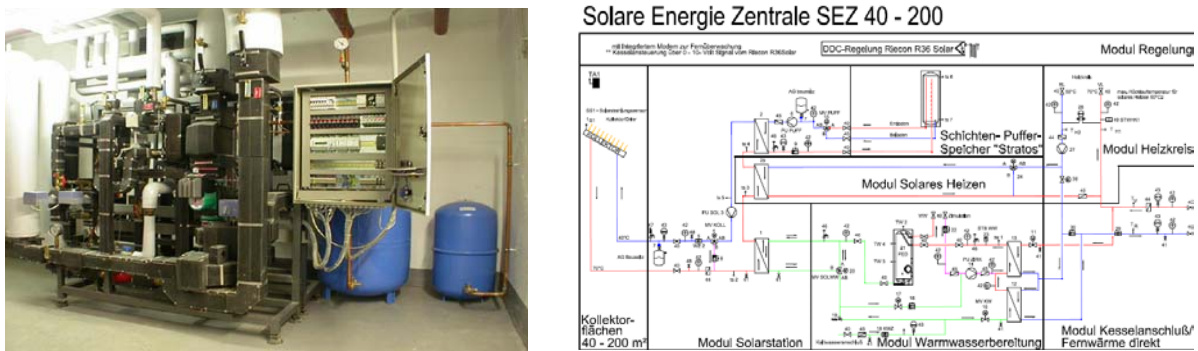
Ein weiteres Beispiel für ein standardisiertes Großanlagenkonzept, das in den vergangenen Jahren europaweit erfolgreich in Tourismusbetrieben und Wohnbauten eingesetzt wurde, ist jenes der Firma Sonnenkraft, bei dem das solare Kombisystem aus einem zentralen Energiespeicher und zwei vorgefertigten Hydraulikblöcken aufgebaut ist (siehe Abbildung 8). Die Trinkwassererwärmung erfolgt wie beim Konzept der Firma Solvis durch ein zentrales Frischwassermodul, das Zapfleistungen bis zu 150 Liter (55 °C) pro Minute unterstützt. Die Einbringung solarer Wärme, des

Rückflusses der Warmwasserbereitung und Zirkulationsrücklaufanhebung, des Heizkreises und der Nachheizung erfolgt entsprechend den gegebenen Temperaturen auf verschiedenen Ebenen des Energiespeichers.



**Abbildung 8: Standardisiertes Sonnenkraft Kombisystem (Quelle: Sonnenkraft)**

Bis in die letzte Konsequenz umgesetzt wurde die Vorfertigung der Anlagenhydraulik bei der Solaren Energiezentrale (siehe Abbildung 9), bei der ein fix fertiger Hydraulikblock nur noch an die benötigten Speicher, das Solarsystem und die Wärmeverteilungen anzuschließen ist. Im Unterschied zu typischen Planersystemen wird die Solarenergie in der überdurchschnittlich komplexen Hydraulik der Solaren Energiezentrale kaskadisch genutzt und so Speicherverluste und –volumina reduziert. Wie beim beschriebenen Solvis System ist auch bei der Solaren Energiezentrale der optimale Betrieb der Nachheizung (Brennwertnutzung) in der Regelungsstrategie berücksichtigt, sodass ein ganzheitlich vorteilhafter Betrieb, der auf die Maximierung der Endenergieeinsparung abzielt, sichergestellt ist.



**Abbildung 9: Solare Energiezentrale (Quelle: Parabel)**

Wenn auch mit höheren Kosten verbunden als individuell geplante Systeme, findet dieses Systemkonzept laut Auskunft des Vertriebs in den letzten Jahren in

Deutschland steigenden Absatz im Zusammenhang mit solaren Sanierungen und lieferte sehr zufriedenstellende Betriebsergebnisse.

