

An aerial photograph of a large-scale solar thermal collector field installed on a roof. The collectors are arranged in a grid pattern, and the image shows the intricate piping and structure connecting them. The overall appearance is a dense array of blue-tinted rectangular panels.

**Positionspapier  
für ein österreichisches  
Solarforschungs- und  
Technologieprogramm**

Österreichische Solarthermie  
Technologie Plattform

# Positionspapier für ein österreichisches Solarforschungs- und Technologieprogramm

## **ASTTP** Österreichische Solarthermie Technologie Plattform

### **Autorenteam**

Dipl.-Ing. Christoph Brunner, Joanneum Research  
Dipl.-Ing. Hubert Fechner, Arsenal Research  
Ing. Christian Fink, AEE INTEC  
Dipl.-Ing. Dr. Dieter Gottwald, Arsenal Research  
Dr. Wolfgang Guggenberger, Sonnenkraft GmbH  
Dr. Erwin Hochreiter, GREENoneTEC Solarindustrie  
Dr. Christian Holter, S.O.L.I.D. GmbH  
Herbert Huemer, Xolar Öko Haustechnik GmbH  
Dipl.-Ing. M.Sc. Dagmar Jähmig, AEE INTEC  
Univ.-Prof. Dr. Reinhold W. Lang, Montanuniversität Leoben  
Dr. Erich Podesser  
Mag. Gerhard Rabensteiner, KIOTO Clear Energy AG  
a.o. Univ.-Prof. Dr. Hans Schnitzer, Joanneum Research  
Dipl.-Ing. Bettina Slawitsch, Joanneum Research  
a.o. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Streicher, TU Graz  
Dr. Gerald Steinmaurer, AsiC  
Dr. Gernot Wallner, Montanuniversität Leoben  
Dipl.-Päd. Ing. Werner Weiss, AEE INTEC

### **Koordination**

Werner Weiss, AEE INTEC



Gleisdorf, April 2007

# Inhalt

<b>1</b>	<b>HINTERGRUND UND ZIELE</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>THERMISCHE SOLARENERGIE</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Solarenergienutzung international</b> .....	<b>9</b>
3.1.1	Märkte und Wachstumspotenziale .....	9
<b>3.2</b>	<b>Österreich im internationalen Spitzenfeld</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>Österreichische Forschungskapazitäten und Unternehmen</b> .....	<b>11</b>
3.3.1	Forschungskapazitäten .....	11
3.3.2	Solartechnikunternehmen .....	12
<b>4</b>	<b>INNOVATIONEN IN ANGRIFF NEHMEN</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>SOLARTHERMIE – VISION 2030</b> .....	<b>18</b>
<b>5.1</b>	<b>Das Solarhaus</b> .....	<b>18</b>
<b>5.2</b>	<b>Solarvision Neubau: Das Solaraktivhaus</b> .....	<b>18</b>
5.2.1	Solarempfangsflächen .....	19
5.2.2	Wärmespeicherung .....	19
5.2.3	Backup für das Heizsystem .....	20
<b>5.3</b>	<b>Solarvision Gebäudebestand: Die Solaraktive Sanierung</b> .....	<b>20</b>
5.3.1	Teilsolare Beheizung im Gebäudebestand.....	22
5.3.2	Solare Nah- und Fernwärme.....	22
<b>5.4</b>	<b>Gewerbe, Industrie und sonstige Anwendungen</b> .....	<b>22</b>
5.4.1	Solare Kühlung.....	22
5.4.2	Vollsolar-Bürogebäude .....	23
5.4.3	Gewerbe und Industrie .....	24
<b>6</b>	<b>FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE FÜR ÖSTERREICH</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1</b>	<b>Innovationen und Kostenreduktion</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2</b>	<b>Solare Wärmeerzeuger</b> .....	<b>25</b>
6.2.1	Einsatz neuer Materialien .....	25
6.2.2	Materialveredlung .....	25
6.2.3	Konstruktion .....	27
6.2.4	Integration und Kombination .....	27
<b>6.3</b>	<b>Wärmespeicherung</b> .....	<b>28</b>
6.3.1	Neue Materialien und Konzepte.....	28
6.3.2	Integration .....	29
<b>6.4</b>	<b>Wärmeübergabe und Systemtechnik</b> .....	<b>30</b>
6.4.1	Solaranlage .....	30
6.4.2	Backup-Systeme .....	30

---

<b>6.5 Solare Sanierung des Gebäudebestands.....</b>	<b>30</b>
<b>6.6 Solare Nah- und Fernwärme.....</b>	<b>32</b>
6.6.1 Netzoptimierung und Speichermanagement.....	33
6.6.2 Neuer Anwendungsfelder für sommerliche Fernwärme .....	33
6.6.3 Neue Produkte .....	33
<b>6.7 Solare Kühlung.....</b>	<b>34</b>
6.7.1 Allgemeine Vorbemerkungen .....	34
6.7.2 Erforderliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bis zur Marktreife .....	34
<b>6.8 Prozesswärme und sonstige Anwendungen .....</b>	<b>37</b>
<b>7 FÖRDERBEDARF .....</b>	<b>40</b>
<b>7.1 Förderung Markteinführung .....</b>	<b>41</b>
<b>7.2 Forschungsförderung .....</b>	<b>41</b>
7.2.1 Förderung der Entwicklung innovativer Produkte .....	41
7.2.2 Angewandte Grundlagenforschung .....	41
7.2.3 Risikoforschung .....	41
7.2.4 Ko-Finanzierungen von EU Projekten .....	41
<b>7.3 Flankierende Maßnahmen .....</b>	<b>42</b>
<b>8 QUANTITATIVE ZIELE .....</b>	<b>42</b>
<b>9 ANHANG.....</b>	<b>43</b>
<b>9.1 AEE - Institut für Nachhaltige Technologien.....</b>	<b>43</b>
9.1.1 Inhaltliche Schwerpunkte.....	43
9.1.2 MitarbeiterInnen.....	44
9.1.3 Referenzprojekte .....	45
<b>9.2 Arsenal Research .....</b>	<b>50</b>
9.2.1 Inhaltliche Schwerpunkte.....	50
9.2.2 MitarbeiterInnen.....	51
9.2.3 Referenzprojekte .....	51
<b>9.3 Austria Solar Innovation Center - ASiC.....</b>	<b>53</b>
9.3.1 Inhaltliche Schwerpunkte.....	53
9.3.2 MitarbeiterInnen.....	54
9.3.3 Referenzprojekte .....	54
<b>9.4 Joanneum Research - JOINTS .....</b>	<b>57</b>
9.4.1 Inhaltliche Schwerpunkte.....	57
9.4.2 MitarbeiterInnen.....	57
9.4.3 Referenzprojekte .....	57
<b>9.5 Montanuniversität Leoben.....</b>	<b>59</b>
9.5.1 Inhaltliche Schwerpunkte.....	59
9.5.2 Mitarbeiter.....	59
9.5.3 Referenzprojekte .....	59

---

<b>9.6</b>	<b>TU Graz, Institut für Wärmetechnik (IWT)</b> .....	<b>61</b>
9.6.1	Inhaltliche Schwerpunkte.....	61
9.6.2	Referenzprojekte .....	61
9.6.3	Mitarbeiter.....	62
9.6.4	Vorhandene (F&E) Infrastruktur.....	62
<b>9.7</b>	<b>Institut für Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme</b> .....	<b>63</b>
9.7.1	Inhaltliche Schwerpunkte.....	63
9.7.2	Strategische Zielsetzung des Institutes RNS .....	63
9.7.3	Forschungsgruppe Prozessbewertung .....	63
9.7.4	Forschungsgruppe Thermische Biomassenutzung .....	64
9.7.5	Forschungsgruppe Zero Emissions .....	64
9.7.6	Forschungsgruppe Pharmaceutical Process Engineering .....	64
9.7.7	Referenzprojekte .....	65

## **1 Hintergrund und Ziele**

Die österreichische Solarindustrie spielt seit mehreren Jahren eine führende Rolle in Europa. Mit einem jährlichen Wachstum des Inlandsmarktes von über 20%, einer Exportquote von 76%, insgesamt 6500 Arbeitsplätzen und einem Umsatzvolumen von über 400 Millionen Euro kann diese Branche beachtenswerte Erfolgszahlen vorweisen.

Bei Forschung und Entwicklung im Bereich der thermischen Solarenergie spielen insbesondere österreichische universitäre- und außeruniversitäre Institutionen eine führende Rolle in Europa. Seit dem Beitritt Österreichs zur Europäischen Union haben F&E-Einrichtungen im Rahmen von Ausschreibungen rund 50 EU-Forschungsprojekte zu diesem Themenfeld akquiriert und mit Erfolg abgewickelt.

Um die österreichische Kompetenz im Bereich Solarthermie in den kommenden Jahren weiter auszubauen, sollen im Rahmen der „Österreichischen Solarthermie Technologieplattform“ (ASTTP) die österreichischen F&E Kapazitäten mit den relevanten Gewerbe- und Industriebetrieben stärker vernetzt werden, mit dem Ziel, die derzeit hervorragende Marktpositionierung der österreichischen Solarthermiewirtschaft mittel- und langfristig durch Forschungs- und Innovationsimpulse abzusichern.

### **Österreichischen Solarthermie Technologieplattform - ASTTP**

Die ASTTP versteht sich als die Plattform österreichischer Innovatoren im Bereich der thermischen Solartechnik. Gemeinsame Entwicklungen und Forschungsprojekte von Solarwirtschaft und Forschungsinstituten sollen in Abstimmung mit den Verantwortlichen für die österreichischen Energieforschungsprogramme für signifikante Impulse der Solarthermiebranche sorgen und die internationale Führungsposition weiter ausbauen. Darüber hinaus ist es erforderlich, die österreichischen Institutionen und Unternehmen in einem europäischen Netzwerk stark zu verankern. Dies soll insbesondere durch eine enge Kooperation mit der „Europäischen Solarthermie Technologie Plattform“ erfolgen.

### **Organisationsstruktur und Arbeitsweise**

Operativ umgesetzt werden sollen die o.g. Ziele durch die Mitarbeit österreichischer Akteure im Rahmen der ESTTP und im Rahmen von regelmäßigem Fachaustausch in Arbeitsgruppen, die vorrangig zur Definition von Forschungsschwerpunkten und konkreten Projekten führen sollen, die aber auch die strategische Entwicklung der Branche und die bestehenden Rahmenbedingungen diskutieren.

Die Koordination der ASTTP soll durch ein Steering Committee erfolgen, das sich aus Vertretern der Forschung und Entwicklung, des Verbandes Austria Solar sowie Verantwortlichen für die österreichischen Energieforschungsprogramme zusammensetzt.

### **Das Positionspapier**

Das vorliegende Positionspapier für ein österreichisches Solarforschungs- und Technologieprogramm wurde auf Basis des Visionspapiers der Europäischen Solarthermie Technologieplattform (ESTTP) „Solar Thermal Vision 2030“ erarbeitet. Es weist jene F&E Bereiche aus, die vor dem Hintergrund der energiepolitischen Ziele und der vorhandenen Infrastruktur bzw. Unternehmensstruktur im besonderen österreichischen Interesse liegen.

Das Positionspapier stellt die akkordierte Position der österreichischen Forschungseinrichtungen und der Solarindustrie für den Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der thermischen Nutzung der Solarenergie dar.

An der Erarbeitung des Positionspapiers haben sich alle relevanten österreichischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen aktiv beteiligt, die sich mit der Nutzung der thermischen Solarenergie beschäftigen. Insgesamt haben 6 universitäre- und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie 12 Unternehmen zu diesem Positionspapier beigetragen.

## 2 Einleitung

Mit großer Wahrscheinlichkeit wird im Jahr 2030 bei einer weltweit gestiegenen Energienachfrage wesentlich weniger Öl und Gas zur Verfügung stehen als heute. Die Verknappung von fossilen Energieträgern wird die Öl- und Gaspreise weiter ansteigen lassen.

Da es im Verkehrsbereich wenig Alternativen zu fossilen Energieträgern gibt, werden die noch zur Verfügung stehenden Ressourcen vor allen Dingen der Mobilität dienen und ihr Einsatz in der Wärmeversorgung von Gebäuden überproportional stark sinken. Unabhängig davon macht der voranschreitende Klimawandel eine drastische Reduzierung des Verbrauchs fossiler Energiequellen erforderlich.

Im Gebäudebereich gibt es heute schon ausgereifte Möglichkeiten, mit Effizienzmaßnahmen den Energiebedarf zur Wärmeversorgung massiv zu senken, die allerdings bislang fast nur im Neubaubereich genutzt werden. Es ist davon auszugehen, dass mit weiter steigenden Energiepreisen und der Notwendigkeit deutlicher CO<sub>2</sub>-Reduzierung der Wärmedämmstandard im Neubau und im Bestand wesentlich erhöht wird.

Im Neubau werden künftig hervorragend gedämmte Gebäude entsprechend dem Passivhausstandard ohne aktives Heizsystem zur Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielen. Diese Technik steht heute schon zur Verfügung.

Ein nicht unwesentlicher Anteil des Neubaus und das Gros des Gebäudebestands werden allerdings weiterhin aktive Heizsysteme aufweisen. Der durch den verbesserten Wärmedämmstandard deutlich reduzierte Heizwärmebedarf kann in Zukunft weitgehend ohne fossile Energien gedeckt werden. Aufgrund der relativ geringen erforderlichen Temperaturdifferenzen zwischen Raumtemperatur und Umgebungstemperatur (max. 40K) ist es aus exergetischer Sicht sinnvoll, für die **Bereitstellung der Raumwärme aber auch für die Warmwasserbereitung nur noch Solarenergie einzusetzen** und andere erneuerbare Energieträger für exergetisch höherwertige Anwendungen zu nutzen.

Über Niedertemperaturanwendungen in Gebäuden hinausgehend ist es sinnvoll, auch im gewerblichen und industriellen Bereich zukünftig Wärme durch Effizienzmaßnahmen und Wärmerückgewinnung drastisch zu reduzieren und den verbleibenden Bedarf ebenfalls über erneuerbare Energieträger zu decken. Hier erscheint es sinnvoll, den **Niedertemperaturbereich mit Solarenergie bereitzustellen** und den höheren Temperaturbereich über Biomasse und gegebenenfalls über Geothermie zu decken.



### 3 Thermische Solarenergie

#### 3.1 Solarenergienutzung international

##### 3.1.1 Märkte und Wachstumspotenziale

Bis zum Ende des Jahres 2006 waren weltweit thermische Sonnenkollektoren mit einer Leistung von 118 GW<sub>th</sub>, entsprechend einer Kollektorfläche von 168 Millionen Quadratmetern installiert<sup>1</sup>.

Damit liegt die thermische Solarenergie verglichen mit anderen neuen erneuerbaren Energietechnologien (ohne Biomasse und Wasserkraft) an zweiter Stelle hinter Windenergie und um Größenordnungen vor der Photovoltaik. Dieser Umstand wurde lange Zeit ignoriert.

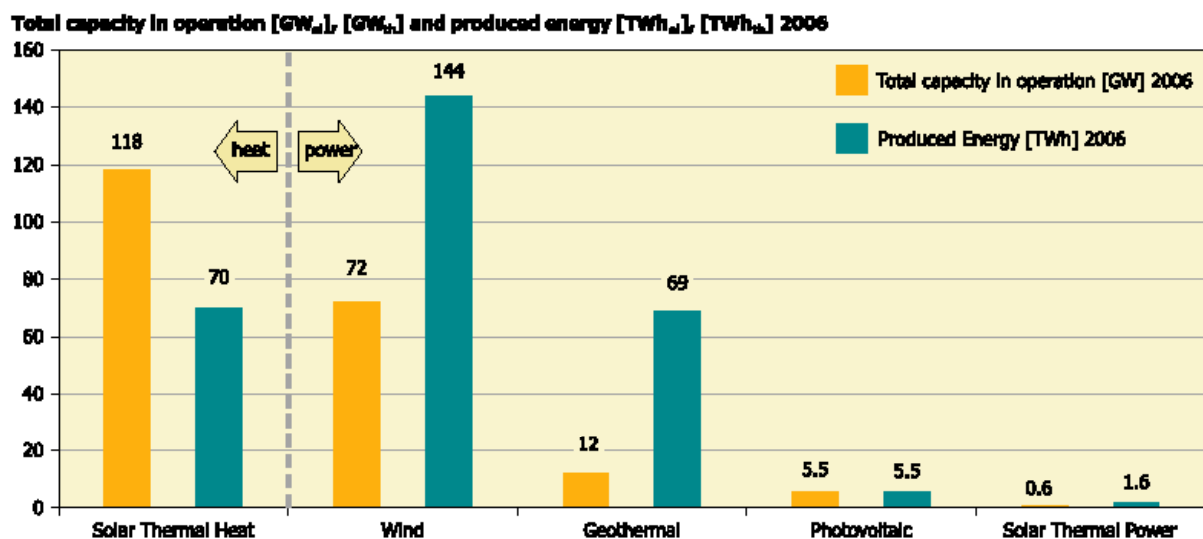


Abb.: 1: Gesamt installierte Leistung weltweit (GW) 2006 und jährliche Energieproduktion (TWh) erneuerbarer Energietechnologien. Quellen: Fawer, M.: Sarasin Sustainability Report 2006 und IEA SHC, 2007

Die am dynamischsten wachsenden Märkte weltweit sind seit fünf Jahren in China, Australien und Neuseeland sowie in Europa. Die durchschnittlichen **jährlichen Wachstumsraten lagen zwischen 2000 and 2005 bei 19% in China und Taiwan, sowie in Australien und Neuseeland und bei 13% in Europa. Damit wächst die Solarthermie zwischen fünf und zehnmal so schnell wie die Gesamtwirtschaft.** Nur wenige andere Technologien weisen derartige Wachstumsraten auf.

#### 3.2 Österreich im internationalen Spitzenfeld

In Österreich wurden bis zum Ende des Jahres 2006 rund 3,4 Millionen Quadratmeter thermische Sonnenkollektoren mit einer Leistung von rund 2,4 GW<sub>th</sub> installiert<sup>2</sup>. Die

<sup>1</sup> Weiss, W., Bergmann, I., Faninger, G.: Solar Heat Worldwide, Markets and Contribution to the Energy Supply 2005, IEA Solar Heating and Cooling Programme, April 2007

<sup>2</sup> Faninger, G.: Der Solarmarkt in Österreich 2006, AEE INTEC, BMVIT, 2007

breite Anwendung von solarthermischen Anlagen konzentrierte sich bisher nahezu ausschließlich auf die Bereiche Schwimmbäder sowie Warmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung für Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser sowie kleingewerbliche Betriebe.

Österreich liegt mit einer installierten Leistung von 205 kW<sub>th</sub> pro 1000 Einwohner weltweit an 3. Stelle hinter Israel mit 500 kW<sub>th</sub> und Zypern mit 660 kW<sub>th</sub>.