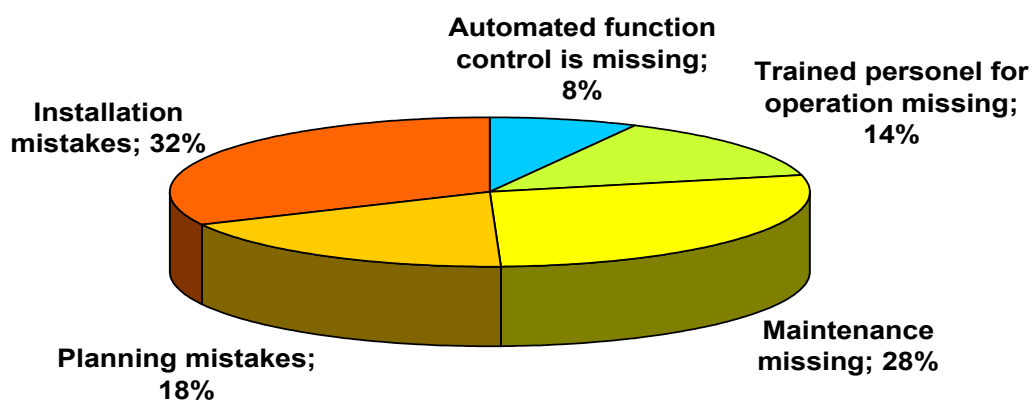
In den im Projekt NEGST durchgeführten Recherchen wurden vielversprechende Ansätze zur Standardisierung von Hydraulikkonzepten für Großanlagen ausgemacht. Hinsichtlich der Qualitätssicherung von Planung und Ausführung stellt die Standardisierung von Anlagendesign und die Vorfertigung der wichtigsten Teile der Hydraulik eine sehr begrüßenswerte Entwicklung dar. Es kann damit gerechnet werden, dass sich diese in den nächsten Jahren intensiviert und dass immer mehr Solarfirmen Standardlösungen für Großanlagen anbieten. Betriebsergebnisse, die momentan nur sehr vereinzelt verfügbar sind, müssen die Leistungsfähigkeit dieser Lösungen belegen. In diesem Zusammenhang ergeben sich auch für Standardlösungen einer automatisierten Betriebsüberwachung durch das einheitliche Design der Hydraulik neue Perspektiven.

Obwohl sich alle beschriebenen Konzepte an wenigen grundlegenden Prinzipien zum effizienten Betrieb der Solaranlagen orientieren, besteht eine Vielfalt von Lösungen vor allem an der Schnittstelle vom Speicher zur Wärmeverteilung. Dies hat vor allem mit den unterschiedlichen traditionellen Gegebenheiten im Design von Heizungssystemen in den jeweiligen Ländern zu tun. Für die beschriebenen Anlagenvarianten sind teils umfassende Planungsrichtlinien bzw. Planungshandbücher der anbietenden Solarfirmen vorhanden, wodurch sie zu handhabbaren Standards für Planer geworden sind. Details zum Aufbau, Betriebsweise, Leistungsfähigkeit und Verbreitung der beschriebenen Systeme können den NEGST Projektberichten entnommen werden.

### **Weitere Projektergebnisse:**

Neben der Recherche von viel versprechenden Hydraulikvarianten wurden in NEGST noch eine Reihe anderer Aspekte rund um solarthermische Großanlagen untersucht. In weiteren Arbeitsschwerpunkten wurden *nationale Expertenbefragungen* zu Chancen und Barrieren für die Anwendung von solarthermischen Großanlagen durchgeführt, sowie die Verbreitung von Umsetzungsmodellen wie *Ertragsgarantien oder solarem Contracting* dokumentiert. Zudem wurde ein Überblick über verwendete *Methoden zur Funktionskontrolle und Ertragsbewertung* recherchiert, eine *Zusammenstellung existierender Richtlinien und Fachbüchern* erstellt und für die Zielgruppen Planer und Investoren je die wichtigsten *Erfolgsfaktoren für die Anwendung solarthermischer Technologie in Gemeinschaftsanwendungen* zusammengefasst. Einige ausgewählte Ergebnisse werden in der Folge kurz dargestellt.

Mit dem Ziel, die wichtigsten Ansatzpunkte für den Markt fördernde Maßnahmen ausfindig zu machen, wurden umfangreiche *nationale Befragungen von Solarexperten und Vertretern der Wohnbauindustrie* mit Hilfe von Fragebögen durchgeführt. Diese fokussierten sich der generellen Ausrichtung von NEGST folgend auf technische und organisatorische Aspekte. Für die im Arbeitspaket beteiligten Länder wurden nationale Zusammenfassungen, sowie eine gesamteuropäische Auswertung erstellt. Als interessant erwiesen sich vor allem die nationalen Unterschiede in der Verbreitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie die Einschätzungen zu den Ursachen ungenügender Leistung und Zuverlässigkeit von solarthermischen Großanlagen.



**Abbildung 10: In der Befragung europäischer Experten angegebene Gründe für ungenügende Leistung und Zuverlässigkeit solarthermischer Großanlagen**

Nach den Gründen für letztere befragt, schätzten die in der Mehrzahl aus Vertretern der Solarbranche bestehenden Befragten Mängel in der Betriebsphase zum gleichen Ausmaß dafür verantwortlich ein, wie Fehler in der Planungs- und Errichtungsphase (siehe Abbildung 10). Dies weist einmal mehr auf die Notwendigkeit von Lösungen, die einen gesicherten Betrieb von großen Solaranlagen garantieren, hin.

Als wichtigste Barriere für die Verbreitung solarthermischer Großanlagen wurde vorrangig die schwierige Darstellung der wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit solarthermischer Großanlagen gegenüber Investoren, die rein ökonomisch orientiert entscheiden, genannt. Im Gegenzug dazu steht das positive Image der Solarwärmenutzung etwa im Sinne der Vermarktbarkeit von Wohnungen ganz oben auf der Liste, warum Solaranlagen heute eingesetzt werden. Als wichtigste Herausforderungen für die Zukunft wurden die Schulung von beteiligten Akteuren, das Etablieren eines integrierten Planungsansatzes und neue Konzepte für eine effiziente Betriebsüberwachung genannt.

Bezüglich Erfahrungen mit hydraulischen Lösungen waren die Einschätzungen der antwortenden Experten sehr heterogen, was eng mit den unterschiedlichen Traditionen von Solaranlagenhydrauliken und Wärmeverteilung zusammenhängt. Die meisten Antworten auf die Befragung wurden in Deutschland, Österreich und Schweden gesammelt. Bereits im Vergleich von Österreich und Deutschland zeigte sich etwa, dass in Österreich mit der bivalenten Beladung von Pufferspeichern gute Erfahrungen gemacht wurden, während in Deutschland eine möglichst strikte hydraulische Trennung von solarthermischen Anlagenteil und dem konventionellen Anlagenteil als vorteilhaft angesehen wird. Aus Schweden wurde hauptsächlich von Erfahrungen mit Großanlagen zur reinen Trinkwassererwärmung und hier über Präferenzen für trinkwasserführende Solarspeicher berichtet.

Insgesamt beteiligten sich 66 Personen aus 8 Ländern mit einer Erfahrung von etwa 1.300 solarthermischen Großanlagen an der Expertenbefragung, der ein eigener Bericht in NEGST gewidmet ist.

Auf das wichtige Thema der Qualitätssicherung von solarthermischen Großanlagen eingehend wurden standardisierte Ansätze zur messtechnisch unterstützten Funktionskontrolle und Ertragsbewertung im europäischen Markt untersucht. Diesbezügliche Bemühungen und Forschungsaktivitäten konnten vor allem in Deutschland, Frankreich und Österreich aufgefunden werden. Dabei handelt es sich um in Expertenkreisen im deutschsprachigen Raum weitgehend bekannte Ansätze. Im europäischen Umfeld nehmen die Institute und Solarfirmen der genannten Länder offensichtlich eine Vorreiterrolle ein, nachdem von den Projektpartnern aus anderen Ländern keine nennenswerten Initiativen berichtet wurden. Was die Anwendung von Anlagensimulationen in der Planungsphase oder die laufende messtechnisch unterstützte Funktionskontrolle von großen thermischen Solaranlagen betrifft, ist aus den Ergebnissen der Befragungen zu entnehmen, dass diese in allen Ländern noch nicht den wünschenswerten Standard darstellen.