Aber auch in absoluten Zahlen betrachtet, nimmt Österreich weltweit eine Spitzenstellung ein und in Europa liegt Österreich nach Deutschland und Griechenland an dritter Stelle.

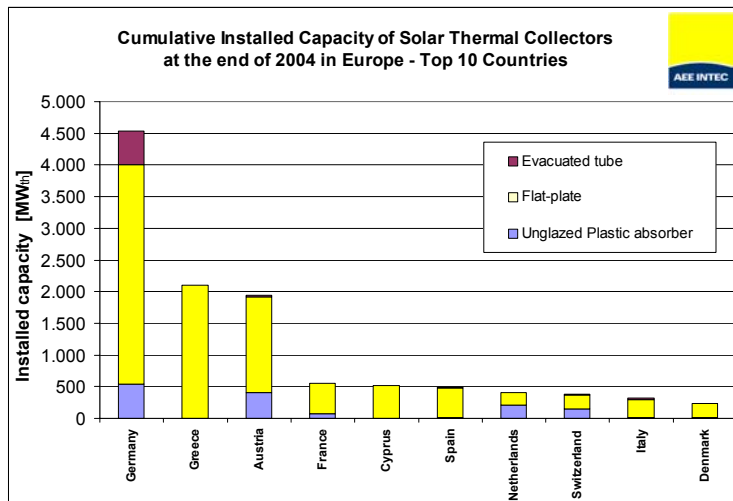


Abb.: 2: Gesamt installierte Leistung thermischer Solaranlagen in Europa 2004.

Auf Basis des sehr guten Inlandsmarktes gelang es den österreichischen Firmen auch, sich auf internationalen Märkten zu etablieren und Anlagenteile oder Gesamtsysteme zu exportieren. Im Jahr 1996 konnte erstmals ein Außenhandelsüberschuss am Kollektormarkt erreicht werden und im Jahr 2006 wurden bereits 75,8 % der in Österreich gefertigten Kollektoren exportiert. (s. Abbildung 4).

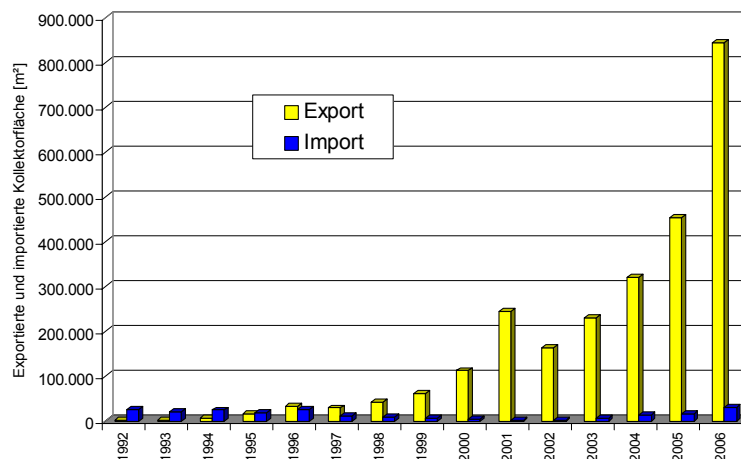


Abb.: 3: Produktion, Export und Import von Kollektoren (Quelle: G. Faninger)

Zur Absicherung der hervorragenden Marktposition österreichischer Unternehmen bedarf es allerdings permanenter technischer Innovationen und der Erschließung neuer Anwendungsbereiche.

### 3.3 Österreichische Forschungskapazitäten und Unternehmen

#### 3.3.1 Forschungskapazitäten

##### **AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)**

Feldgasse 19  
8200 Gleisdorf  
Tel.: 03112 – 5886-0  
E-mail: [office@aee.at](mailto:office@aee.at)  
Web: [www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

##### **Arsenal Research**

Giefinggasse 2  
1210 Wien  
Geschäftsfeld Erneuerbare Energietechnologien  
E-mail: [fechner.h@arsenal.ac.at](mailto:fechner.h@arsenal.ac.at)  
Tel.: 050550 – 6299  
Geschäftsfeld Nachhaltige Energiesysteme  
E-Mail: [brigitte.bach@arsenal.ac.at](mailto:brigitte.bach@arsenal.ac.at)  
Tel.: 050550 – 6612  
Web: [www.arsenal.ac.at](http://www.arsenal.ac.at)

##### **ASiC – Austria Solar Innovation Center**

Durisolstr. 7, GTZ - TOP 50  
4600 Wels  
Tel.: 07242 / 9396 5561  
E-mail: [office@asic.at](mailto:office@asic.at)

##### **Joanneum Research**

Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme  
Elisabethstrasse 16/1  
8010 Graz  
Tel.: 0316-876-2413  
E-mail: [christoph.brunner@joanneum.at](mailto:christoph.brunner@joanneum.at)  
Web: [www.joanneum.at/nts](http://www.joanneum.at/nts)

##### **Montanuniversität Leoben**

Institut für Werkstoffkunde und –prüfung der Kunststoffe  
Franz-Josef-Straße 18  
8700 Leoben  
Tel.: 03842-402-2100  
E-mail: [lang@unileoben.ac.at](mailto:lang@unileoben.ac.at)  
Web: <http://www.iwpk.at>

##### **Polymer Competence Center Leoben (PCCL)**

Parkstraße 11  
8700 Leoben  
Tel.: 03842 429 62-0  
E-mail: [office@pccl.at](mailto:office@pccl.at)  
Web: [www.pccl.at](http://www.pccl.at)

**Technische Universität Graz  
Institut für Wärmetechnik**

Inffeldgasse 25  
8010 Graz

Tel.: 0316 - 873-7306  
E-mail: w.streicher@tugraz.at  
Web: <http://www.iwt.tugraz.at>

**Technische Universität Graz  
Institut RNS**

Inffeldgasse 25  
8010 Graz

Tel.: 0316-876-2412  
E-mail: hans.schnitzer@tugraz.at  
Web: <http://www.rns.tugraz.at>

### 3.3.2 Solartechnikunternehmen

**Alternative Energietechnik**

Eduard Ast Straße 1  
A-8073 Feldkirchen/Graz  
Tel.: 0316/29 68 43

E-mail: [aet-rebernegg@aon.at](mailto:aet-rebernegg@aon.at)

Web: <http://www.eco.at>

Entwicklung, Herstellung & Vertrieb von Solar- und Heizungsregelungen

**Austria Email AG**

A-8720 Knittelfeld, Austriastr. 6  
Tel.: +43 (0)3512 700-0

[www.austria-email.co.at](http://www.austria-email.co.at)

Speicherhersteller für Warmwasserbereiter, indirekt beheizte Speicher und Solarsysteme

**Austroflex Rohr-Isoliersysteme GmbH**

A-9585 Gödersdorf, Finkensteiner Straße 7  
Tel.: +43 (0)4257 33 45 0

[www.austroflex.com](http://www.austroflex.com)

Herst./Vertrieb flexibler Anbindungsleitungen, Kollektordämmplatten

**Bachler Austria GmbH**

A-8962 Gröbming, Buchenweg 798  
Tel.: +43 (0)3685 231 89 0

[www.bachler.at](http://www.bachler.at)

Generalvertretung von ausländ. Herstellerfirmen der Solar-, Heizungs- und Umwelttechnik

**Buderus Austria Heiztechnik GmbH**

A-4600 Wels,  
Karl-Schönherr-Str. 2  
Tel.: +43 (0)7242 298 50 0

[www.buderus.at](http://www.buderus.at)

Komplettanbieter für Heizung, Warmwasser, Regelung und Solarthermie

**Conergy GmbH**

9330 Althofen, Industriepark 12

Tel.: +43 (0)4262 378 55

<http://www.conergy.at/>

Herstellung &amp; Vertrieb therm. Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung &amp; Heizungsunterstützung

**Edelstahl-Technik Zechner GmbH**

A-9020 Klagenfurt, Industriering 1

Tel.: +43 (0)463 37 610

[www.edelstahltechnik.at](http://www.edelstahltechnik.at)

Schrauben, Cu-Fittinge, Silberlote, Stockschrauben, Solarlack, Korrosionsschutzprodukte

**Energycabin Produktions und Vertriebs GmbH**

Grazerstraße 27

8200 Gleisdorf

Tel.: 0 3112 36777 16

E-mail: [info@energycabin.com](mailto:info@energycabin.com)Web: <http://www.energycabin.com>**Ertl Glas AG**

A-3362 Mauer/Amstetten,

Dieselstraße 6

Tel.: +43 (0)7472 627 00

[www.ertl-glas.at](http://www.ertl-glas.at)

Herstellung von Sicherheitsgläsern (ESG &amp; VSG), Solargläser für Solarthermie &amp; Photovoltaik

**Eternit Werke Ludwig Hatschek AG**

A-4840 Vöcklabruck, Eternitstraße 34

Tel.: +43 (0)7672 707 0

[www.eternit.at](http://www.eternit.at)

Alle Produkte rund ums Dach, Solarenergie-Dachlösungen

**Gasokol GmbH**

A-4371 Dimbach, Markt 53

Tel.: +43 (0)7260 747 50

[www.gasokol.at](http://www.gasokol.at)

Entwicklung, Planung, Fertigung und Vertrieb von Solaranlagen

**GEO-TEC Solartechnik GmbH**

A-9800 Spittal, Villacherstr. 95

Tel.: +43-(0)4762 / 613 99

[www.geotec.at](http://www.geotec.at)

Herstellung und Vertrieb von thermischen Sonnenkollektoren

**GREENoneTEC Solarindustrie GmbH**

A-9300 St. Veit, Industriepark St. Veit, Energieplatz 1

Tel.: +43 (0)4212 28 13 60

[www.greenonetec.com](http://www.greenonetec.com)

Produktion von thermischen Sonnenkollektoren

**GT Glastex HandelsgesmbH**

A-9020 Klagenfurt, Wulfengasse 16/2

Tel.: +43 (0)463 32 95 97

[glastex@aon.at](mailto:glastex@aon.at)

Anbieter von ESG Ornamentglas und ESG Floatglas für Solarthermie und Photovoltaik

**Saint-Gobain Isover Austria GmbH**

A-2000 Stockerau, Prager Straße 77

Tel.: +43 (0)2266 60 62 48

[www.isover.at](http://www.isover.at)

Dämmstoffe: Sonnenkollektor-Filz und -Platte, Lamell-Isoliermatten mit Alubeschichtung

**Metallwerk Möllersdorf Handelsges.m.b.H**

A-1140 Wien,

Lützowgasse 12-14

Tel.: +43 (0)1 910 86 0

[www.mmhg.at](http://www.mmhg.at)Kupferinst.system SUPERSAN, Löt-, Schraub- und Pressfitting, Cuprotherm  
Flächenheizung**Ökotech GmbH**

Puchstraße 85

8020 Graz

Tel.: 0316/576077

E-mail: [technik@oekotech.biz](mailto:technik@oekotech.biz)Web: <http://www.oekotech.biz>

Produktion von thermischen Sonnenkollektoren

**Oventrop GmbH & Co. KG**

A-4680 Haag/Hausruck,

Rottenbacher Straße 23

Tel.: +43 (0)7732 39 11-0

[www.ventrop.at](http://www.ventrop.at)

Hersteller von Armaturen, Reglern und Systemen für die Haustechnik

**Pink GmbH**

Bahnhofstrasse 22

8665 Langenwang

Tel.: 03854/3666

E-mail: [info@pink.co.at](mailto:info@pink.co.at)Web: <http://www.pink.co.at>

Speicherhersteller und Produktion von Kühlmaschinen

**RHEINZINK AUSTRIA GMBH**

A-3130 Herzogenburg, Industriestraße 23

Tel.: +43 (0)2782 85247-0

[www.rheinzink.at](http://www.rheinzink.at)Dachdeckungen aus veredeltem Zink, Fassadenbekleidung, Dachentwässerung und  
Solarlösungen**ROTO Bauelemente GmbH**

Süd-Ost-Europa

3660 Klein Pöchlarn, Wachauer Straße 4

Tel.: +43 (0)7413 21450 11

[www.roto-bauelemente.at](http://www.roto-bauelemente.at)

Solarsysteme, Photovoltaik

**Schott Austria GmbH**

A-1210 Wien, Brünner Str. 73

Tel.: +43 (0)1 29017 5642

[www.schott.com/austria](http://www.schott.com/austria)Vertrieb von Vakuumröhren-Kollektoren, Receiver für solarthermische Kraftwerke und  
PV- Solarstrommodulen

**Siko Solar VertriebsgmbH**

A-6200 Jenbach, Rotholzerweg 14

Tel.: +43 (0)5244 644 66

[www.siko.at](http://www.siko.at)

Entwicklung, Produktion und Vertrieb von solar- und rohrtechnischen Komponenten und Systemen

**Solarfocus GmbH**

A-4451 St. Ulrich/Steyr, Werkstraße 1

Tel.: +43 (0)7252 500 02

[www.solarfocus.at](http://www.solarfocus.at)

Therm. Solarsysteme, Biomasse-Heizkessel, Speichertechnik und Photovoltaik

**S.O.L.I.D. GesmbH**

A-8020 Graz, Puchstrasse 85

Tel.: +43 (0)316 292 84 00

[www.solid.at](http://www.solid.at)

Errichtung von Solaranlagen in allen Größen und Sonderformen

**SOLution Solartechnik GmbH**

A-4642 Sattledt, Hauptstraße 27

Tel.: +43 (0)7244 20 280

[www.sol-ution.com](http://www.sol-ution.com)

Thermische Solaranlagen, Pelletsheizungen und Photovoltaik

**Sonnenkraft Österreich Vertriebs GmbH**

A-9300 St. Veit, Industriepark

Tel.: +43 (0)4212 450 10

[www.sonnenkraft.com](http://www.sonnenkraft.com)

Entwicklung und Vertrieb von thermischen Solaranlagen und kompletten Solarsystemlösungen

**SUN MASTER**

4560 Kirchdorf an der Krems

<http://www.sun-master.at>

Produktion von thermischen Sonnenkollektoren

**Technische Alternative GmbH**

A-3872 Amaliendorf, Langestraße 124

Tel.: +43 (0)2862 536 35

[www.ta.co.at](http://www.ta.co.at)

Entwicklung, Herstellung &amp; Vertrieb von Solar- und Heizungsregelungen

**Teufel & Schwarz GmbH**

A-6306 Söll, Solarpark

Tel.: +43 (0)5333 201 0

[www.teufel-schwarz.com](http://www.teufel-schwarz.com)

Thermische Solaranlagen &amp; Speichersysteme für Warmwasser, Heizung und Schwimmbad

**Vaillant AUSTRIA GmbH**

A-1230 Wien, Forchheimergasse 7

Tel.: +43 (0)57050 0

[www.vaillant.at](http://www.vaillant.at)

Anbieter intelligenter Heiztechnik für mehr Wohnkomfort

**Velux Österreich GmbH**

A-2120 Wolkersdorf,

Veluxstrasse 3

Tel.: +43 (0)2245 3235 0

[www.velux.at](http://www.velux.at)

Dachflächenfenster, Sonnen- und Hitzeschutz, thermische Solarkollektoren

**Viessmann Ges.m.b.H.**

A-4641 Steinhaus bei Wels, Viessmannstrasse 1

Tel.: +43 (0)7242 62381 110 [www.viessmann.at](http://www.viessmann.at)

Herstellung und Vertrieb energieeinsparender und umweltschonender Heiztechnik.

**Max Weishaupt GmbH**

A-2351 Wiener Neudorf,

Max Weishaupt Straße 1

Tel.: +43 (0)2236 221 11 0

[www.weishaupt.co.at](http://www.weishaupt.co.at)

Thermische Solaranlagen, Warmwasser- und Energiespeicher, Brennwerttechnik

**Wilo Handelsges.m.b.H.**

A-1230 Wien, Eitnergasse 13

Tel.: +43 (0)507 507 0

[www.wilo.at](http://www.wilo.at)Solar-, Hocheffizienz-, Energiespar- und Heizungspumpen,  
Regenwassernutzungsanlagen, Druckerhöhung, Abwasserpumpen**Xolar Öko-Haustechnik GmbH**

Lauterbacher Straße 7

4560 Kirchdorf an der Krems

Tel.: 00800 / 51 610 610



#### **4 Innovationen in Angriff nehmen**

Die Solarthermie wurde bislang von vielen Kreisen als ausgereifte Technik ohne weiteres Entwicklungspotenzial angesehen und ihr Anwendungsbereich meist nur im Bereich der Warmwasserbereitung mit Kleinanlagen gesehen. Diese Einschätzung hat sich eindeutig als falsch und zu eng erwiesen. In den vergangenen Jahren wurden die heute vornehmlich eingesetzten Solarsysteme zur Trinkwassererwärmung und teilweise zur Heizungsunterstützung deutlich verbessert in Bezug auf Effizienz, Zuverlässigkeit und Integration sowohl der Kollektoren in die Dachhaut oder Fassade als auch des Solarsystems in die konventionelle Heizungstechnik. Dabei konnten die Kosten kontinuierlich gesenkt werden. Der Kostenreduktionsprozess wird sich verstärkt fortsetzen, wenn die Innovationspotenziale in der Produkt- und der Produktionstechnologie gezielt erschlossen werden, zum Beispiel durch den Einsatz neuer Materialien und einer industriellen Massenfertigung.

Der Anteil der Solarwärmeanlagen zur Raumheizungsunterstützung nimmt kontinuierlich zu. Diese haben heute in Österreich in der Regel eine Kollektorfläche zwischen 12 und 20 m<sup>2</sup> und decken in einem gut gedämmten Haus bis zu 40% des Gesamtwärmebedarfs. Allerdings werden auch Gebäude mit deutlich größeren Kollektorflächen und größeren Solarspeichern gebaut, die beispielsweise 50% bis 70% des Gesamtwärmebedarfs decken oder eine solare Vollversorgung ermöglichen. Die durchschnittliche Anlagengröße und damit die solare Deckungsrate weist eine kontinuierliche Steigerung auf.

In künftigen Solarsystemen wird die Solarwärme die Hauptwärmequelle des Gebäudes darstellen und weitere Wärmequellen nur noch als Backup vorhanden sein. Die Reduzierung der Rolle konventioneller Heizgeräte auf reine Backupsysteme entspricht einer qualitativen Änderung des Wärmeversorgungskonzeptes und führt dazu, dass diese Backupsysteme sehr kostengünstig bereitgestellt werden können. Auch daraus leitet sich die Zielsetzung einer vollsolaren Wärmeversorgung von Gebäuden ab.

Die Solarthermie bietet große Innovationspotenziale, die jetzt aktiv in Angriff zu nehmen sind. Dies umfasst sowohl die Effizienzsteigerung als auch die Kostenreduzierung bei den Sonnenkollektoren und sonstigen Komponenten der Solarwärmeerzeugung. Vor allem sind jedoch die Systemtechnik und die Wärmespeicher weiter zu entwickeln.