Wenn es um die Motivation von Investoren und um die Qualitätssicherung von solarthermischen Großanlagen geht, ist häufig von *Modellen zur Erleichterung der Investition in solarthermische Großanlagen* die Rede. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Solarertragsgarantieverträge, Solarwärmelieferungsverträge (Contracting) und mit diesen beiden Ansätzen verwandte Modelle. Im Rahmen von NEGST wurde versucht, deren tatsächliche gegenwärtige Verbreitung auf den europäischen Märkten zu dokumentieren.

Die Ergebnisse der Recherchen in den teilnehmenden Ländern zeigen, dass sich Solarertragsgarantien und die Errichtung von Anlagen im Contracting bisher erst sehr

vereinzelt durchgesetzt haben. Für etablierte Energiedienstleistungsunternehmen ist die Umsetzung von thermischen Solaranlagen häufig nicht mit der nötigen Wirtschaftlichkeit der Contractingmaßnahme vereinbar. Abgesehen von vereinzelt Ausnahmen, finden sich auch im Angebot der Solarfirmen keine Modelle zur Umsetzung von Solaranlagen im Rahmen von Vorfinanzierung und Wärmelieferungsverträgen. Im Gegenteil wurden von den Firmen im Rahmen der Expertenbefragung die Erfahrungen mit Contracting sogar als überwiegend negativ angegeben. Bei einem weiteren Anstieg der Energiepreise ist jedoch zu erwarten, dass solarthermische Großanlagen auch von klassischen Energiedienstleistungsunternehmen umgesetzt werden, so wie es etwa gegenwärtig bereits unter günstigen Förderbedingungen in Österreich der Fall ist.

Ertragsgarantieverträge wurden vor allem in Frankreich viele Jahre an die Förderung von Großanlagen gekoppelt und konnten so am Markt etabliert werden. Im Rahmen von EU-Projekten wurde versucht, Ertragsgarantien in Verbindung mit Solaranlagen auch in anderen Ländern zu verbreiten. Die Recherchen in NEGST haben gezeigt, dass das Modell über die Aktivitäten in den EU-Projekten und ambitionierten lokalen Initiativen hinausgehend kaum Anwendung findet. Aufgrund der Komplexität der Ertragsvorhersage und –bewertung von thermischen Solaranlagen scheinen Ertragsgarantien für Investoren nur bei unabhängiger Betreuung handhabbar. Die Knüpfung an Fördergelder (bei gleichzeitig hohem Engagement der Förderstelle) oder die Umsetzung im Rahmen von finanziell gestützten lokalen Initiativen wie aktuell in Hamburg können als eine Voraussetzung für die Anwendung von Ertragsgarantien in Zusammenhang mit solarthermischen Großanlagen gesehen werden. Vereinfachte Modelle werden in Österreich von solarerfahrenen Wohnbauunternehmen angewendet, die jedoch auf einem hohen Maß an Kompetenz und gegenseitigem Vertrauen der beteiligten Planer und Investoren beruhen. Musterprojekte und Ansprechpartner mit entsprechendem Know-how in den beteiligten Ländern wurden in einem eigenen Bericht zusammengefasst.

Dieser wie auch die weiteren angesprochenen Berichte stehen unter der Rubrik *Deliverables* in englischer Sprache auf der Projektwebsite <http://www.swt-technologie.de/html/negst.html> zum Download bereit.

# System concepts for collective solar thermal systems across Europe

**JAN SCHINDL\***, **DAGMAR JAEHNIG\*\***, **CHARLOTTA ISAKSSON\*\***, **MARKUS PETER\*\*\***

*\* Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H  
Giefinggasse 2, 1210 Vienna, Austria, PHONE: +43-50550-6374  
jan.schindl@arsenal.ac.at, www.arsenal.ac.at*

*\*\* AEE – Institute for Sustainable Technologies (AEE INTEC), Austria*

*\*\*\* dp<sup>2</sup> – Energienutzung mit Verstand, Germany*

## INTRODUCTION

The EU funded project NEGST (New Generation of Solar Thermal Systems) aimed at the establishment of more cost-effective solar thermal systems with high performance on the European market. One core field of attention was dedicated to "Standardised concepts for large solar thermal systems".

Overall 18 European research institutions and associations from 13 countries form the project consortium of NEGST. In the work dedicated to collective solar thermal systems (CSTS), participants from Austria, Germany, Greece, the Netherlands, Norway, Sweden and Spain were involved. By establishing a coordinated investigation in the separate countries and summarising the results at a European scope, a wide overview of today's technology and the most relevant barriers and chances for the broader application of CSTS could be reached.

To illustrate the current dissemination of this kind of systems, Fig. 1 presents the status of installed solar thermal capacity within collective solar thermal systems (collector surface larger than 30 m<sup>2</sup>) by the end of 2005 in a number of European countries.

The data for the installed capacity of CSTS and the fraction it represents of the total nationally installed capacity are partly based on statistic references, partly on estimations of national associations or experts. According to the graph, the largest total amount of CSTS can be found in Austria, Switzerland and Spain. The highest market share they present in Norway, Sweden, Switzerland and Spain. In the currently largest European solar thermal markets Germany, Austria and Greece, the fraction of CSTS of the total installed capacity is comparatively low.

## STANDARDISED SYSTEM CONCEPTS

The core issue of the presented work package dealing with large solar thermal systems was the survey and characterization of promising hydraulic layouts that exhibit a large potential for becoming standards in system design for the future. In combination with this, existing and potential standardised components for large solar thermal systems were investigated.

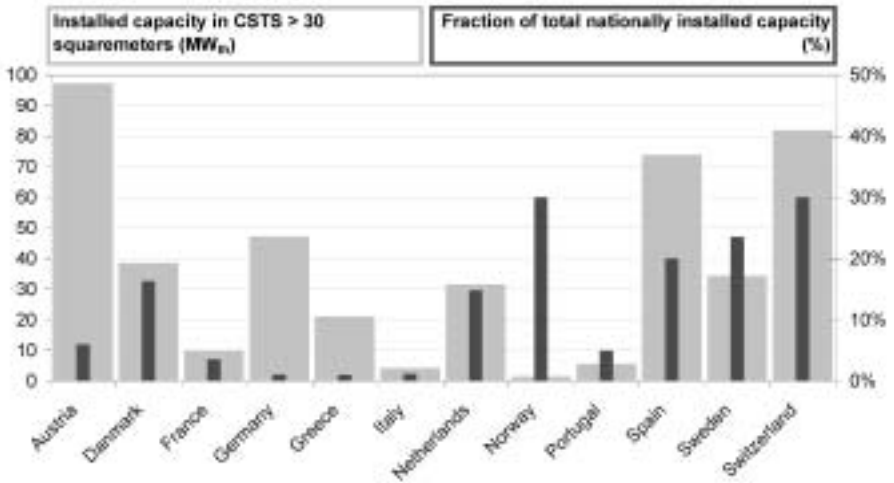


Fig. 1: Dissemination of solar thermal systems with a collector surface larger than 30 m<sup>2</sup> in various European countries (state by the end of 2005)

As a methodical approach, good practise systems in the participating countries were investigated and national experts have been consulted for their experience on good system design. As expected, the evaluated CSTS widely exhibited an individual hydraulic design. This is especially true for installations with long-term storage and such for solar cooling purposes. On the other hand for common applications such as domestic hot water heating or space heating in dwellings or in hotels, a certain level of standardisation for the design of CSTS could be observed mainly in Central European markets such as Austria, France and Germany. Some of the system concepts have even been investigated metrologically.