Jenseits der Gebäudebeheizung von Neubauten bietet die Solarthermie weitere große Nutzungspotenziale. Die Entwicklung von neuen innovativen Systemansätzen in der solaren Sanierung des Gebäudebestands oder von Systemen zur solaren Kühlung bieten hervorragende Chancen, die genutzt werden sollten.

Die Integration der Solartechnik in die Bauteile der Gebäudehülle ist eine große technologische Herausforderung. Neue aktive Fassadensysteme sind zu erwarten, die im Sommer Überschusswärme in Kälte wandeln und im Winter je nach Bestrahlung der Fassade eine hervorragende Wärmedämmung bieten oder einen aktiven und hocheffizienten Wärmetransport ins Gebäude ermöglichen. Große Chancen bietet darüber hinaus die Prozesswärmebereitstellung mit Sonnenkollektoren für die Anwendung im gewerblichen und industriellen Bereich.

## 5 Solarthermie – Vision 2030

### 5.1 Das Solarhaus

Die Gebäudeheizung wird bis 2030 weitgehend ohne fossile Energiequellen erfolgen. Ein Teil der Neubauten wird als Passivhäuser mit einem minimierten Wärmebedarf ausgeführt werden. Die Mehrzahl der Neubauten und vor allem die Mehrzahl des Gebäudebestands wird jedoch weiter aktiv beheizt werden.

**Die Solarbranche hat das Ziel, bis 2030 das 100% mit Solarenergie beheizte Haus zum Standard zu machen. Hocheffiziente, innovative und intelligente Solarsysteme werden einen hohen Komfort bei geringem Platzbedarf bieten. Die Solarheizung wird die kostengünstigste Form der Gebäudebeheizung darstellen.**

### 5.2 Solarvision Neubau: Das Solaraktivhaus

Der Anteil von CO<sub>2</sub>-neutraler Gebäudebeheizung mit Biomasse und in manchen Regionen mit Erdwärme wird künftig deutlich ansteigen. Neben der reinen Wärmebereitstellung werden kleine Biomasse-Blockheizkraftwerke und PV-Systeme/Wärmepumpensysteme auch einen Beitrag zur Stromversorgung liefern. Die vorhandenen Biomasse- und Erdwärmepotenziale werden jedoch nicht ausreichen, den gesamten Wärmebedarf zu decken, insbesondere da Biomasse auch zur Befriedigung des Energiebedarfs im Verkehrssektor und zur Stromerzeugung benötigt wird.

Vor diesem Hintergrund wird die große Bedeutung der Solarthermie in der Zukunft deutlich. Sie steht nachhaltig als CO<sub>2</sub>-freie Wärmequelle mit einem sehr großen Potenzial zur Verfügung und kann praktisch an jedem Ort genutzt werden. Es ist davon auszugehen, dass sich **die Solarthermie in den kommenden Jahrzehnten zur wichtigsten Energiequelle in der Gebäudewärmeversorgung entwickelt.**

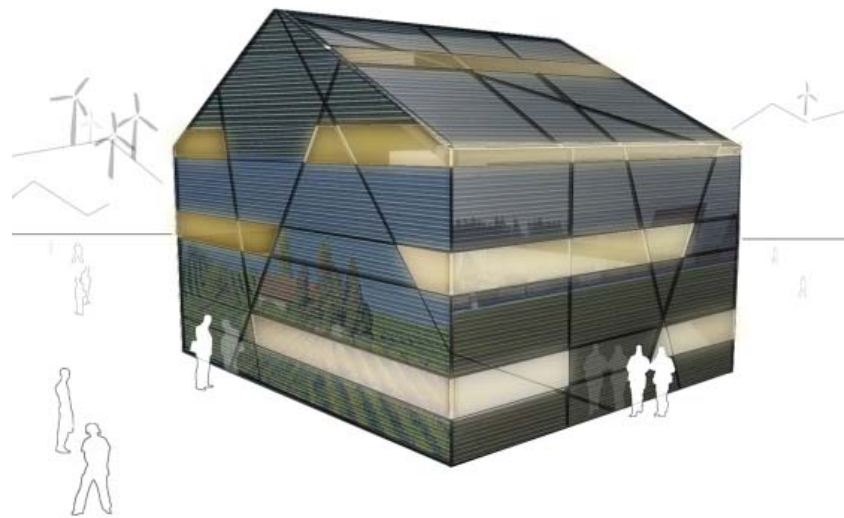
Bereits 1997 wurde in Laßnitzhöhe bei Graz ein 100% mit Solarenergie versorgtes Haus gebaut. Weitere voll solarversorgte Gebäude wurden in Oberburg in der Schweiz (Solarhaus Jenni) und in Freiburg, Deutschland (Energieautarkes Haus in Freiburg) errichtet. Diese Häuser haben eindrucksvoll nachgewiesen, dass sowohl eine 100%-ige Wärmeversorgung mit Solarenergie als auch eine 100%ige Gesamtenergieversorgung machbar ist. Das erfordert eine ausreichend große Solarfläche und einen saisonalen Speicher, der die im Sommer erzeugte Wärme mehrere Monate zur Beheizung des Hauses im Winter zur Verfügung stellt. Künftig ist auch eine hocheffiziente Nutzung der Wintersonne zur Beheizung denkbar durch z.B. neuartige wandintegrierte Speicher.

Das Konzept der vollsolaren Gebäudebeheizung ist als Lösung für die künftige Versorgungsproblematik im Wärmebereich vorhanden und die Funktionsfähigkeit nachgewiesen. Für den Breitereinsatz ist es jedoch noch erforderlich, die einzelnen Komponenten deutlich weiter zu entwickeln und zu optimieren. **Ziel ist es, bis zum Jahr 2030 das zu 100% mit Solarwärme versorgte Haus als Gebäudestandard zu etablieren.**

Der Vorteil des Solaraktivhauses ist die hohe Flexibilität, rasch auf unterschiedliche Nutzungsbedingungen und sich ändernde Wetterbedingungen reagieren zu können durch optimale solare Energieeinträge, verlustminimierte Speicherung von Wärme und flinken aktiven Heizsystemen. Die aktiven Solarsysteme können zusätzlich zur Kühlung der Gebäude eingesetzt werden. Dadurch verbindet das Solaraktivhaus höchsten Wohnkomfort mit nachhaltiger Wärmeversorgung.

### 5.2.1 Solarempfangsflächen

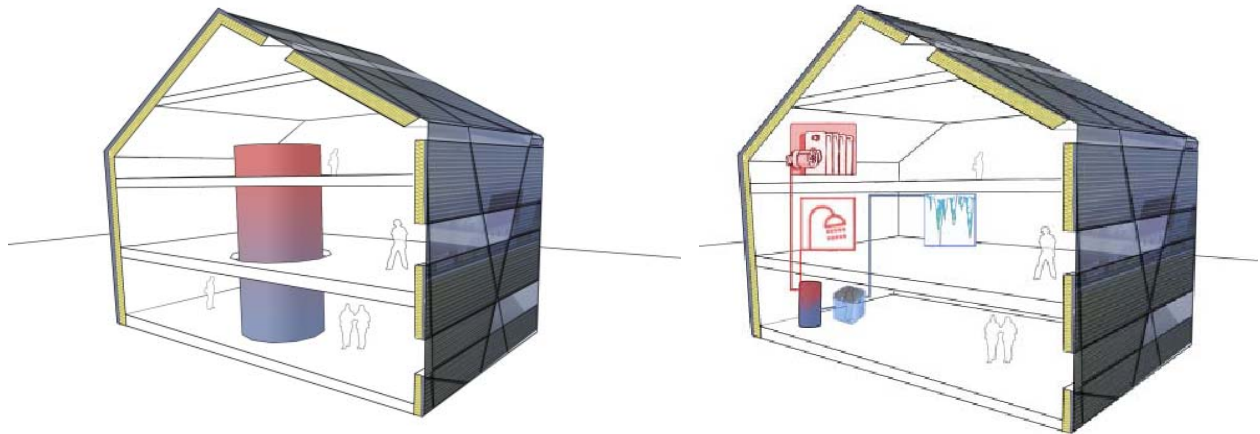
Der steigende Bedarf nachhaltiger, dezentraler Energieversorgung wird dazu führen, dass bis 2030 die südlich orientierten Dachflächen (von Ost über Süd bis West orientiert) bis auf Dachfenster und Gauben vollständig mit Solarflächen belegt sein werden. Solarwärmekollektoren und Solarstrommodule in einheitlichem Design werden sich die vorhandenen Flächen teilen, wobei die Flächenanteile von der Solarwärmenutzung bestimmt werden, da die Netzkopplung die Installation von Solarstromanlagen wesentlich flexibler macht.



Zusätzlich zu den Dachflächen werden teilweise auch die südlich orientierten Fassaden als Solarempfangsflächen genutzt werden, teilweise werden sich auch Ost- und Westfassaden als Solarflächen eignen. Die Solarflächen werden vollständig in die Bauteile der Gebäudehülle integriert werden. Eine kompakte Bauweise und der intelligente Mehrfachnutzen von Gebäudeteilen wird neue Synergieeffekte erschließen.

### 5.2.2 Wärmespeicherung

Die vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Gebäude wird in der Regel eine saisonale Speicherung der im Sommer erzeugten Solarwärme erfordern. Heute sind dazu Wasserspeicher mit einem großen Volumen von 30 und mehr Kubikmetern allein für ein sehr gut gedämmtes Einfamilienhaus erforderlich. Die saisonalen Speicher werden bis 2030 dieselbe Wärmespeicherkapazität bei wesentlich reduziertem Volumen zur Verfügung stellen auf Basis von einer stark verbesserten Wärmedämmung, z.B. mit Vakuumdämmung, die sowohl die Speicherverluste als auch das Volumen der Dämmschicht deutlich reduziert. Neue Speichermedien und -technologien werden eine gegenüber Wasser wesentlich höhere Energiedichte zur Verfügung stellen, **das Ziel ist die Steigerung der Energiedichte um den Faktor acht.** Aufgrund des wesentlich verbesserten Standards der Gebäudedämmung und der Wärmerückgewinnung im Rahmen einer kontrollierten Be- und Entlüftung kann die Größe des Wärmespeichers weiter reduziert werden. Angestrebt wird ein Volumen des saisonalen Speichers von nur noch wenigen Kubikmetern. Kurzzeitspeicher können auch für die Raumheizung auf ca. 100 Liter verkleinert werden. Neben den zentralen Speichern werden auch dezentrale Speicherkonzepte wie z.B. in massiven Bauteilen des Gebäudes oder in Form von Putzmaterialien mit Speichereigenschaften zur Verfügung stehen.



Die Speichertechnologie ist das zentrale Problem bei der Erhöhung des Deckungsanteils von Solarwärmesystemen. Zwar wurden bereits einzelne Projekte beispielsweise für Latentspeicher durchgeführt, doch gibt es bislang keine grundlegende, systematische und intensive Forschungsarbeit an Langzeitwärmespeichern mit höheren Energiedichten als Wasser. Besonders in diesem Bereich besteht hoher Forschungsbedarf, um die Vision der nachhaltigen solaren Wärmeversorgung zu realisieren.

### 5.2.3 Backup für das Heizsystem

Das Solarsystem wird beim vollsolar beheizten Haus aus Ressourcengründen auf eine 100%ige Wärmeversorgung in Jahren mit durchschnittlichem Wetter ausgelegt werden. Sicherheitshalber wird eine Backup-Wärmequelle installiert sein, um auch genügend Wärme bei selten auftretenden extremen Wetterereignissen bereitstellen zu können. Die geringen Laufzeiten dieser Geräte erlauben eine kostengünstige Ausführung.

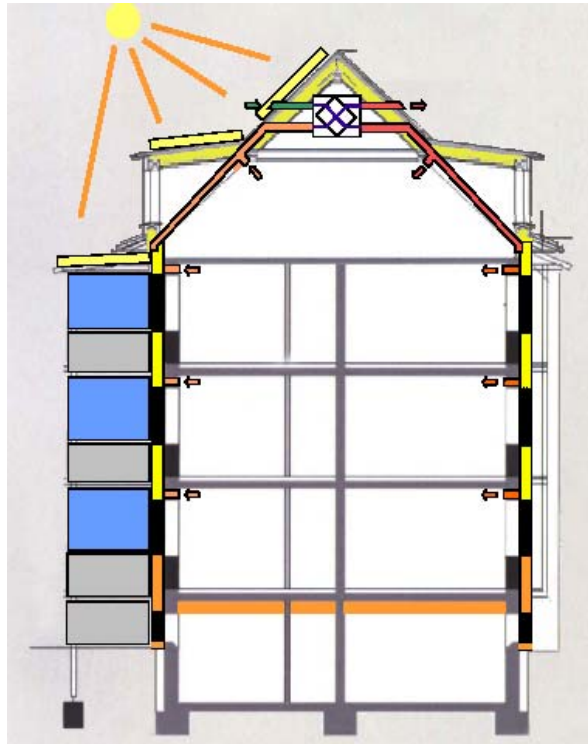
Als Backup-Systeme sind von Pelletskesseln bis zur Photovoltaikanlage viele Optionen auf Basis erneuerbarer Energieträger denkbar. Auch kleine Blockheizkraftwerke (Brennstoffzellen, Stirlingmotoren) auf der Basis von Biomasse können hier zum Einsatz kommen. Ebenso denkbar ist es, dass bis 2030 kleine chemische Speicher (z.B. Wasserstoff oder andere Verbindungen) zur Verfügung stehen, die im Sommer aufgeladen werden und als Backup zur Spitzenlastdeckung zur Verfügung stehen.

Die Aufzählung zeigt, dass als Sicherheitsbackup eine Vielzahl von CO<sub>2</sub>-freien Möglichkeiten denkbar sind und deshalb das 100% Solarhaus auf den Standardbedarf hin optimiert werden kann.

## 5.3 Solarvision Gebäudebestand: Die Solaraktive Sanierung

Die sinkende Bevölkerungszahl, der hohe Flächenbedarf bei dezentralen Wohneinheiten und steigende Fahrtkosten werden dazu führen, dass in den kommenden Jahrzehnten der Neubau weiter an Bedeutung abnimmt. In bezug auf die Energieversorgung sind deshalb vor allem Lösungen für die energetische Sanierung des Gebäudebestands zu entwickeln.

Aktive Solarsysteme bieten, neben der verbesserten Wärmedämmung, in der energetischen Gebäudesanierung eine hervorragende Möglichkeit, das Gebäude mit einem nachhaltigen und emissionsfreien Wärmeversorgungssystem auszurüsten. Das Ziel ist es deshalb, bis 2030 die solare Sanierung des Gebäudebestands zum Standard der energetischen Gebäudesanierung zu machen.



Grafik: M. Zimmermann, EMPA

Hierzu werden konventionelle opake Bauteile (Dächer, Fassaden, etc.) praktisch mit aktiv solaren Elementen verschmelzen. Vorgefertigte Dachelemente (mit und ohne Tragkonstruktion) sowie Fassadenelemente ermöglichen die einfache Integration von Solarwärme in der Gebäudesanierung. Farbvielfalt beim Erscheinungsbild nach außen ermöglicht ein breites Anwendungsspektrum in sämtlichen Bereichen der Architektur.

Hydraulische Versorgungsleitungen (Solaranlage und Wärmeverteilung) sind einfach und flexibel (in vorgefertigten Dach- oder Fassadenelementen) integriert.

Bis 2030 werden kompakte Fassadeneinheiten einsatzbereit sein, die aktive Solarelemente beinhalten und zur Sanierung vor die vorhandenen Fassaden gesetzt werden können. Es werden verschiedene Solarfassadenmodule zur Verfügung stehen, die die Wärmeerzeugung mit wasserdurchflossenen und luftdurchströmten Kollektoren ermöglichen sowie Photovoltaikmodule zur Stromerzeugung und Module mit transparenter Wärmedämmung zur direkten Erwärmung der Wand.

Künftig werden die Fassadenelemente wesentlich dünner sein und gleichzeitig einen deutlich verbesserten Wärmedämmwert aufweisen, zum Beispiel durch den Einsatz von Vakuumdämmung. Die umfassende Modularität und Kombinierbarkeit der Fassadenelemente wird durch definierte Anschlüsse sowohl bezüglich der Statik als auch des Transports der im Modul erzeugten Energie erreicht. Die Elemente werden in einer großen Anzahl von Rastermaßen angeboten und bieten den Architekten in der Sanierung die Möglichkeit, vollflächige Solarfassaden aufzubringen, welche die Gebäudeproportionen nur unwesentlich ändern. Die Kombinierbarkeit von solaren und opaken Elementen mit beliebiger Oberfläche erweitern die architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten und bieten die Möglichkeit der solaren Vollversorgung.

Neben den Solarfassadenelementen, die vor die bestehende Gebäudefassade gesetzt werden, werden 2030 auch Fassadenelemente zur Verfügung stehen, die aktiv an die bestehende Fassade angekoppelt werden. Die resultierende Gebäudewand wird in der

Lage sein, hocheffizient Solarenergie aufzunehmen und Wärme gezielt nach innen zu leiten. Durch Schichten, die den Wärmefluss effizient regeln, wird außerhalb der Heizperiode der Wärmestrom nach innen gestoppt. In der Heizperiode wird beispielsweise durch transparente Wärmedämmung und einer hohen Wärmeleitfähigkeit der Trennschicht ein großer Wärmefluss durch die Wand ins Gebäude ermöglicht und damit der U-Wert der Wände unter Null gedrückt. Damit kann die Beheizung von Gebäuden zu großen Teilen über die Wände erfolgen.

### **5.3.1 Teilsolare Beheizung im Gebäudebestand**

Für Gebäude mit hohem Energiebedarf, hoher Verschattung oder geringem Platzangebot für die notwendigen Speichervolumina wird die Zielsetzung auf eine 50%ige solare Deckung reduziert, die üblicherweise auch in Problemlagen realisiert werden kann. Als Kurzzeitspeichermedium kommt hier primär Wasser zum Einsatz. Eine weitere Speicherverkleinerung ist durch geeignete Phasenwechselmaterialien oder Sorptionsspeicher anzustreben. Die Restwärme lässt sich dann beispielsweise CO<sub>2</sub>-neutral durch Pelletsheizungen decken. Alternativ sind Kraft-Wärme-Kopplungs-Maschinen z.B. mit Biomasse angetrieben sinnvoll, die zusätzlich einen Beitrag zur Strombedarfdeckung leisten können.

### **5.3.2 Solare Nah- und Fernwärme**

In verdichteten Räumen sind mit erneuerbaren Energieträgern beheizte solare Nahwärmesysteme im Einsatz, die in allen Größen existieren werden und wenige Gebäudeeinheiten bis große Wohnsiedlungen umfassen werden.