The least references for system standardisation could be found in Southern European and Scandinavian countries. In Sweden and Denmark according to the given infrastructure of heat supply, large solar thermal systems are frequently attached to district heating grids. For dwellings, no major approaches of standardisation for solar thermal systems could be observed. In Greece, CSTS are mainly used in tourism facilities where in most cases the necessity of an individual hydraulic layout is given. In multi family dwellings, to the larger part individual thermosyphon systems are used so that the application of collective systems is still rather low in this segment in Greece.

Different in Spain, where due to legislative measures a rapid growth of CSTS is reported in the last years. In many parts of Spain central heat metering is not a standard practice. For this reason, and different to the other analysed hydraulic layouts, central solar thermal systems are installed but auxiliary heating is done decentralized in each apartment (see Fig. 2).

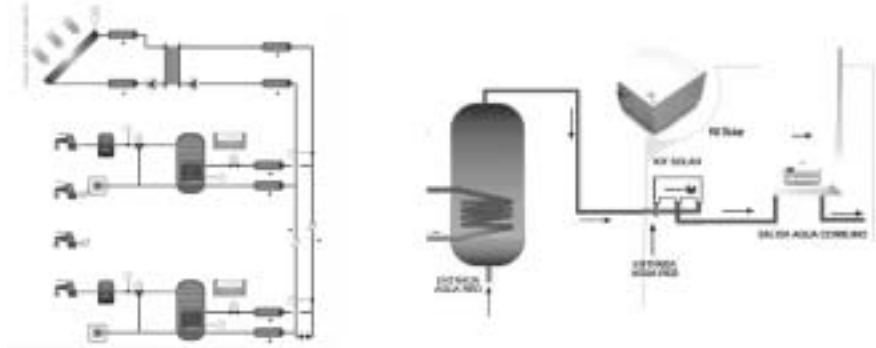


Fig. 2: Typical Spanish hydraulic layout with decentralized back-up heating (Sources: Aguasol, Saunier Duval)

Unfortunately, the performance of this frequent system concept could not be verified as neither independent monitoring data nor guidelines for system dimensioning and design could be researched.

Also in the south of France the described Spanish concept with decentralized back-up heating is reported to become increasingly applied. During the past years and up to now though, solar preheating systems with central integration of the auxiliary heater have dominated the French market for CSTS. Most frequently, serially coupled solar storage tanks that are filled with domestic hot water are applied, so that a thermal separation of the solar and conventional part, including circulation line, can be realized by the integration into separate tanks. The application of this system concept was encouraged by the French funding scheme in combination with performance guarantees for many years and good proven results are available. Also in Scandinavia, systems with domestic hot water storage tanks gained good reputation in a survey amongst technical stakeholders performed in NEGST.

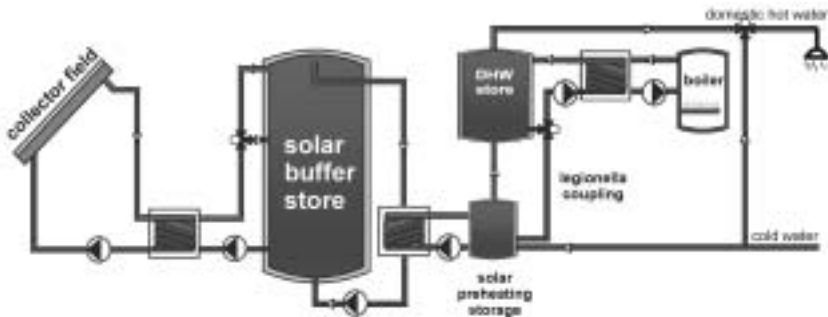


Fig. 3: Typical German domestic hot water preheating system (Source: ITW)

Like in most other European countries, in Germany, CSTS have up to now mainly been installed to support the preparation of domestic hot water. Hydraulic optimisation in terms of hot water hygiene and efficiency of the solar thermal system has led to a system layout as shown in Fig. 3.

The solar heat is stored in an energy storage tank and the domestic hot water is heated via external heat exchangers. Extensive measurement results and planning guidelines for this kind of system layout are available from the national research program *Solarthermie 2000*.

Similar solar thermal domestic hot water preheating systems, but with a primary solar circuit constructed with the drain-back principle, are reported to dominate the market for CSTS in the Netherlands with a market share of roughly 80%.

Going along with the development in the single-family house sector, in Central Europe, CSTS are increasingly integrated to also support the space heating demand of dwellings and hotels. In Austria, a standardised layout with energy store and auxiliary heat integration in combination with the decentralized preparation of domestic hot water has gained very good reputation amongst housing societies (see Fig. 4). The heat distribution is realized via a pair of pipes. Domestic hot water is prepared decentralized with pre-fabricated apartment heat transfer units that additionally guarantee low temperatures in the return line of the distribution grid. In new dwellings, systems of this kind are typically dimensioned to reach solar fractions of 10–20% of the total heat demand of the building.

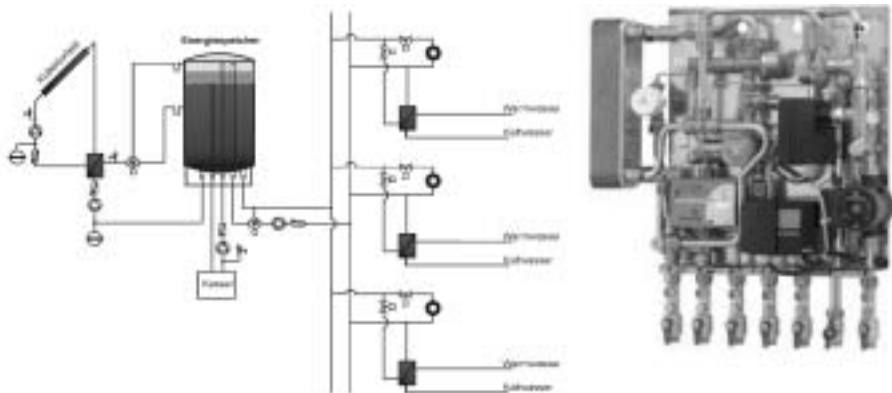


Fig. 4: Concept with decentralized domestic hot water preparation and pre-fabricated apartment heat transfer unit (Sources: AEE INTEC, Danfoss)

Apart from the pre-fabricated apartment heat transfer units, the concepts described so far rely widely on components not specifically designed for the application in solar thermal systems. Like in the single-family house sector, solar companies currently push forward the development of pre-assembled hydraulic groups especially designed for the

use in solar thermal systems also for CSTS. Unfavourable and overcomplicated hydraulic layouts designed by inexperienced planners that were in the past frequently responsible for weak performances of individually planned larger solar thermal systems are substituted by proven concepts of specialized companies. These concepts guarantee the proper realization of the general basic principles of good solar thermal system design.

Especially in Germany and Austria, standardised hydraulic groups have been introduced to the market in the past years and show increasing success. An example is the system concept of the company Solvis shown in Fig. 5.

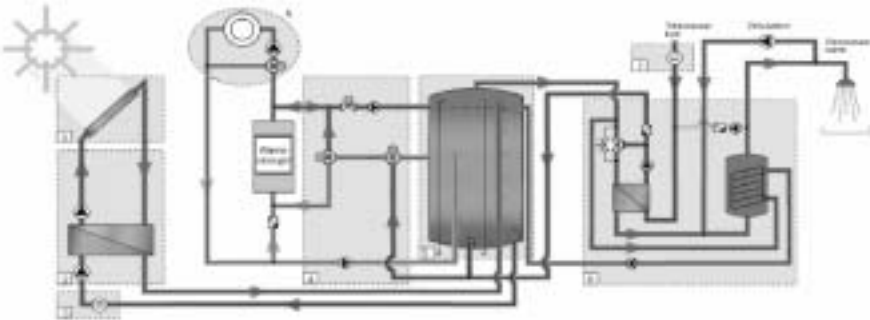


Fig. 5: Standardised combisystem with pre-assembled hydraulic groups marked grey (Source: Solvis)