Hierbei werden sowohl Konzepte der zentralen wie der dezentralen Einspeisung von Solaranlagen und Backup-Kesseln verfolgt. Letztere Variante hat den Vorteil, dass Wärmenetze sukzessive ausgebaut werden können, ohne dass es zu Problemen mit Rohrleitungsquerschnitten und Pumpleistungen kommt. Es wird eine Reihe von kleinen Netzen mit dezentralen Einspeisern miteinander gekoppelt. Allerdings ist der Regelungsaufwand für die zweite Variante wesentlich höher als für zentrale Netze, da sich die hydraulischen Zustände im Netz ständig ändern. Mit ähnlicher Technologie ist es auch möglich, Solaranlagen für die Einspeisung in bestehende größere Wärmenetze zu nutzen.

## **5.4 Gewerbe, Industrie und sonstige Anwendungen**

### **5.4.1 Solare Kühlung**

Solare Kühlung ist heute auf der Basis sorptiver Systeme im Demonstrationsstadium und wird weltweit immer häufiger eingesetzt. Es existieren eine Vielzahl unterschiedlicher Systemansätze mit einer Reihe verschiedener Materialien und Konzepte (absorptive, adsorptive, offene, geschlossene, einstufige, zweistufige Systeme). Die notwendigen Antriebstemperaturen liegen je nach System im Bereich zwischen 60°C und 150°C, wobei nach oben hin keine Grenzen gesetzt sind. Bislang gibt es Kaltwassersysteme (geschlossene Verfahren) zum Anschluss an wassergestützte Raumeinheiten und Systeme zur Integration in Lüftungsanlagen (offene Verfahren).

Thermisch angetriebene Kühlsysteme können beliebige Wärmequellen mit ausreichendem Temperaturniveau nutzen. Sie eignen sich allerdings ideal für den Einsatz von Solarwärme aufgrund der Koinzidenz von solarer Einstrahlung und Kühlbedarf. Da in den meisten Fällen auf große Speicher verzichtet werden kann, wird die Solarwärme sehr effizient eingesetzt.

Heute wird der Markt der Raumklimatisierung dominiert von Split- und Multisplitanlagen, in denen Kältemittel direkt genutzt werden. Diese werden langfristig nur bestehen können, wenn Kältemittel ohne klimaschädigende Wirkung verwendet werden (z.B. CO<sub>2</sub>). Technische Alternativen auf Basis thermischer Verfahren, die Solarwärme nutzen gibt es zu diesen Geräten bis heute nicht und stellen eine große technologische Herausforderung dar.

Eine Alternative zu thermischen Verfahren sind hoch-effiziente elektrisch betriebene Systeme (Kompressionsverfahren), die Strom aus erneuerbaren Quellen nutzen. Obwohl die klimaschädigenden fluorierten Kohlenwasserstoffe als Kältemittel in Zukunft verboten sein werden (Ersatzstoffe wie CO<sub>2</sub>, Propan, Propen, und Ammoniak sind derzeit Favoriten) wird davon ausgegangen, dass im Sommer, wenn vorwiegend Bedarf an Raumklimatisierung besteht, genügend Wärme aus unterschiedlichen Quellen (Solarthermie, aber auch Fernwärme oder Kraft-Wärme-Kopplung) zur Verfügung steht, dass die thermischen Verfahren bis 2030 einen größeren Anteil des Kühlungsbedarfs decken werden.

Zweifellos wird der Bedarf zur Gebäudeklimatisierung auch in unseren Klimazonen künftig deutlich steigen. Zwar werden durch intelligente Architektur die Kühllasten deutlich reduziert werden und durch Nutzung von Umweltwärmesenken wie das Erdreich oder die Außenluft energiesparende Teil-Abdeckung von Kühllasten möglich werden, doch werden wachsende Komfortansprüche und steigende sommerliche Temperaturen zu Anstieg der Raumkühllasten führen. Diese werden aktuell noch durch einen starken Anstieg des Einbaus von Split-Geräten abgedeckt. Der hohe Kühlungsbedarf in südlicheren Regionen stellt darüber hinaus ein sehr hohes Absatzpotenzial für solare Kühlungsgeräte dar.

#### **5.4.2 Vollsolar-Bürogebäude**

Bürogebäude sind gegenüber Wohngebäuden durch eine größere Luftwechselrate und höhere interne Lasten während der Bürozeit und einem geringeren Luftwechsel außerhalb der Dienstzeit gekennzeichnet. Dies führt zu einem verstärkten Einsatz von Lüftungsanlagen mit Abluftwärmerückgewinnung und zum anderen zum verstärkten Einsatz von Klimaanlage. Allerdings gibt es auch im Neubaubereich immer wieder Beispiele, die ohne Kühlung auskommen. Im Altbaubereich gibt es zudem viele Bürogebäude ohne Lüftungsanlage.

Der Weg zu einem vollsolaren Bürogebäude führt zuerst über eine möglichst große Reduktion des Energieverbrauchs für die Heizung (gute Dämmung, Lüftungsanlage mit Abluftwärmerückgewinnung) und eine Vermeidung bzw. starke Verringerung des Kühlenergiebedarfs (möglichst geringe interne Lasten durch Elektrogeräte und Beleuchtung, nicht zu große Glasflächen, außenliegende regelbare Verschattung, ausreichend Speichermassen im Gebäude, Möglichkeit der Nachtauskühlung über verstärkten Luftwechsel durch natürliche Lüftung).

Die Restheizenergie kann durch thermische Solarenergie mit Langzeitspeicherung (bzw. Kurzzeitspeicherung und Biomasse-Backup Kessel bzw. Anschluss an ein biomassebetriebenes Fernwärmenetz) abgedeckt werden. Die Solaranlage kann bei Kühlbedarf im Sommer auch über thermische betriebene Kältemaschinen (Ab- bzw. Adsorptionswärmepumpe oder bei geringen Lasten auch über Desiccant Cooling Anlagen) bewerkstelligt werden.

Über diese Maßnahmen kann der Energiebedarf von neuen Bürogebäuden drastisch gesenkt werden (auf Passivhausstandard oder sogar darunter).

### 5.4.3 Gewerbe und Industrie

Unter den Sektoren Industrie, Transport, Haushalte und Dienstleistungssektor weist der Sektor Industrie in den Mitgliedsländern der Europäischen Union mit einem Anteil von rund 30 % den höchsten Anteil am Energieverbrauch auf.

Rund 26 PJ des industriellen Wärmebedarfs im Niedertemperaturbereich in Spanien, Portugal und Österreich könnten solarthermisch abgedeckt werden<sup>3</sup>. Bis zum Jahr 2030 lassen sich voraussichtlich 15 % dieses Potenzials erschließen, was allein für diese drei Länder zur Installation einer Kollektorleistung von 2,1 GW<sub>th</sub> (3 Mio m<sup>2</sup>) führt. Bezogen auf die EU 25 wird das bis 2030 umsetzbare Potenzial auf 20 – 30 GW<sub>th</sub> geschätzt.

Ähnlich wie in dem vollsolaren Bürogebäude ist es auch für den Einsatz in Industrie und Gewerbe entscheidend den Energiebedarf vor dem Einsatz solarer Wärme auf ein Minimum zu reduzieren. Das bedingt, dass zuerst durch prozessintegrierte Maßnahmen (Einsatz von energieeffizienten Technologien) und Wärmerückgewinnung die Energie in einem Produktionsbetrieb effizient eingesetzt wird. Erst nach Optimierung des Energieverbrauchs wird der Einsatzbereich für solare Prozesswärme geprüft und gegebenenfalls eine Solaranlage in das System integriert.

Wesentliche Einsatzbereiche für solarthermische Anlagen bestehen in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, in der Textil- und Chemieindustrie sowie bei Waschprozessen. Dies liegt vor allem an den Temperaturniveaus von 30°C bis maximal 90°C, die für die Prozesse dieser Branchen erforderlich sind. Neben der Prozesswärmebereitstellung werden künftig in Gewerbe und Industrie auch die Produktionshallen in großem Umfang mit Solarwärme beheizt werden.

Über die Niedertemperaturprozesse bis 90°C hinaus besteht ein beachtliches Potenzial für die Solarwärmenutzung im mittleren Temperaturbereich bis ca. 250°C. In den kommenden Jahren sind hierfür Kollektoren zu entwickeln, die dieses erforderliche Temperaturniveau mit hohem Wirkungsgrad erreichen. Entsprechende Technologiekonzepte sind vorhanden, beispielsweise Flachkollektoren mit Mehrfachverglasung und Antireflex-Beschichtung, evakuierte Flachkollektoren, stationäre CPC-Kollektoren oder kleine Parabolrinnenkollektoren.

---

<sup>3</sup> Vannoni, C. et.al.: SHIP Potential Studies Report, Solar Heat for Industrial Processes IEA SHC Task 33, March 2006



## **6 Forschungsschwerpunkte für Österreich**

### **6.1 Innovationen und Kostenreduktion**

Die Umgestaltung des Energiesektors im Wärmebereich von der fossilen hin zu einer solaren Energieerzeugung erfüllt nicht nur alle Kriterien der Nachhaltigkeit und Ökologie, sondern ist auch in ökonomischer Hinsicht der optimale Weg. Die Nutzung der technologischen Innovationspotentiale und die Einführung der industriellen Massenfertigung in allen Produktbereichen wird mindestens zur Halbierung der solaren Wärmegestehungskosten bis zum Jahr 2030 führen. Aufgrund der gleichzeitig gestiegenen Kosten für fossile Energiequellen wird die solare Wärmeversorgung die mit Abstand wirtschaftlichste Wärmequelle werden. Die Kostenreduktionspotentiale und die Innovationspotentiale werden nachfolgend detailliert untersucht.

### **6.2 Solare Wärmeerzeuger**

Die Herstellkosten eines Standardflachkollektors betragen heute etwa 140 €/kW<sub>th</sub> (100 €/m<sup>2</sup>) und lassen sich durch eine jährliche Kostendegression von 3 % bis 2030 auf 70 €/kW<sub>th</sub> (50 €/m<sup>2</sup>, Preisstand 2005) halbieren. Dieses Kostenreduktionspotential erfordert die Ausschöpfung von Innovationspotenzialen durch Weiterentwicklung vorhandener und Entwicklung neuer Kollektorkonzepte in Kombination mit dem Aufbau einer industriellen Massenfertigung. Die Innovationspotentiale zum Erreichen dieser Ziele liegen in folgenden Bereichen.

#### **6.2.1 Einsatz neuer Materialien**

Die heute bei der Produktion von solaren Wärmeerzeugern eingesetzten Materialien und Fertigungsverfahren erfüllen nicht alle die Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit, Recyclebarkeit, Eignung zur Massenfertigung und bieten daher umfangreiche Innovationspotentiale und Möglichkeiten für die Kostenreduzierung, sodass künftige solare Heizsysteme ohne öffentliche Förderungen ökonomisch realisierbar sein werden. Im Niedertemperaturbereich mit Arbeitstemperaturen bis zu 90 °C werden solarthermische Systeme zu einem Großteil aus polymeren Struktur- und Funktionswerkstoffen (Kunststoffe und Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe) hergestellt sein. Um den breiten Einsatz von kostengünstigen und großserientauglichen Kunststoffen zu ermöglichen, wird das Design solarthermischer Kollektoren und Speicher grundlegend verändert. Wesentliche Fortschritte sind insbesondere bei der Anpassung der Ist- und Sollbetriebstemperatur zu erwarten. Die Überhitzung im Stagnationsfall wird nicht mehr auftreten. Anorganische Materialien, wie Keramiken, Gläser und Metalle, werden eine zentrale Rolle bei Mitteltemperatursystemen mit Arbeitstemperaturen über 90 °C spielen. Durch die verbesserte Konzentration des Sonnenlichtes mit Spiegel- und Linsensystemen werden die erforderlichen Absorberflächen von Hochtemperaturkollektoren deutlich reduziert, wodurch sich der erforderliche Bedarf hochtemperaturbeständiger Materialien auf ein Minimum beschränken wird. Als Konzentratoren werden in die Gebäudehülle integrierte Leichtbauelemente aus faserverstärkten und geschäumten Sandwichelementen oder Verglasungselemente aus strukturierten, hochtransparenten Paneelen zum Einsatz kommen.

#### **6.2.2 Materialveredlung**

Die passive Solarenergienutzung durch Fenster, transparente Fassaden und Überdachungen deckt bereits heute einen signifikanten Anteil des Heizenergiebedarfs von Gebäuden. Dabei wurden im Bereich der Verglasungen oder transparenter Wärmedämmelemente in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielt. Funktionale Beschichtungen von Gläsern, wie beispielsweise bei der Wärmeschutzverglasung,

erlauben hochtransparente und gut wärmedämmende Fensterverglasungen. Für die transparente Wärmedämmung wurden neben makroskopischen Zellstrukturen auch nanostrukturierte Schäume entwickelt, die zu einer signifikanten Reduktion der Elementdicke führten. Künftige Materialveredlungen werden eine erhöhte Funktionalität von Verglasungselementen ermöglichen. Beispielsweise sind neben breitentauglichen antireflektierenden Beschichtungen, welche die Effizienz erhöhen, künftig auch schmutzabweisende, selbstreinigende und selbstschaltende Beschichtungen zu erwarten, die einen höheren Nutzerkomfort gewährleisten. Was die Wärmedämmung anlangt, so werden neue Wege zur Herstellung nanoporöser Polymerschäume (zB. organische Templatsynthese) zu maßgeschneiderten Dämmstoffen führen, welche die Eigenschaftsprofile sowohl klassischer opaker Schaumstoffe als auch transparenter Aerogele übertreffen werden. Im Gegensatz zur  $\text{SiO}_2$ -Chemie ist die organische Polymerchemie hinsichtlich Polarität und Funktionalität der Monomerbausteine deutlich abwechslungsreicher, sodass künftig maßschneiderbare Strukturen und Porengrößenverteilungen des Dämmstoff-Endproduktes erzielbar sein werden.

Aktiv-solare Wärmeerzeuger für den Niedertemperaturbereich (kleiner  $90\text{ }^\circ\text{C}$ ) werden künftig zu einem Großteil aus polymeren Struktur- und Funktionswerkstoffen hergestellt werden. Im Bereich der Strukturwerkstoffe sind bereits heute kostengünstige Massenkunststoffe, wie Polyethylen oder Polypropylen, in Niedertemperatur-Wand- und Fußbodenheizungssystemen aber auch bei Wärmespeichern im Einsatz. Für die Anwendung derartiger Materialien in Solarabsorbern ist einerseits eine Erhöhung des Funktionalisierungsgrades dieser kostengünstigen Materialien erforderlich. Andererseits werden funktionale Oberflächenbeschichtungen benötigt, die eine temperaturabhängige Veränderung der optischen Eigenschaften, wie Transparenz der Verglasung oder Absorption des Solarabsorbers erlauben, um die Ist- an die Sollbetriebstemperatur anzupassen und Überhitzungen zu vermeiden. Deutliche Verbesserungen der Langzeitbeständigkeit und des Funktionalisierungsgrades von polymeren Strukturwerkstoffen sind insbesondere durch polymere Nanocomposites (polymere Matrix mit dispers verteilten anorganischen Partikeln im Nanometergrößenordnungsbereich) zu erwarten. Im Bereich der Funktionswerkstoffe sind durch neuartige Synthesekonzepte insbesondere Weiterentwicklungen bei temperaturabhängig schaltbaren (thermotropen) Polymeren erforderlich. Thermotrope Polymerblends könnten entweder direkt als Beschichtungsmaterial von Verglasungen oder aber auch als Wirkadditiv in thermotropen Gießharzen zum Einsatz kommen.



Für aktiv-solare Wärmeerzeuger im Mitteltemperaturbereich (größer  $90\text{ }^\circ\text{C}$ ) sind insbesondere die Weiterentwicklung und Funktionalisierung von anorganischen Werkstoffen erforderlich. Beträchtliche Innovationspotentiale sind für verbesserte Absorberselektivbeschichtungen zu erwarten, die beispielsweise schmutzabweisend, hochtemperatur- und chemisch beständig, sowie leistungsregulierend sind. Derartige multifunktionale Beschichtungen müssen eine mehrphasige Werkstoffstruktur aufweisen, in der jede Komponente für sich eine Aufgabe erfüllt oder aber durch Wechselwirkungen neuartige Eigenschaften erzielbar sind. Um insbesondere spezifische optische Eigenschaften zu erreichen, ist ein mehrlagiger Aufbau unerlässlich, wobei die

Einzelanschichtdicken im Mikro- und Nanometerbereich liegen müssen. Eine wesentliche Herausforderung wird daher auch bei der Prozesstechnik zur Abscheidung definierter und einheitlicher Funktionsschichten auf Werkstoffoberflächen liegen.

### 6.2.3 Konstruktion

Hinsichtlich der Optimierung der Verbindungstechnik zwischen Absorberblech und Absorberrohr konnten in den vergangenen Jahren große Fortschritte erzielt werden. Dennoch sind große Potentiale hinsichtlich des Materialeinsatzes und der Fertigungskosten sichtbar (volldurchströmte volumetrische Absorber, zur industriellen Fertigung geeignete Rahmenkonstruktionen etc.).

Durch eine Standardisierung der Montagetechnik und Normierung der Schnittstelle Wärmeerzeuger / Dach bzw. Fassade werden die Montagezeiten und damit die Kosten erheblich gesenkt werden, ebenso durch Reduzierung / Miniaturisierung der Komponenten (Materialersparnis, Optik).

Durch geeignete Systemtechnik wird das Problem des Kollektorausdampfens bei Stagnation gelöst sein. Damit wird die Lebensdauer des Wärmeträgers stark erhöht und die Ausdehnungsgefäße können stark verkleinert oder ganz weggelassen werden (z.B. Drain-Back Systeme). Konstruktionstechnische Probleme, die durch den Einsatz von polymeren Strukturwerkstoffen in Absorbern entstehen, werden durch die Entwicklung angepasster druckloser System- und Speicherkonzepte gelöst sein.

### 6.2.4 Integration und Kombination

Ein sehr großes Innovationspotential wird in der Kombination der Funktionen traditioneller Bauteile der Gebäudehülle und der Wärmeerzeugung gesehen. Regendichtheit, Winddichtheit, die Wärmedämmung von Dach und Fassade, die statischen Funktionen von Dachkonstruktionen und Wänden sind bisher nur in Einzelfällen im Kollektor integriert. Gerade im Neubaubereich bilden Bauelement und Wärmeerzeuger zukünftig eine Einheit.



Selbst die Fassadengestaltung hinsichtlich Struktur und Farbigkeit wird der Kollektor übernehmen können, wenn weitere Fortschritte in der Entwicklung transluzenter Materialien gemacht werden können. Auch die kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom mittels photovoltaisch-solarthermischer Hybridelemente kann zukünftig eine Funktion der Gebäudehülle darstellen.

### 6.3 Wärmespeicherung

Entscheidend für die weitere Entwicklung in Richtung vollsolare Wärmebereitstellung ist die Entwicklung neuer kompakter Langzeitwärmespeicher. Stand der Technik im Wohnungsbau sind druckbeaufschlagte Stahlspeicher, deren Herstellungskosten heute bei rund 500 €/m<sup>3</sup> oder 7 €/kWh liegen<sup>4</sup>.

Bis zum Jahr 2030 werden sich diese Kosten auf 3 €/kWh halbieren (Preisstand 2005). Gleichzeitig muss es gelingen, das spezifische Speichervolumen von heute 17 m<sup>3</sup>/MWh durch den Einsatz von neuen Speichermaterialien um den Faktor 8 auf dann 2 m<sup>3</sup>/MWh zu reduzieren<sup>5</sup>. Im gleichen Maße wird der zur Aufstellung des Speichers erforderliche umbaute Raum abnehmen und somit auch die Baukosten.

#### 6.3.1 Neue Materialien und Konzepte

Besonders in der Speichertechnik bietet die Entwicklung und der Einsatz neuer Materialien ein großes Innovationspotential. Schon bekannte neue Speichermedien (PCM, thermochemische Reaktionspartner) müssen in den kommenden Jahren im Hinblick auf die Energiedichte im Gesamtsystem signifikant verbessert und bis zur Serienanwendung geführt werden.

Durch die immer niedrigeren Vorlauftemperaturen der Heizsysteme bieten sich künftig neue Ansatzpunkte. Sorptive und thermochemische Verfahren aber auch Phasenwechselmaterialien erreichen theoretisch deutlich höhere Leistungsdichten als heutige Wasserspeicher. Neue Materialien weisen bereits heute erheblich bessere Eigenschaften als die bislang verwendeten Silikagele und Zeolithe bzw. Paraffine auf. Neben der weiteren Erforschung neuer Materialien spielt insofern vor allem eine Reduktion der Herstellkosten eine wesentliche Rolle.

- **Sensible Wärme**

≈ 100 MJ/m<sup>3</sup>



- **Latentwärme**

≈ 300 - 500 MJ/m<sup>3</sup>



- **Thermo-chemische Speicher**

≈ 1000 MJ/m<sup>3</sup>



Latentwärmespeicher mit einem Phasenwechsel fest-flüssig werden zukünftig eher als Kurzzeitspeicher sowohl im Sommer als auch im Winter einen Ausgleich zwischen Lasten und Quellen/Senken bieten. Das große Potential der Latentwärmespeicher liegt nicht nur in der Verkleinerung der Speichervolumina sondern auch darin, dass sie in unterschiedlichsten Formen in das Gebäude oder die technischen Anlagen integriert werden können, zum Beispiel durch Integration in Baustoffe oder Bauteile oder durch Einbringung in Wärmeträgerfluide. Beide Varianten befinden sich aktuell am Beginn der

<sup>4</sup> Umrechnung: 1 m<sup>3</sup> Wasser speichert zwischen 30° und 95°C rund 75 kWh Wärme.

<sup>5</sup> Ein Volumen von 17 m<sup>3</sup> entspricht einem Würfel mit einer Kantenlänge von 2,57 m, ein Würfel mit 2 m<sup>3</sup> Inhalt hat nur noch eine Kantenlänge von 1,26 m.

Entwicklung und bedürfen weiterer F&E-Arbeiten auf allen Ebenen von der Materialforschung über die Komponentenentwicklung bis hin zur Systemintegration und Betriebsführung.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Weiterentwicklung der Wärmedämmung von Speichern durch den Einsatz neuer Dämmmaterialien (Vakuumisolation, Superisolation, Einsatz nachwachsender Rohstoffe), welche die Baugröße deutlich reduzieren und gleichzeitig die Effizienz erhöhen werden.

### **6.3.2 Integration**

Die Konstruktion des Speichers (Volumen für Solaranlage, und Nachheizung sowie Volumen für Vorwärmung, Heizungsbereich und Brauchwarmwasserreserve), Art der Wärmeeinbringung (innenliegender Wärmetauscher oder Anschlusspaar für externen Wärmetauscher von der Solaranlage), Fühlerpositionierung, Schichtladeeinheit, Art der Anschlüsse (Thermosyphon), Wärmedämmung, etc.) muss optimal auf das Gesamtsystem abgestimmt sein.

Bisher werden Speicher als einzelne Elemente in das Gebäude eingestellt und mindern dadurch das Gebäudenutzvolumen. Durch die Integration von weiteren Elementen des Gesamtsystems der solaren Heizung wie konventionelle Wärmequelle, Brauchwarmwasserbereitung und Regelung in oder an den Speicher als eine vorgefertigte Einheit kann sowohl der Platzbedarf als auch die Fehleranfälligkeit bei der Montage des Systems deutlich reduziert werden.

Mit Einführung von Saisonspeichern und der Erhöhung der solaren Deckungsanteile bis hin zur Vollversorgung steigt der Platzbedarf deutlich an. Dem wird künftig einerseits begegnet mit neuen Speichermaterialien mit höheren Energiedichten und Reduzierung von Wärmeverlusten und Volumina der Wärmedämmung.

Hervorragende Innovationspotenziale bietet aber auch die Integration der Wärmespeicherfunktion in traditionelle Bauteile des Gebäudes. Bauteile wie Geschossdecken, Wände und Wandputze werden zukünftig überschüssige Wärme aufnehmen und speichern und bei Bedarf direkt oder gezielt gesteuert an das Gebäude abgeben.

Dies kann zum einen über klassische Speicherwerkstoffe wie Beton (Betonkernaktivierung), Vollziegel oder dicken Lehmputz (für aktivierte Wände) geschehen. Zum anderen können diese Speicherkapazitäten durch Beimischung von PCM weiter erhöht werden. Diese Erhöhung liegt allerdings nur im Bereich des Phasenwechsels vor. Liegt die Raumtemperatur ständig darunter oder darüber, so ist kein Effekt des PCM mehr vorhanden. Heute werden am Markt Innenputze angeboten, die mit mikroverkapselten Paraffinen angereichert sind und es wurden bereits einige Musterhäuser mit diesen Putzen ausgestattet und vermessen. Die Ergebnisse sind besonders für den Holzriegelbau, wo nur wenig thermische Speichermassen im Haus gegeben sind, sehr Erfolg versprechend.

Nicht zu vergessen ist aber der innovative Einsatz von Wärmespeichern für solar unterstützte Biomasseheizungen. Hier hat der Wärmespeicher nicht nur den Effekt, die ungleichmäßige Wärmezeugung durch die Solaranlage zu speichern, sondern auch die Anzahl der Start/Stop Vorgängen des Biomassekessels zu verringern. Dies bringt eine Verringerung der CO und HC Emissionen des Kessels mit sich, da bei jedem Start und Stop Vorgang aufgrund unvollständiger Verbrennung bzw. Austrag von unvollständig verbrannten Rauchgasen ein hoher Peak dieser Emissionen auftritt. Außerdem sinkt der Wirkungsgrad der Kessel beim Takten, da die Auskühlverluste des Kessels nicht genutzt werden können. Selbst Kessel, welche bis zu einer Teillast von 30 % stationär betrieben werden können, takten aufgrund der geringen Leitungsanforderung der Gebäude ca. die halbe Heizperiode. Grundlegende Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass durch den

Einsatz von Phasenwechselmaterialien ein solcher Speicherbereich für den Biomassekessel sehr klein gehalten werden kann (ca. 75 l) und trotzdem die geforderte Warmwassermenge von 150 ltr und Warmwasserleistung von ca. 25 KW für das Befüllen einer Badewanne erreicht werden kann.

## **6.4 Wärmeübergabe und Systemtechnik**

### **6.4.1 Solaranlage**

Auch zukünftig wird in Mitteleuropa der solare Wärmeerzeuger vom Speichermedium räumlich getrennt sein und eines Wärmeübergabekreislaufes bedürfen. Durch Entwicklung neuartiger Wärmeträger (zB. ionische Flüssigkeiten) und Kollektorkreislaufmaterialien (metallisierte Kunststoffrohre...) sind umfangreiche Effizienzsteigerungen und Kostenreduktionen erreichbar.

Im gesteigerten Maße werden zukünftig Regelungs- und Überwachungsaufgaben zu bewältigen sein, um die Funktion und die Leistung der solaren Wärmenutzung und des Gesamtsystems transparent zu machen. Hier besteht noch Nachhol- und Entwicklungsbedarf. Die zunehmende Vernetzung der Haustechnik und Zentralisierung und Optimierung der Steuerung wird die Gesamteffizienz der Versorgungssysteme weiter erhöhen.

Die Regelungssysteme werden bis 2030 jederzeit einen Überblick über die Funktion der Systeme bieten und Störungen frühzeitig und im Klartext melden. Die Steuerung der Systeme wird selbstoptimierend sein und die Fehlfunktionen minimieren.

Die Regelung wird dabei nicht nur das Heizungssystem steuern, sondern auch Lüftung und Kühlung und dabei auch aktuelle Wetterprognosen berücksichtigen

### **6.4.2 Backup-Systeme**

Auch das vollsolar versorgte Gebäude des Jahres 2030 wird ein backup- System zur Überbrückung von Schlechtwetterperioden im Sommer und extremer Kälte im Winter benötigen. Diese werden aber sehr klein dimensioniert und im Solarsystem integriert sein. Auch das Backup-System wird CO<sub>2</sub>-neutral arbeiten müssen. Diese Zusatzheizgeräte sollten immer an den Wärmespeicher der Solaranlage gekoppelt sein, um ein häufiges Takten der Systeme zu verhindern. Bei Verbrennungssystemen gibt es bei jedem Anfahren und Ausschalten einen Peak der CO und HC-Emissionen und der Wirkungsgrad beim Takten sinkt.

Wärmeerzeugung (Nachheizung bzw. Wärmetauscher der Solaranlage), Speicherung, Wärmeübergabe, Regelung und Überwachung werden zukünftig in einer kompakten und anschlussfertigen *technical unit* zusammengeführt sein. Die Integration eines Stromgenerators in Kraft-Wärmekopplung kann die Gesamtenergieeffizienz drastisch verbessern. Dazu ist die Entwicklung kleiner und kompakter Stromerzeuger (Biomassevergasung mit Gasmotor, Brennstoffzellen, Stirlingmotoren, aber auch solar betriebene Kleindampfturbinen und -motoren) massiv zu beschleunigen.

## **6.5 Solare Sanierung des Gebäudebestands**

Der österreichische Gebäudebestand bietet mit mehr als 30% des gesamten Energiebedarfs einen der größten Einsatzmöglichkeiten von solarthermischen Anwendungen. Für die breite Umsetzung bleiben aber neben rechtlichen Rahmenbedingungen (Mietrechtsgesetz, Wohnungseigentumsgesetz, Heizkostenabrechnungsgesetz) aber noch zentrale technische Entwicklungen zu tätigen.

Dabei muss zukünftig die Integration von Solaranlagen in Verbindung mit angepassten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung der Gebäude (Wärmedämmmaßnahmen, aktive Bauteile, haustechnische Anlagen, etc.) erfolgen. Um größtmögliche Einsparungen zu erzielen, müssen konventionelle Elemente des Gebäudes bzw. der Haustechnik mit Komponenten zur solarthermischen Nutzung verschmelzen. Konkret sind dies:

- Standardisierte Lösungen für die Kopplung von bestehenden Dachkonstruktionen (Satteldach, Flachdach, Pultdach, etc.) mit Solarkollektoren
- Bei Dachsanierungen bzw. Wohnraumerweiterungen standardisierte, vorgefertigte Dachelemente bestehend aus Tragkonstruktion, Wärmedämmung und Energiegewinnung.
- Standardisierte modulartige Kollektorelemente, die den bestehenden Wandkonstruktionen vorgelagert werden können und die neben der Energiegewinnung auch einen hochwertigen Wärmeschutz der Außenwand ermöglichen.
- Umgestaltung der bestehenden Fassadenelemente zu aktiven Gebäudeelementen (transparente Wärmedämmung, Glasdoppelfassaden, etc.)
- Entwicklung einer großen Bandbreite der farblichen Gestaltung der Energiegewinnungsflächen (spezielle farbige Absorber und farbige Abdeckmaterialien, etc.) bei gleichzeitig hoher energetischer Effizienz (Absorption, Emission und Transmission), damit die Technologie architektonisch breit umgesetzt werden kann.
- Selbstregulierende Energieströme bei aktiven Bauteilelementen (minimaler Energieeintrag im Sommer, maximaler Energieeintrag im Winter) durch spezielle Oberflächenbeschichtungen bzw. thermotrope Schichten
- Aufnahme sämtlicher hydraulischer Verbindungen (Solarleitungen, Wärmeverteilungen zu den Wohnungen, etc.) in die Dach- bzw. Fassadenelemente, damit die Sanierung der Wohnung im bewohnten Zustand möglich ist.
- Standardisierte und vorgefertigte Paketlösungen für die Gesamthydraulik und Betriebsführung bei Gebäudesanierungen (Solarsystem, Speicher, ggf. konv. Wärmeerzeuger, Regelung, Betriebsüberwachung, Wärmeverrechnung, etc.)

Weiters gilt es angepasste Systeme zur Wärmeverteilung zu entwickeln, die im Gebäudebestand einerseits höchste Energieeffizienz in Verbindung mit solarthermischen Anwendungen und andererseits höchsten Benutzerkomfort ermöglichen.

### **Zusammenfassung der Forschungsschwerpunkte:**

Kurzfristig muss die wissenschaftlich begleitete Umsetzung von ersten Demonstrationsprojekten (Breitentest, Monitoring, etc.) im Bestand von Geschoßwohnbauten Ziel von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sein. Neben dem freistehenden Geschoßwohnbau im ländlichen Bereich, erscheinen im Verbund errichtete Geschoßwohnbauten sowie Objekte im städtischen Bereich in der Betrachtung als besonders zielführend. Anhand der vorherrschenden Rahmenbedingungen müssen effiziente und kostengünstige Systemlösungen entwickelt und in Kooperation mit der

Industrie zur Umsetzungstauglichkeit geführt werden. Im Vordergrund steht hierbei die Integration der aktiven Solaranwendung in die Gebäudehülle sowie die Entwicklung effizienter Wärmeverteilkonzepte, die eine „bewohnte Sanierung“ ermöglicht. Parallel hierzu besteht die Notwendigkeit, die betroffenen Akteure (Wohnbauträger, Hausverwaltungen, Haustechnikplaner, Architekten, Bauwirtschaft, Haussprecher, etc.) über Workshops bzw. über Informationsveranstaltungen in die Arbeiten einzubinden.

Mittelfristig stehen Fragen zur Erhöhung des solaren Deckungsgrades (Warmwasser und Raumheizung) sowie die Entwicklung standardisierter, vorgefertigter Bauteile mit Mehrfachnutzung (Statik, Wärmeschutz, Energiegewinn, Ästhetik) in Dach und Fassade bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Vordergrund. Parallel hierzu gilt es innovative Standardlösungen für vorgefertigte Kompakt-Hydraulikstationen auszuarbeiten sowie aktive Bauteilelemente (transparente Wärmedämmung, Doppelglasfassaden, PVT-Systeme etc.) durch Forschung und Entwicklung als Standardelemente in der Gebäudesanierung zu etablieren.

Langfristig gesehen müssen Fragen zu Speichertechnologien, neuen Basismaterialien, spezielle Beschichtungstechniken für Absorber oder Abdeckungen sowie die Kopplung von Solarflächen mit hochwärmedämmenden Elementen (z.Bsp. Vakuumdämmung) beantwortet werden. Die so erzielten erheblichen technologischen Entwicklungen verändern den gewohnten Ablauf in der Bestandssanierung erheblich, weshalb hier auch völlig neue Möglichkeiten des Sanierungsablaufs entstehen, die definiert und standardisiert werden müssen.

## 6.6 Solare Nah- und Fernwärme

Einspeisungen von Solarwärme in Nah- und Fernwärmenetze sind in Österreich aufgrund einiger Pilotanlagen schon vertraut. Allerdings zeigen die bestehenden Projekte, dass zu einer weiteren Steigerung der Solarenergieeinspeisung in Fernwärmenetze noch viele Fragestellungen und Optimierungsansätze gelöst werden müssen.

International sind solare Fernwärmeeinspeisungen insgesamt als F&E Thema eingestuft, so wird z.B. in Deutschland auch das Anlageninvestment mit bis zu 50% aus F&E Mitteln unterstützt.



Durch die Optimierung und Weiterentwicklung der heutigen Technologie können Netzverluste, welche je nach Anlage 10 bis 30% des Wärmebedarfs erreichen, über solare Fernwärme abgedeckt werden. Der verstärkte Ausbau thermisch getriebener Kältemaschinen bewirkt, dass die Kollektorfläche, die im Winter zur



Heizungsunterstützung verwendet wird, im Sommer der Kühlung dient. Dadurch könnte der Solarwärmeanteil bis 2030 auf 30 bis 50% gesteigert werden.

Die Erzeugungskosten liegen heute pro MWh Solarwärme bei 50 bis 70 EUR. System- und Materialoptimierungen können die Kosten weiter senken bzw. den Preisanstieg der fossilen Energieträger kompensieren.

### 6.6.1 Netzoptimierung und Speichermanagement

Zur Erzielung höherer solarer Deckungsgrade sind Netz- und Speichermanagement zu optimieren, um einerseits aus dem Aspekt der Solarenergieprofile Erzeugung und Bedarf abzustimmen, andererseits Wechselwirkungen mit der Netzhydraulik zu beachten.

Kombinationen von zentralen und dezentralen Einspeisepunkten sind zu entwickeln, um den Platzgegebenheiten (verfügbare Flächen zur Installation von Kollektoren) Rechnung tragen zu können.

Das Speichermanagement ist auch Schlüssel zur Abdeckung von Heizenergie durch solar gestützte Fernwärme.

### 6.6.2 Neuer Anwendungsfelder für sommerliche Fernwärme

Eine Vergrößerung der Solarkollektorflächen über den heutigen Sommerwärmebedarf hinaus ermöglicht Heizungsunterstützung im Winter, wirft aber das Problem auf, wie die Überschussenergie im Sommer genutzt werden kann.

Um das Potenzial der sommerlichen solar gespeisten Fernwärmenutzung zu vergrößern, sind derzeit überwiegend elektrisch betriebene Kälteanlagen oder auch elektrische Warmwasserbereitungen möglichst auf thermische, fernwärmebetriebene Systeme umzustellen.

Dabei ist einerseits die Umrüstung im Gebäude von derzeit überwiegend dezentralen Warmwasserbereitungsanlagen auf zentrale thermische Systeme zu entwickeln und zu optimieren.

Als besondere Herausforderung gilt die Kombination von Fernwärme mit thermisch betriebenen Kälteanlagen, die zwar einerseits eine wesentliche Vergrößerung der Sommerwärmepotentials ergeben, andererseits aber äußerst hohe Rücklauftemperaturen liefern. Hier ist in Abstimmung zwischen Solaranlage, Fernwärmenetz und Kälteerzeugung ein System zu entwickeln, sodass 2030 im Einzugsbereich von Fernwärme sämtliche Kälte solar erzeugt werden kann.