From a central storage tank, pre-assembled hydraulic groups arrange the integration of the solar thermal system part, of the auxiliary heating and distribution lines, guaranteeing good operation conditions for all system parts with an integral controlling strategy. Parts of the domestic hot water preparation, space heating demand and the energy demand of the circulation line can be supported by the solar thermal system resulting in the possibility of high solar thermal fractions also for larger applications. Compared to the earlier described combisystem concept with a heat distribution via two pipes, which finds its application mainly in new dwellings, this system concept is especially suitable for retrofitting existing central heating systems that typically have four distribution lines in Central Europe.

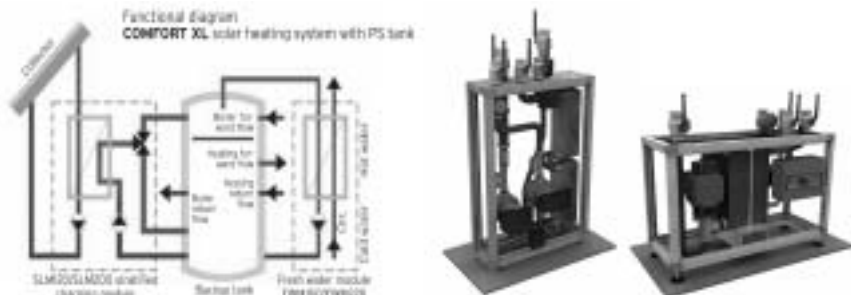


Fig. 6: Standardised combisystem with pre-fabricated hydraulic groups (Source: Sonnenkraft)

A further example for a standardised concept for large solar combisystems that has been successfully applied in tourism facilities and dwellings across Europe in recent years is shown in Fig. 6.

This system of the company Sonnenkraft is designed with a central storage tank and two pre-fabricated hydraulic blocks. Similar to the concept of Solvis, the preparation of domestic hot water is realized with a so-called 'fresh water unit' that supports domestic hot water consumptions of up to 150 litres (55°C) per minute. The integration of the solar heat, the circulation line, the space heating circuit and the auxiliary heating is arranged by the hydraulic modules according to the given temperatures at different levels of the central storage.

## CONCLUSION

Within the research performed, a number of promising approaches for the standardisation of hydraulic layouts of CSTS could be identified. Even though the described approaches are sticking to a small number of principles to guarantee the efficient performance of the solar thermal system part, there is a big variability of solutions especially at the interface from the solar storage tank to the auxiliary heater and heat distribution. This is mainly because of the different traditional designs of heating systems in the individual countries. For the described approaches for standardisation there are partly extensive planning recommendations and handbooks available that ease the application of large solar thermals technology for planners and installers.

The increasing pre-fabrication of essential hydraulic component groups represents a promising development in terms of quality assurance in planning and installation. It can be expected, that this development will intensify in the coming years and an increasing number of solar companies enter the market with standardised solutions for CSTS.

The NEGST work package dedicated to collective solar thermal applications such as for multi-family houses or tourism facilities resulted in a number of resource documents on the technological but also organizational state of affairs in connection with CSTS in Europe. On one hand the reports serve HVAC professionals with an overview on rewarded hydraulic design, recent innovations in component standardisation and concepts for plant supervision.

On the other hand, consultants and policy makers profit from the documentation of experiences on quality assurance and market enlargement that have not been described in detail within this article. Collateral measures for making CSTS more attractive for investors were investigated to identify promising starting points for national incentives for the promotion of large solar thermal technology.

The provided reports include collections of contact persons and publications for the respective issues. The given information is meant to serve as a link to selected national and international expertise in the field of collective solar thermal applications.

## Reference

The documents can be downloaded in English language from the project website <http://www.swt-technologie.de/html/negst.html>.

The project "NEGST" was supported by the EU – DG TREN and implemented as a FP6 Coordination Action.