### 6.6.3 Neue Produkte

Fernwärmeeinspeisungen erfordern höhere Temperaturen als die lokale Warmwasserbereitung und erfordern daher im Hochtemperaturbereich **effizientere Kollektoren**, welche auch in den Anwendungen Prozesswärme und Solare Kühlung (siehe dort) benötigt werden.

Bei Solaranlagen bleiben Ausfälle oder reduzierte Leistungsfähigkeit häufig lange unbemerkt, da ein Back-up System die erforderliche Zusatzenergie anbietet. Es sind aussagekräftige Tools (zB. **Intelligente Regler**) zu entwickeln, welche sensibel Minderfunktion automatisch diagnostizieren und qualitativ verlässliche Meldungen geben. Diese Informationen können auch zur gesamten Netzoptimierung verwendet werden.

## 6.7 Solare Kühlung

Grundsätzlich ist hier anzumerken, dass die solare Gebäude- oder Prozesskühlung erst dann zum Einsatz kommen sollte, wenn alle anderen Maßnahmen wie Kühllastvermeidung durch intelligente Architektur, Nachtlüftung etc. getroffen wurden.

### 6.7.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Obwohl die solare Kühlung sehr früh praktiziert wurde, steht sie erst am Anfang der Marktanpassung und Markteinführung. Bereits 1876 wurde dem staunenden Publikum auf der Weltausstellung in Paris die Erzeugung von Eisblöcken mit Hilfe einer solar angetriebenen Kühlmaschine vorgeführt. Nach der Energiepreiskrise 1974 bis hinein in die 80-er Jahre wurden vor allem in der USA und in Japan, aber auch in Europa umfangreiche Forschungsarbeiten zur Entwicklung und zur Markteinführung von solaren Kühlsystemen finanziert. Diese Markteinführung misslang vor allem durch die nicht ausgereifte solare Kühltechnik und die hohen Kosten im Vergleich zur konventionellen Kompressionskältetechnik.

Am Ende der 90-er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde die Idee der solar unterstützten Kühlung wieder neu belebt und man kann nun unter geänderten Voraussetzungen für eine Weiterentwicklung bis zu Marktreife und auf eine Markteinführung hoffen. Die geänderten Voraussetzungen sind vor allem:

- ◇ Die Entdeckung des negativen Einflusses von den Sicherheitskältemitteln der Kompressionskältetechnik auf die Atmosphäre. Die Entwicklung von Ersatzkältemitteln konnte zwar den Einfluss auf die Ozonschichtzerstörung vermeiden, nicht aber den Beitrag zum Treibhauseffekt.
- ◇ Die konventionelle Kompressor-Kühltechnik benötigt zum Antrieb elektrischen Strom, der einerseits zur Sommerspitze in der Stromerzeugung und –Übertragung führt und global gesehen zum erhöhten Verbrauch an fossilen Brennstoffen.
- ◇ Seit der ersten Energiepreiskrise 1974 sind auch die Preise für den Energiebezug kräftig gestiegen und damit auch das Bewusstsein des Steuerzahlers, dass an Ersatzlösungen mit erneuerbaren Energieformen gearbeitet werden muss.

Die politischen Entscheidungsträger sind daher aufgefordert die geänderte Faktenlage zu prüfen und für die Entwicklung der solar unterstützten Kühltechnik zur Marktreife ähnliche Anreize zu schaffen wie vor Jahren für die verstärkte Nutzung der Biomasse zur Raumwärmeerzeugung. Zur Erleichterung der Markteinführung von solar unterstützten Kühlmaschinen sollten die Fördermechanismen ähnlich denen der solaren Warmwasserbereitung umgesetzt werden.

### 6.7.2 Erforderliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bis zur Marktreife

Die Aufgabenbereiche der vorgeschlagenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten betreffen vor allem:

- ◇ Entwicklung von solar unterstützten Kühlsystemen zu hochkompakten Einheiten mit hoher Effizienz. Dabei ist es auch nützlich an den internationalen Arbeitskreisen teilzunehmen (EU-Projekte, IEA-Tasks), um die Kenntnisse aus den internationalen Netzwerken für Österreich nutzen zu können.
- ◇ Ausrichtung der Entwicklungsarbeiten vorerst auf die Anwendung in Nischenbereichen, in denen Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur konkurrierenden Kompressionskühltechnik nahe liegt oder bereits erreicht wird.

- ◇ Senkung der Kosten der solar unterstützten Kühltechnik durch geeignete Produktentwicklung und Serienfertigung der Produkte, um auch weitere Anwendungen für die solar unterstützte Kühltechnik zu ermöglichen.

Im Bereich der thermisch angetriebenen Kühlung auf der Basis geschlossener Verfahren sind folgende Forschungsschwerpunkte von Bedeutung:

- **Kühlmaschinen für niedrige Antriebstemperaturen:** Marktgängige, einstufige Sorptionskälteverfahren benötigen Antriebstemperaturen im Bereich 85-110°C bei Kühlwassertemperaturen, wie sie für Mitteleuropa erwartet werden können. Prinzipiell sind hier auch niedrigere Antriebstemperaturen möglich, insbesondere dann, wenn das Kühlwasser durch offene Rückkühlwerke aufbereitet wird und die raumseitigen Kühlsysteme mit vergleichsweise hohen Vorlauftemperaturen betrieben werden können (z.B. Flächenkühlung und Bauteilaktivierung). Niedrigere Antriebstemperaturen der Kühlmaschinen erhöhen den Wirkungsgrad von solarthermischen Flachkollektoren. Zudem können auch andere Wärmequellen wie z.B. Nah- oder Fernwärme oder Abwärme von motorischen BHKW vorteilhaft eingesetzt werden. Dazu sind Entwicklungsarbeiten erforderlich, um die physikalischen Grenzen der Sorptionskühltechnik auszuloten und trotz niedrigerer Austreibertemperaturen kompakte Apparate mit hoher Effizienz zu erreichen. Der Einsatz von industriell gefertigten Komponenten für die solar unterstützten Kühlsysteme gibt auch Hoffnung auf signifikante Kostensenkung. Dadurch können auch größten Marktanteile erwartet werden
- **Kühlmaschinen für hohe Antriebstemperaturen:** Gerade für Bestandsgebäude und -anlagen ist es oft nicht möglich, Systeme mit sehr kleinem Temperaturhub (= Temperaturdifferenz zwischen Nutzkälte und Wärmeabfuhr) zu nutzen, da die installierten Anlagen niedrige Vorlauftemperaturen benötigen. Hier müssen Anlagen mit einem höheren Temperaturhub eingesetzt werden, die dann auch eine höhere Antriebstemperatur benötigen. Hier ist insbesondere eine Optimierung im Zusammenspiel mit hocheffizienten Kollektoren (konzentrierend, evtl. nachgeführt) erforderlich. Ein hoher Temperaturhub ermöglicht außerdem den Einsatz eines Eisspeichers, der eine kostengünstige Möglichkeit darstellt, Ungleichzeitigkeiten zwischen Kühllasten und Solargewinnen auszugleichen.
- **Mehrstufige Verfahren mit maximaler Effizienz:** Wenn kostengünstige Kollektoren, die hohe Temperaturen im Bereich 140-180°C mit hohen Wirkungsgraden bereitstellen können, verfügbar sind, sind zweistufige Anlagen sinnvoll. Hier sind optimierte Systeme für die Solarenergienutzung zu entwickeln, die auf wechselnde Einstrahlungen und resultierende Leistungen bzw. Temperaturen flexibel reagieren können. Auch Anlagen, bei denen bei niedriger Einstrahlung einstufig und bei hoher Einstrahlung zweistufig gearbeitet wird, sind aussichtsreiche zukünftige Entwicklungsthemen.
- **Kleine solar unterstützte Klimaanlage:** Langfristig wird der Erfolg von thermisch angetriebener Kühlung davon abhängen, hocheffiziente Anlagen mit hoher Leistungsdichten gerade auch im kleinen Leistungsbereich unter 20 kW Kühlleistung anzubieten, um die heute verwendeten, elektrisch angetriebenen Split-Systeme ersetzen zu können. Hier sind erhebliche Entwicklungsarbeiten flankiert von politisch getragenen finanziellen Stützungen für jene Kühlsysteme, die erneuerbare Energie verwenden, erforderlich. Nur wenn es gelingt, kompakte Geräte für diesen Einsatz zu entwickeln, wird auch in Gegenden mit hohen, ganzjährigen Kühllasten langfristig eine Ersatz der elektrisch betriebener Geräte zu erreichen sein.
- **Offene Sorptionsverfahren:** Offene Verfahren sind dann aussichtsreich, wenn eine Luftkonditionierung in zentralen Lüftungsanlagen erfolgt.

Sehr nahe an einer Markteinführung stehen bereits offene solar unterstützte Klimaanlage (DEC-Anlagen, desiccative evaporative cooling) mit festen Absorptionsmaterialien. Die Vorteile dieser solar unterstützten Klimatechnik sind folgende

- Markverfügbare Komponenten und gute Kenntnisse bei der Auslegung der Anlagen
- Bereits bei niedrigen Temperaturen der solaren Antriebeswärme einsatzfähig (ab 55 °C)
- Gute Kombination von Solarwärme mit Wärme aus anderen Wärmequellen, z.B. Fernwärme
- Ganzjährig einsetzbare Vollklimaanlage, die im Sommer Kühlung, Lüftung und Luftentfeuchtung, in der Übergangszeit Lüftung und im Winter Lüftung, Luftbefeuchtung und Heizung ermöglicht.

Entwicklungsarbeit ist bei diesem offenen Kühlsystem vor allem im Bereich der ganzjährigen vollautomatischen Betriebsführung zu leisten.

Höherer Einsatz für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist dagegen bei offenen solar unterstützten Klimaanlage mit flüssigen Sorbentien zu leisten. Verfahren mit flüssigen Sorbentien haben vielversprechende Ansätze für erfolgreiche Entwicklungen, da eine thermochemische Speicherung durch Bevorratung des konzentrierten Sorptionsmittels möglich ist.

Forschungsaufgaben:

- Erforschung der energetischen und technischen Performance von innovativen Klimatisierungsanlagen mit thermischem Antrieb zur Luftentfeuchtung
- Erforschung der Nutzung von flüssigen Materialien zur Luftentfeuchtung in der Gebäudeklimatisierung im kleinen Leistungsbereich
- Untersuchungen insbesondere von Anlagen zur solar gestützten Klimatisierung mit verbesserten zeitlicher Entkopplung von solaren Strahlungsangebot und sommerlichem Klimatisierungsbedarf (Anlage zu solaren Klimatisierung der zweiten Generation mit quasi verlustfreier Energiespeicherung)
- Entwicklung von adaptierten Regelkonzepten zur Verbesserung der Gesamtperformance der Anlage,

Kurzfristig stehen die Systemtechnik, Auslegung, Betriebsführung und Monitoring von Anlagen nach Stand der Technik sowie Guidelines für Best-practice Anwendung, eine generelle Standardisierung sowie die Entwicklung von Simulationswerkzeugen für Planer und Entscheidungsträger im Zentrum der Forschungs- und Entwicklungsaufgaben.

Mittelfristig sind kompakte Kombisysteme zum Heizen, Kühlen und zur Brauchwassererwärmung (Solarkombi-plus) für Wohngebäude und kleine Gewerbegebäude zu entwickeln und das Know-how an Planer und Installateure zu transferieren.

Langfristig stellt sich die Aufgabe, wesentlich kompaktere Einheiten, insbesondere auch im kleinen Leistungsbereich und für den dezentralen Einsatz in Einzelräumen oder

integriert in die Fassade zu entwickeln. Fassaden-integrierte Module werden je nach Bedarf zum Heizen, Lüften, Kühlen und Entfeuchten dienen.

## 6.8 Prozesswärme und sonstige Anwendungen

Die Erhöhung der Energieeffizienz durch Wärmerückgewinnung bzw. optimierte Prozesse mit geringerem Energiebedarf stellt für die meisten produzierenden Betriebe ein Potenzial dar, die Energiekosten zu senken. Die Komplexität der verschiedenen Prozesse mit unterschiedlichem Wärmebedarf auf verschiedenen Temperaturniveaus macht es aber auf den ersten Blick nicht einfach, die vorhandenen Potenziale zu finden und ein energietechnisch sinnvolles Wärmetauschkonzept zu erstellen.

Zwei wesentliche Schritte sind in der Vorgangsweise für einen optimalen Einsatz von solarer Prozesswärme von Bedeutung. Zuerst wird durch den Einsatz einer Wärme-integrationsmethode (der „Pinch-Analyse“) der Energieverbrauch (Warmwasser und Dampf) eines Betriebes optimiert. In einem zweiten Schritt wird die optimale Integration von Solarenergie betrachtet.

Die Pinch-Analyse stellt hier ein methodisches Werkzeug zur Verfügung, welches auf schnelle Weise den maximalen Wärmerückgewinnungsanteil liefert. In weiterer Folge können Wärmetauscher-Netzwerke entworfen werden, welche die entsprechenden Prozessströme energetisch kombinieren – heiße Ströme erwärmen kalte Ströme und umgekehrt. Bei der Konstruktion des Wärmetauschernetzwerkes für bestehende Anlagen wird man immer auf die existierenden Rohrleitungen, Lage von Gebäuden, bestehenden Anlagenteilen etc. Rücksicht nehmen und aus den verbleibenden Varianten die betriebswirtschaftlich sinnvollste auswählen. Wo früher sowohl für das Heizen als auch das Kühlen externe Energie – also fossile Energieträger – eingesetzt wurden, übernimmt jetzt die Energie aus den Prozessen einen Teil des Bedarfs. Entsprechende Einsparungen an fossilen Brennstoffen wie Gas oder Öl und damit auch eine Reduktion der Energiekosten können damit realisiert werden.

Danach wird mit der „Pinch Temperatur“ der Temperaturbereich ermittelt unter dem solare Wärme nach thermodynamischen Grundsätzen nicht in das System eingespeist werden darf. Dadurch wird vermieden, dass durch Solarthermie zusätzlich Wärme eines Temperaturbereichs in die Produktion eingebracht wird, in dem bereits genügend Abwärme vorhanden ist.

Für Durchführung der Pinch Analyse in Betrieben, die für den Einsatz von solarer Prozesswärme relevant sind, wurde eine Software programmiert. Für die **weitere Entwicklung der Pinch Software** ist Einbindung einer zeitlichen Achse wünschenswert, um vor allem bei KMUs zeitlich unterschiedlich ablaufende Prozesse zu koppeln. Weitere Erweiterungsschritte sind die Anbindung zu Visualisierungsprogrammen, diverseren Datenbanken für z.B. Wärmetauscherdaten, Simulationsprogrammen für die Solareinbindung und die Erweiterung des Programms in Richtung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.



Um die **Versorgung von zeitlich unterschiedlich ablaufenden Prozessen** in einem Betrieb größtmöglich durch solare Wärme zu sichern ist die Einspeisung in Speichersysteme notwendig. Weiters werden Speichersysteme bei Produktionsstillstand wie z.B. am Wochenende und bei Betriebsurlaub benötigt. Dadurch ergibt sich der direkte Bezug zu den Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Wärmespeicherung.

Der wichtigste Parameter für die Solarthermie ist die Temperatur bei der der Prozess abläuft. Ideal für einen solaren Warmwassereinsatz sind Niedertemperaturprozesse (Prozesse bis ca. 120° C) da diese Temperaturen mit ausgereiften Flachbettkollektoren erreicht werden. Von ihrer technischen Leistung her sind Solarkollektoren zumindest in moderaten Klimaten auf diese Niedertemperaturprozesse beschränkt. Die Betrachtung und Analyse dieser Prozesse kann nicht generell durchgeführt werden. Bei einer näheren Analyse des industriellen Energieeinsatzes im Niedertemperaturbereich stößt man aber auf wiederkehrende verfahrenstechnische Grundoperationen:

- Bereitstellung von Heißwasser oder Dampf
- Trocknungs- und Entwässerungsverfahren
- Einsatzstoff- und Produktvorwärmung
- Eindampfung
- Pasteurisieren, Sterilisieren
- Waschen, Reinigen
- Chemische Reaktionen
- Beheizung von Produktionshallen
- Vorwärmen von Kesselspeisewasser

Auf Grund der Prozesse haben sich daraus folgende Branchen ergeben, die für solarthermische Nutzung relevant sind:

- Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
- Textilindustrie
- Chemische Industrie
- Gummi- und Kunststoffwaren
- Baustoffindustrie
- Betriebe des produzierende Gewerbes
- Gewerbebetriebe mit großem Warmwasserbedarf (Wäschereien, Autowerkstätten, Autowaschstraßen,...)
- Metallverarbeitende Industrie mit Reinigungsprozessen (z.B. Galvanik, Emailierer)

Um die Einbindung der thermischen Solarenergie in diese Prozesse und Sektoren weiter wirtschaftlich zu optimieren, sollen zukünftige Forschungsaktivitäten die **Weiterentwicklung der Planungstools** betreffen. Ebenso ist es Ziel der Forschung

über die Solarintegration in diesen Industrieprozessen auch praktische Erfahrungswerte aus Demonstrationsanlagen zu sammeln.

Die Leistung von erprobten Flachbettkollektoren nimmt schon bei ca 70-80°C entscheidend ab. Um eine größere Anzahl von Prozessen effizient über solare Wärme versorgen zu können ist es notwendig, im Bereich der **Kollektorentwicklung** weitere Forschungsaktivitäten zu setzen.

Neben dem Einsatz von Wärme für Produktionsprozesse ist auch die Bereitstellung von Kälte durch Solarthermie eine viel versprechende Anwendung in Industriebetrieben. Vor allem der Einsatz bei der Klimatisierung von Produktionshallen oder bei Kühllagerhallen verspricht ein großes Potential. Der notwendige Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist unter dem Kapitel „**Solares Kühlen**“ angeführt.

Ebenso soll langfristig die Forschung auch **Änderungen in der Prozessführung** betreffen, welche für industrielle Prozesse die Integration von Solarthermie erleichtern, da beispielsweise niedrigere Betriebstemperaturen, eine gleichmäßigere Auslastung oder höhere Effizienzen erreicht werden können. Um die erwähnten Ziele zu erreichen, wird es notwendig sein, innovative Technologien mit niedrigem Energieverbrauch zu entwickeln und optimal in Produktionsprozess zu integrieren.

#### **Zusammenfassung der Forschungsschwerpunkte:**

Kurzfristig ist die Realisierung von Fallstudien in Bezug auf Wärmeintegration und Energieeffizienzmaßnahmen, die Auslegung von Wärmetauschernetzwerken und Großkollektorflächen und der reibungslose Einbindung der Solarthermie in den betrieblichen Ablauf Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Entscheidend sind hier Demonstrationsanlagen, welche einerseits für die technischen Forschungsarbeiten direkte und praktische Aussagen bringen und gleichzeitig zur Bewusstseinsbildung beitragen. Begleitend zu der technischen Forschung sind auch Informationsveranstaltungen notwendig um die vorhanden technischen Einsatzpotenziale den Industriebetrieben zu vermitteln.

Mittelfristig stehen Fragen des Monitorings, Stillstandverhalten von Großanlagen, Verbesserung von Kollektoreigenschaften in höheren Temperaturniveaus, Optimierung der Planungstools und Ausweitung von Managementinstrumenten im Zentrum der Arbeiten.

Langfristig werden vorrangig Fragen der Speichertechnologie (Langzeitspeicher) und eine Verbesserung der Wärmenutzung auf Grund von veränderten Prozesstechnologien (geringere und konstanter Energieverbrauch und veränderte Temperaturniveaus bei der Prozessführung durch in-situ Produktionen und Mikroverfahrenstechnik) zu beantworten sein.

## 7 Förderbedarf

Gegenwärtig entfällt etwa 90% des Umsatzes mit thermischen Solaranlagen auf sogenannte Kleinanlagen mit einer Kollektorfläche bis ca. 20 m<sup>2</sup>. Bei einer weiteren Zunahme des Marktvolumens von thermischen Solaranlagen und der Ausweitung auf neue Anwendungsbereiche wird sich diese Relation in den nächsten Jahrzehnten grundlegend verändern.

In den vergangenen Jahren konnten die Kosten der thermischen Solarenergienutzung im Ein- bzw. Zweifamilienhausbereich kontinuierlich reduziert werden. Die günstigen solaren Wärmepreise (incl. MwSt. und ohne Förderung) liegen bei Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung bei ca. 0,13 €/kWh und bei Solaranlagen zu kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung bei einer Gesamtenergieeinsparung von ca. 30 % bei ca. 0,18 – 0,20 €/kWh<sup>6</sup>.

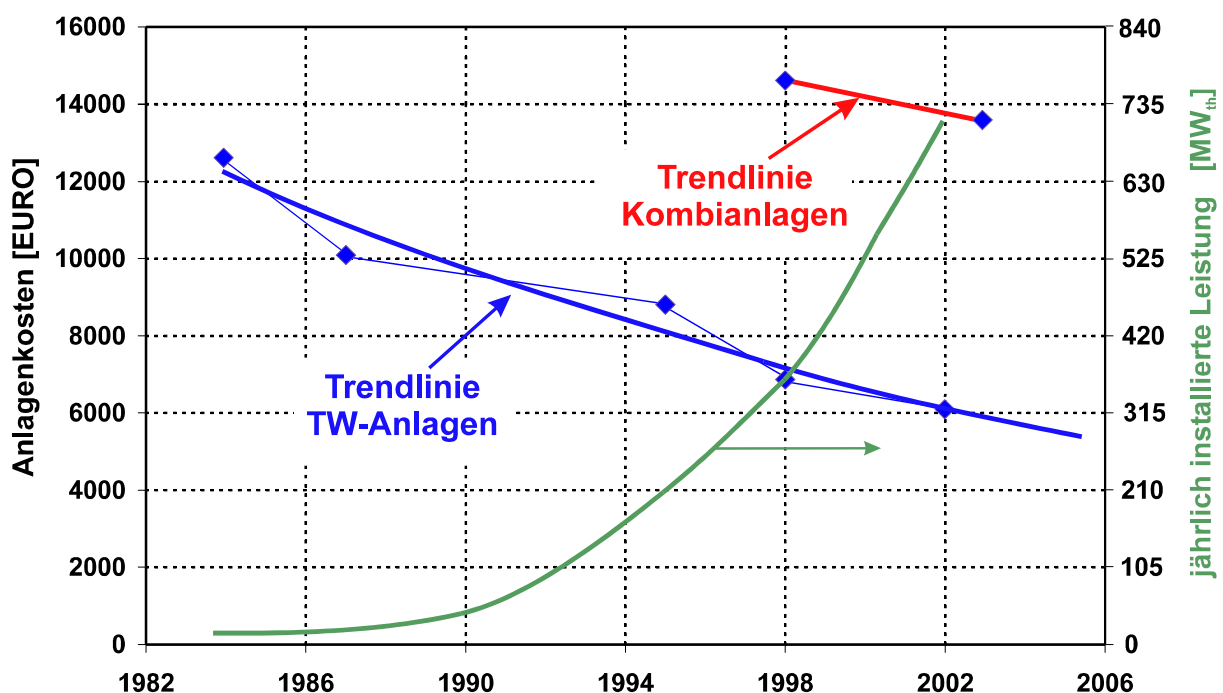


Abb.: 4 Entwicklung der Kosten für thermische Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung (TW-Anlagen) sowie zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung (Kombianlagen). Quelle: H. Drück, ITW Universität Stuttgart

Weitere Kostenreduzierungen lassen sich dann erzielen, wenn die solaren Deckungsgrade der Anlagen deutlich zunehmen, neue Technologien und Materialien eingesetzt werden und die Produktion der Komponenten und Systeme industriell erfolgt. Daraus leitet sich ab, dass sowohl die Forschungsförderung ausgebaut als auch die Markteinführung beschleunigt werden müssen.

<sup>6</sup> H. Drück, W. Heidemann, H. Müller-Steinhagen: Vergleichstest von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, Tagungsband zum dreizehnten Symposium Thermische Solarenergie, Seiten 131 – 136, Otti, Regensburg, 2003, ISBN 3-934681-26-3



## **7.1 Förderung Markteinführung**

Die Förderung sollte auf Basis der durch die Solaranlage erzielten Energieeinsparung bzw. vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen gewährt werden. Um eine kontinuierliche Reduktion der Anlagenkosten zu erzielen, sollte die Förderung im Bereich der Solaranlagen zur Warmwasserbereitung degressiv gestaltet sein und zu einem mittelfristig definierten Zeitpunkt vollständig entfallen. Förderungen sollten dann nur noch für Solare Kombianlagen (Warmwasserbereitung und Raumheizung) sowie für neue Anwendungen gewährt werden. Um den Firmen entsprechende Planungssicherheit zu geben, sollte über einen Zeitraum von mehreren Dekaden eine entsprechende Kontinuität gewährleistet sein.

## **7.2 Forschungsförderung**

Die Förderung der Solarthermieforschung sollte im Einzelnen durch folgende Instrumente erfolgen.

### **7.2.1 Förderung der Entwicklung innovativer Produkte**

Förderung der Entwicklung innovativer Produkte (Komponenten und Anlage) mit einer Förderquote von ca. 50 %.

In diesen Bereich sollte der überwiegende Teil der von Firmen (evtl. gemeinsam mit Forschungsinstituten) durchgeführten Produktentwicklungen entfallen. Typischerweise handelt es sich hierbei um Entwicklungen, die in einem Zeitraum von drei bis fünf Jahren als Serienprodukt am Markt eingeführt werden können.

### **7.2.2 Angewandte Grundlagenforschung**

„Angewandte Grundlagenforschung“ mit einer Förderquote von ca. 90 bis 100 %.

Hiermit soll primär die Arbeit von Forschungsinstituten an Vorhaben finanziert werden, die im mittelfristigen Zeitbereich (ca. bis 5 Jahre) noch keinen „return of investment“ erwarten lassen. In diesen Bereich fällt z. B. die Entwicklung, neuer Speichermaterialien sowie die Entwicklung von Prüfverfahren oder die Erarbeitung neuer Softwarealgorithmen zum Einsatz in Simulationsprogrammen.

### **7.2.3 Risikoforschung**

Risikoforschung mit einer Förderquote von ca. 80 %.

In diesem Segment sollen Forschungsvorhaben angesiedelt werden, die bei einer erfolgreichen Realisierung ein hohes Potenzial aufweisen, aber deren Entwicklung auch relativ risikobehaftet ist. Diese Projekte sollten ebenfalls gemeinsam von der Industrie und von Forschungsinstitutionen durchgeführt werden.

### **7.2.4 Ko-Finanzierungen von EU Projekten**

Die Förderquote bei EU Projekten liegt je nach Programmlinie bei 30 – 70%. In vielen Programmlinien sind bereits bestätigte Co-Finanzierungen bei den Einreichung der Projektvorschläge ein positives Evaluierungskriterium. Die gezielte Unterstützung durch Ko-Finanzierungen von EU Projekten im Bereich der Solarthermieforschung würde zu einer höheren Beteiligung österreichischer Akteure an europäischen Forschungsprojekten beitragen.

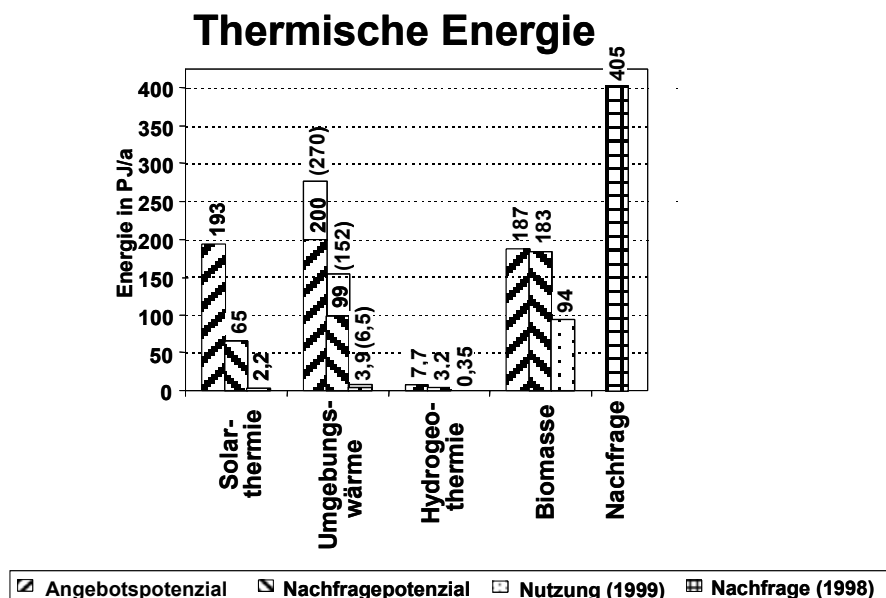
### 7.3 Flankierende Maßnahmen

Für eine beschleunigte Markteinführung und eine weitere zügige Verbreitung der thermischen Solarenergienutzung ist zusätzlich die Förderung folgender Maßnahmen erforderlich:

- Durchführung von Marketingkampagnen, Imageaktionen, Informationsveranstaltungen
- Ausbildung von Handwerkern und Planern
- Erarbeitung von Verfahren für eine ganzheitliche Bewertung solarthermischer Anlagen
- Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit und des Alterungsverhaltens von Solaranlagen bzw. ihren Komponenten
- Einführung von Mechanismen zur Funktionskontrolle bzw. Funktionsüberwachung bei großen thermischen Solaranlagen
- Weiterentwicklung europäischer und internationaler Normen und Richtlinien für thermische Solaranlagen
- Berechnungsverfahren für Ertrag/Energieeinsparung solarthermischer Anlagen innerhalb der European Building Performance Directive

## 8 Quantitative Ziele

Derzeit decken in Österreich 3 Mio m<sup>2</sup> (2,1 GW) thermische Solaranlagen ca. 1,5 % des Endenergiebedarfs für die Wärmeversorgung. Dies sollte bis 2030 auf 10 % der Wärmeversorgung auf Basis heutigen Verbrauchs erhöht werden (Potential aus Neubarth, Kaltschmitt, 2000, Erneuerbare Energien für Österreich, M., Springer Verlag, ISBN 3-211-83579-2).



Zudem sollte durch eine starke Offensive zur thermischen Gebäudesanierung (unter Verwendung der Mittel der Wohnbauförderung, Verringerung oder besser Streichung der Förderung für neue Einfamilienhäuser und Umwidmung für die thermische Gebäudesanierung) der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser stark verringert werden. Dies würde den Prozentsatz der Solarenergie an der gesamten Wärmeerzeugung weiter erhöhen.

## **9 Anhang**

In den folgenden Kapiteln werden alle österreichischen Institutionen dargestellt, die im Bereich Solarthermie Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchführen.

### **9.1 AEE - Institut für Nachhaltige Technologien**

#### **9.1.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Die AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) mit Sitz in Gleisdorf beschäftigt sich mit der Erforschung der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen der Solarenergienutzung, mit der Entwicklung von energieeffizienten Energieversorgungssystemen für Gebäude sowie mit nachhaltigen Techniken für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.

In diesen Bereichen spannt sich der Bogen von der Prototypenentwicklung bis hin zur Ausführung von Demonstrationsanlagen. Darüber hinaus plant und berät das Institut und stellt Know-how zur Verfügung.

#### **Forschung und Entwicklung**

Im Rahmen von nationalen, europäischen und internationalen Forschungs- und Entwicklungsprojekten hat die AEE INTEC in den vergangenen zehn Jahren wesentlich zur Weiterentwicklung von solaren Technologien und zur Systemtechnikentwicklung beigetragen.

Auftraggeber dieser Projekte sind Länder, Bundesministerien, die Europäische Kommission, die UNIDO, sowie Industrie- und Gewerbebetriebe.

Weiters sind Mitarbeiter der AEE INTEC im Rahmen des "Solar Heating and Cooling Program", des "SolarPaces Program" und im Rahmen des „ECBCS Program“ der Internationalen Energie Agentur (IEA) sowie im ÖNORM-Fachnormenausschuss 173 tätig.

#### **Consulting**

Ein wesentlicher Teil der Arbeit besteht in der Beratung von Bauherren/Frauen, HaustechnikerInnen, ArchitektInnen, Wohnbaugenossenschaften und Gemeinden Realisierung konkreter Projekte. Für diese Projekte werden als Entscheidungshilfe Studien erstellt, welche die technische sowie finanzielle Machbarkeit analysieren.

Weiters werden Unternehmen und Organisationen bei der Entwicklung neuer Produkte beraten und unterstützt und Experten und Kooperationspartner vermittelt.

#### **Know-how Transfer**

Um die Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie Anwendererfahrungen möglichst effizient und rasch weiterzugeben, werden zahlreiche Know-how Transferprojekte sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene durchgeführt.

Seit 1990 wurden von der AEE INTEC zahlreiche Know-how Transferprojekte in Chile, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Lettland, Nicaragua, Portugal, der Schweiz,

in Slowenien, der Slowakischen Republik, Tanzania, Tschechien, Uganda, der Ukraine, Ungarn, und Zimbabwe durchgeführt.

### **Aus- und Weiterbildung**

Die AEE INTEC veranstaltet Exkursionen, Seminare, Tagungen und Symposien zu allen Anwendungsbereichen erneuerbarer Energien und Energieeffizienzsteigerung.

#### **9.1.2 MitarbeiterInnen**

##### **Ausbildung**

Dipl.-Ing. Irene Bergmann	TU-Graz, Studienrichtung: Verfahrenstechnik
Dipl.-Ing. Ernst Blümel	TU-Graz, Studienrichtung: Maschinenbau
Ing. Christian Fink	HTL-Graz, Fachrichtung: Maschinenbau
Dipl.-Ing. Robert Hausner	TU-Wien, Studienrichtung: Physik
Dipl.-Ing. Charlotta Isaksson	TU of Denmark, Energietechnik
Dipl.-Ing. MSc. Dagmar Jähnig	TU Berlin, Energie- und Verfahrenstechnik
Ing. Rudolf Moschik	HTL-Graz, Fachrichtung: Maschinenbau
Dipl.-Ing. Thomas Müller	HTL-Villach, Fachrichtung: EDV und Organisation; Montanuniversität Leoben, Studienrichtung: Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes
Dipl.-Ing. (FH) Michael Pertl	Fachhochschule Pinkafeld Fachrichtung Gebäudetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Michael Prenner	Fachhochschule Pinkafeld Fachrichtung Gebäudetechnik
Dipl.-Ing. Martin Regelsberger	Universität für Bodenkultur, Wien, Studienrichtung: Kulturtechnik
Dr. Barbara Regelsberger	Universität für Bodenkultur, Wien, Studienrichtung Landwirtschaft, Tierproduktion
Dr. Axel Seerig	TU Berlin
Ing. Richard Riva	HTL-Weiz, Fachrichtung: Maschinenbau Umwelttechnik
Ing. Josef Schröttner	HTL-Weiz, Fachrichtung: Maschinenbau
Dr. Anton Schwarzlmüller	TU-Graz, Studienrichtung: Geophysik
Dipl.-Ing. Alexander Thür	HTL-Bregenz, Fachrichtung: Maschinenbau TU-Graz: Studienrichtung: Maschinenbau
Ing. Waldemar Wagner	HTL Kapfenberg Fachrichtung: Maschinenbau , Colleg: Automatisierungstechnik

### 9.1.3 Referenzprojekte

#### **Sunny Resorts – Solar Thermal Systems for the Accommodation Sector**

Client: European Commission, Directorate General XVII, Energy  
Austrian Federal Ministry for Environment  
Austrian Federal Ministry for Economics  
Österreichische Kommunal Kredit AG, 1995 - 1998

#### **Technical-scientific Investigations on the Combined Solar-Biomass District Heating Projects Dt. Tschantschendorf and Bildein**

Client: Österreichische Kommunal Kredit AG, 1995 - 1996

#### **Solar Thermal Systems for Multiple-Family Dwellings**

Client: Austrian Federal Ministry for Environment, 1997 - 1999

#### **Guaranteed Solar Results**

Client: European Commission, Directorate-General XVII, Energy  
Austrian Federal Ministry for Environment  
Austrian Federal Ministry for Economics, 1997 - 1999  
Project partner: IST-Energietechnik, Kandern, Germany

#### **Development and Integration of Elastomer- Metal Collectors**

Client: European Commission, Directorate-General XII, 1998 - 2001  
Project partner: Institut für Solarenergieforschung - ISFH, Hameln Germany

#### **Development of a Seasonal Adsorption Storage System for Solar Space Heating**

Client: European Commission, Directorate-General XII, 1998 - 2001  
Project partner: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (FhG-ISE), Freiburg, Germany  
SOLPROS AY, Helsinki, Finland

#### **Solar Combi Systems – TASK 26, IEA-Solar Heating and Cooling Programme**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation, 1998 - 2002  
Project partner: International Energy Agency, Paris, France

#### **Large-Scale Solar Thermal Systems for the Residential Sector**

Client: European Commission, Directorate-General XVII, Energy, 1998  
Project partner: Steinbeis Transferzentrum, Stuttgart, Germany

#### **Monitoring and Analyses of Passive Houses in the Framework of the European CEPHEUS Project**

Client: European Commission, DG Transport and Energy  
Energie Institut Vorarlberg, 1999 - 2003

#### **Investigation of the Stagnation Behaviour of Solar Thermal Systems**

Client: European Commission, Directorate-General XII, 1999 - 2001  
Project partner: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (FhG-ISE), Freiburg, Germany

**Systems Engineering and Building Physics for the Façade Integration of Solar Thermal Collectors**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation  
1999 - 2001  
Project partner: TB Leiler, Vienna  
TB Höfler, Graz  
DOMA Solartechnik GmbH, Satteins  
GreenONEtec Kanduth GmbH, Ebental

**Solar-assisted District Heating**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation  
2000 - 2003  
Project partner: Graz University of Technology, IWT, Austria  
Sonnenkraft Vertriebs-GmbH, Austria  
GREENoneTEC Solarindustrie GmbH, Austria  
S.O.L.I.D. GesmbH, Austria  
Tyforop Chemie GmbH, Germany  
RESOL – Elektronische Regelungen GmbH, Germany  
Gebr. Tuxhorn GmbH & Co KG, Germany

**Solar Combisystems**

Client: European-Commission DG – TREN, 2000 - 2003  
Austrian Federal Ministry for Environment  
Austrian Federal Ministry for Economics and Labour  
Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Wissenschaftsabteilung  
Project partner: Solar Energy Center Denmark  
Motiva, Finland  
Fortum Power and Heat, Finland  
Association Savoyarde pour le Développement des Energies  
Renouvelables (ASDER), France  
Stuttgart University ITW, Germany  
Ambiente Italia srl, Istituto di Ricerce – AI, Italy  
Solar Energy Research Center – SERC Sweden

**Development of Solar Thermal Systems with an Appropriate Stagnation Behaviour**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation  
2001 - 2003  
Project partner: Strobl Bau GmbH, Austria  
Architekturbüro Andexer/Moosbrugger, Austria  
TB Bierbauer, Austria  
TB Herbst, Austria

**Monitoring and Evaluation of Demonstration Projects for Optimized and Standardized Solar Thermal Systems for Multiple Family Dwellings – OPTISOL**

Client: Land Steiermark, Abteilung für Wissenschaft und Forschung  
2000 - 2004  
Austrian Federal Ministry for Economics and Labour  
Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation

**Potential Study on Solar Thermal Systems for Trade- and Industrial Companies**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation  
2001 - 2003  
Project partner: Joanneum Research, JOINTS

**Colorface**

Client: European Commission, DG Research, 2002 - 2004  
Project partner: Fraunhofer ISE, Freiburg, Germany  
National Institute of Chemistry, Ljubliana, Slovenia  
TB Höfler, Graz, Austria  
AKS DOMA Solartechnik GmbH, Austria  
Wagner &Co Solartechnik, Cölbe, Germany

**Modular Energy Storage according to the Sorption-principle with high Energy Density**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology and Innovation  
2002 – 2005  
Project partner: SOLution Solartechnik GmbH, Austria

**Solar Heat for Industrial Processes - IEA SHC Task 33**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology, 2003 - 2007  
Project partner: IEA Solar Heating and Cooling Programme, Paris, France  
Joanneum Research, Graz, Austria  
ITW, Universität Stuttgart; Germany  
DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Köln  
Fraunhofer ISE, Freiburg, Germany  
ZAE Bayern, Garching, Germany  
University of Thessaloniki, Greece  
CIE-UNAM, Mexico  
INETI, Lisbon, Portugal  
CIEMAT, Madrid, Spain  
AIGUASOL Engineering, Barcelona, Spain

**Parabolic Trough Collector**

Client: Austrian Federal Ministry for Technology, 2003 - 2005  
Project partner: Knopf Glastechnik, Vienna  
Innovation Management Group, Graz  
Solution GmbH

**PEP - PROMOTION OF EUROPEAN PASSIVE HOUSES**

Auftraggeber: Europäische Union, DG TREN, 2005  
Projektpartner: Energy research Centre of the Netherlands ECN  
(coordinator, Netherlands)  
DHV Bouw en Industrie BV (Netherlands)  
National University of Ireland, Dublin (Ireland)  
Building Research Establishment Ltd BRE (United Kingdom)  
SINTEV Civil and Environmental Engineering, Norwegian University  
of Technology (Norway)  
Ellehauge & Kildemoes (Denmark)  
Technical Research Centre of Finland VTT (Finland)  
proKlima GbR (Germany) / Passivhaus Institut (subcontractor,  
Germany)  
Passiefhuis Platform (Belgium)

**EEBD - Development of an interactive vocational Web training tool for the take-off of the buildings DIRECTIVE 2002/91/EC**

Auftraggeber: Europäische Union, DG TREN, 2005

Projektpartner: TEICRETE - Technological Educational Institute of Crete (Greece)  
 NKUA - National and Kapodistrian University of Athens (Greece)  
 BRE - Building Research Establishment Ltd (United Kingdom)  
 ULR - Université de La Rochelle (France)  
 BYTE S.A. (Greece)  
 RHEVA - Federation of European heating and air-conditioning associations  
 Regional Energy Agency of Crete (Greece)  
 BSREC - Black Sea Region Energy Centre (Black Sea region countries)  
 BulSHRAE - Bulgarian Society of Heating Ventilating and Air Conditioning Engineers (Bulgaria)

### **Solar Thermal Systems – Training Programme - CSFR**

Client: Austrian Federal Ministry for Science and Research  
 Austrian Federal Ministry for Environment  
 Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, 1992 - 1994

### **Training Programme Slovenia: Thermal Solar Systems**

Client: Austrian Federal Ministry for Environment, 1993 - 1995  
 Project partner: Joanneum Research, Graz, Austria

### **Solar Thermal Systems – Training Programme for the Baltic States**

Client: European Commission, Directorate General XVII, Energy  
 1995 - 1998

### **Utilization of Renewable Energy Sources in North-East-Europe**

Client: European Commission, Directorate-General XVII, Energy  
 1996 - 1999  
 Project partner: SOLPROS, Helsinki, Finland  
 Kanenergi AS, Rud, Norway

### **Solar Thermal Systems for the Matany Hospital, Uganda**

Client: BBM, Beschaffungsbetrieb der MIVA, Stadl-Paura, 1997 - 1998

### **Solar Energy for Tanneries in Uganda – Feasibility Study**

Client: United Nations Industrial Development Organization UNIDO, 1998

### **State of the Art Report on Large-Scale Solar Thermal Systems in Bulgaria**

Client: Austrian Federal Ministry for Environment, 1998 - 2000  
 Project partner: ÖAR; Vienna, Austria  
 ECOTERMINGENERING, Sofia, Bulgaria  
 ECOTHERMAL, Burgas, Bulgaria

Establishment of a Production and Consultation Infrastructure for Solar Thermal Systems in Zimbabwe

Client: Austrian Federal Ministry for Foreign Affairs  
 Austrian Development Cooperation, ERP-Fonds, 1998 - 2004  
 Project partner: University of Zimbabwe, Harare  
 Domestic Solar Heating, Harare, Zimbabwe



**Conditions and Possibilities for the Establishment of the Production of Solar Water Heaters in Uganda – Feasibility Study**

Client: Austrian Federal Ministry for Foreign Affairs, 1999  
Project partner: Uganda Renewable Energy Association, Kampala, Uganda

**Photovoltaic Systems and Solar Water Heaters for the Wasso and Endulen Hospitals in Tanzania**

Client: Austroprojekt, Gesellschaft für technische Zusammenarbeit  
2000 - 2001

SUNRISE for Uganda - Training and Establishment of a Production Line for Solar Thermal Systems in Uganda

Client: Austrian Federal Ministry for Foreign Affairs, 2000 - 2004  
Project partner: Uganda Renewable Energy Association, Kampala, Uganda

**Booklet on Best Practice-Examples – Energy Related Projects of the Austrian Development Cooperation**

Client: Austrian Federal Ministry for Economics and Labour, 2001  
Austrian Federal Ministry for Environment  
Project partner: Austrian Energy Agency (E.V.A.), Vienna, Austria

**Global Status of Integration of Solar Heating into Residential Buildings - China**

Client: United Nations Foundation, 2003 -2005  
Project partner: Ecofys, NOVEM, The Netherlands  
IT Power, Beijing  
CREIA, Beijing

**Training of staff and Installation of Solar Thermal Pilot Systems for Public Bathes in the Islamic Republic of Iran**

Client: GreenONEtec Solarindustrie, St. Veit, Austria  
Project partner: Ministry of Minerals and Oil, Islamic Republic of Iran, 2004

**NICASOL - Solar Process Heat Combined with Energy Efficiency Measures in Nicaragua**

Client: UNIDO, United Nations Industrial Development Organization  
Project partner: Centro de Producción Más Limpia, Managua, Nicaragua, 2004

## **9.2 Arsenal Research**

Mit rund 175 hochqualifizierten Mitarbeitern hat sich arsenal research in den letzten Jahren als europäischer Forschungsknoten in den Zukunftsfeldern Mobilität und Energie etabliert. Primäres Unternehmensziel ist die Steigerung der Innovationsfähigkeit der Partner durch angewandte Forschung und Entwicklung und die Verknüpfung regionaler, nationaler und internationaler Innovationssysteme. Neben hochwertiger Mess- und Prüftechnik kommen neueste Simulationsmethoden zum Einsatz, um die Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit von Transport- und Energiesystemen auch in Zukunft sicherzustellen.

### **9.2.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

#### **Forschung und Entwicklung**

Als akkreditiertes Prüfinstitut für solarthermische und Photovoltaik-Komponenten beschäftigen sich die Mitarbeiter rund um die Kollektorprüfung laufend mit der Weiterentwicklung von Methoden zur Bewertung und Prüfung von Solarkomponenten. Die Entwicklung von Methoden zur Bewertung von Gesamtsystemen und hier im Besonderen von solarthermischen Großanlagen ist Gegenstand von langjährigen nationalen Forschungsaktivitäten. In den vergangenen Jahren wurden die Kapazitäten im Bereich der dynamischen Simulation deutlich ausgebaut. Im solarthermischen Bereich liegt die inhaltliche Fokussierung dabei auf der Simulation von Wärmespeichern und solarthermisch unterstützten Kühlsystemen. Auf dem Gebiet der solaren Kühlung läuft eine Prototypenentwicklung von Absorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich.

Ein weiterer Fokus liegt in der Simulation und dem Monitoring von thermodynamischen Prozessen und Systemen sowie Entwicklung von innovativen Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungskomponenten und -Systemen.

#### **Qualitätssicherung**

Aktivitäten im Bereich der Qualitätssicherung betreffen die Organisation von Schulungen für Installateure und Planer sowie die messtechnische Überwachung (Monitoring) von solarthermischen Großanlagen und solaren Absorptionskältemaschinen zur Büroraumkühlung. arsenal research agiert als Personenzertifizierungsstelle für Absolventen der angebotenen Schulungen im Solarthermie- und Wärmepumpenbereich. Als Kompetenzzentrum für Schulungen auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energietechnologien wurde das vorhandene Know-how in etlichen Beteiligungen an EU-Projekten an Partner in ganz Europa weitergegeben.

#### **Infrastruktur**

Arsenal research verfügt über umfangreiche Prüfinfrastruktur zur Messung von solarthermischen Komponenten, wie einen Indoor-Sonnensimulator und einen fixen und einen zweiachsig nachgeführten Freifeldprüfstand sowie Klimakammern zur Umweltsimulation. Versuchsstände für solarthermische Energiespeicher und thermisch angetriebene Kältemaschinen befinden sich im Aufbau.

### 9.2.2 MitarbeiterInnen

In den beiden Geschäftsfeldern „Erneuerbare Energietechnologien“ und „Nachhaltige Energiesysteme“ sind derzeit 39 Mitarbeiter beschäftigt, von denen sich 14 mit Aspekten der solarthermischen Energienutzung beschäftigen:

	Spezialgebiet
DI Fritz Brandstetter	Verbreitung, Qualitätssicherung
DI Josef Buchinger	Kollektorprüfung, F&E Kollektoren
DI Hubert Fechner, MAS, MSc	Geschäftsfeldleiter, Normung
DI Susanne Gosztonyi	Solare Kühlung, Energiefassaden
Dr. Dieter Gottwald	Solarspeicher, Simulation
Ing. Franz Karall	Kollektorprüfung
Dong-Seon Kim, MSc, BSc	Thermische Kühlung, Anlagensimulation
DI Ivan Malenkovic	Thermische Kühlung, Anlagensimulation
Peter Petschovitsch	Kollektorprüfung
DI Olivier Pol	Solare Kühlung, Gebäudesimulation
Ing. Anita Preisler	Solare Kühlung, Energiefassaden
Ing. Jan Schindl	Solarthermische Großanlagen
DI Tim Selke	Solare Kühlung, Gebäudesimulation
DI (FH) Roland Sterrer, BSc	Kollektorprüfung

### 9.2.3 Referenzprojekte

- IEA SHC Task 25 - *Solar Assisted Air Conditioning of Buildings*, Leitung von Subtask C ab 2002
- IEA SHC Task 38 - *Solar Air-Conditioning and Refrigeration*
- IEA SHC Task 39 - *Polymeric Materials for Solar Thermal Applications*
- EU-Projekt ROCOCO - *Reduction Of Costs of Solar Cooling Systems*
- Solar-Keymark I und II – IEE Projekte zur Weiterentwicklung des europäischen Prüfstandards für thermische Solarkollektoren

- NEGST (New Generation of Solar Thermal Systems) – FP6 Projekt zur europaweit akkordierten Weiterentwicklung solarthermischer Technologie
- klima:aktiv Programm **solarwärme** – Nationales Aktionsprogramm zur Belebung und Qualitätssicherung des österreichischen Solarwärmemarktes
- CER<sup>2</sup>, EARTH – IEE Projekte zur Entwicklung und Verbreitung von Schulungen im Solarwärmebereich
- Solar-Net I und II, ICON-RES, Solar-Strat – Interreg IIIA Projekte zum Know-how Transfer im Solarthermiebereich
- Q-SOL – Nationales Projekt zur Qualitätssicherung von solarthermischen Großanlagen
- EAST-GSR – IEE Projekt zur Etablierung von Ertragsgarantiemodellen für solarthermische Großanlagen in den neuen Mitgliedsstaaten
- KLIMANET – Nationales Netzwerk zur solaren Kühlung
- ENERGYbase – Vorzeigeprojekt einer neuen Generation von Büroimmobilien
- Mehr als 450 geprüfte Kollektortypen seit 1986

## **9.3 Austria Solar Innovation Center - ASiC**

### **9.3.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Das ASiC ist eine außeruniversitäre Forschungsinstitution in Vereinsform und bezweckt laut Vereinsstatuten

- a.) die Intensivierung der Forschung auf dem Gebiet der Solartechnik
- b.) die verstärkte Nutzung und Weiterentwicklung der Solartechnik
- c.) die Stärkung der technologischen Position von Oberösterreich im Hinblick auf die Solartechnik
- d.) die Förderung der Zusammenarbeit von Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Solartechnik
- e.) die weitere Verbreitung erneuerbarer Energien im Allgemeinen bzw. von Solartechnologien im Besonderen
- f.) die Unterstützung von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen, dadurch soll langfristig eine nachhaltige Verbesserung der Umweltsituation erreicht werden.

### **Forschung und Entwicklung**

Der Hauptschwerpunkt der F&E Tätigkeit des ASiC ist im Bereich von solarthermischen Systemen angesiedelt, z.B. die Entwicklungsunterstützung von Kollektoren, Erstellung einer Planungsmappe für solarthermische Großanlagen, Erstellung von Haustechnik-Konzepten, vor allem aber auch das Monitoring von solarthermischen Anlagen. Seit dem Jahr 2005 werden auch Projekte im Bereich von solar betriebenen Kühlsystemen durchgeführt.

Diese Aktivitäten werden auch bei der Mitwirkung in den ‚Solar Heating and Cooling‘ Task 36 und Task 38 der Internationalen Energieagentur IEA unterstrichen.

Das Hauptaugenmerk liegt daneben bei der anwendungsnahen F&E, um Unternehmen bei Produktentwicklungen und Testmöglichkeiten für bereits bestehende Produkte zu unterstützen. Das ASiC dient als Anlaufstelle für Unternehmen, um innovative Produktideen auf ihre Machbarkeit hin zu untersuchen.

### **Prüftechnik**

Das ASiC betreibt in Kooperation mit dem Lehrbetrieb der Fachhochschule Wels das so genannte Solarlabor. Dieses besteht aus mehreren Test- und Prüfeinrichtungen im Bereich von erneuerbaren Energietechnologien:

- der Indoor-Prüfstand mit einem Sonnensimulator erlaubt die wetterunabhängige Leistungsprüfung von solarthermischen Kollektoren
- diese Leistungsprüfung kann ebenfalls am Outdoor-Prüfstand durchgeführt werden
- der betriebene Spektrometer-Messplatz ermöglicht spektral aufgeschlüsselt die Transmissionsbestimmung von Kollektorabdeckungen und die Ermittlung von Absorptions- und Emissionsgrad von beliebigen Materialien
- daneben werden noch ein Biomassekessel- sowie ein Kraft/Wärmekopplungs-Labor errichtet.

Im Bereich der Prüfung von Solarthermischen Kollektoren wird eine Akkreditierung der Prüfstelle nach ÖNORM EN12975-2 im Jahr 2008 angestrebt.

### **Aus- und Weiterbildung**

Die Mitarbeiter des ASiC stellen ihr Wissen im Rahmen von Lehrveranstaltungen, Laborübungen und fächerübergreifenden Projekten an der Fachhochschule Wels zur Verfügung.

Weiter bietet das ASiC Gewerbe- und Industrierberatung als auch Vorträge im Bereich der Erneuerbaren Energietechnologien an.

#### **9.3.2 MitarbeiterInnen**

DI Harald Dehner: TU-Graz, Studienrichtung Maschinenbau, Vertiefung: Energie- und Umwelttechnik

DI Hilbert Focke: TU-Graz, Studienrichtung Maschinenbau, Vertiefung: Energie- und Umwelttechnik

DI Richard Mittasch: JKU Linz, Studienrichtung Technische Physik

DI Dr. Gerald Steinmaurer: TU-Graz, Diplomstudium Elektrotechnik/Regelungstechnik, Doktorat JKU Linz, Mechatronik

DI Hannes Zannantoni: TU-Graz, Studienrichtung Elektrotechnik, Vertiefung: Energietechnik

#### **9.3.3 Referenzprojekte**

##### **Klima- und Prozesskälte aus Sonnenenergie, 2006-2008**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: Solution Solartechnik GmbH  
WIHO Hofbauer GmbH  
IKEA Wels Lagergroßhandel GmbH  
Arsenal research

##### **IEA-SHC Task 36: Solar Radiation Forecast, 2006-2009**

Client: Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology  
Project partner: Blue Sky Wetteranalysen GmbH

##### **IEA-SHC-Task 38: Solar Air Conditioning and Refrigeration, 2006-2009**

Client: Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology  
Project partner: Arsenal research  
TU-Graz, Institut für Wärmetechnik

**Energycenter.net, 2005-2007**

Client: REGplus Förderungsmodul der Regionalen Impulsförderung 2000  
 Project partner: Technologiezentrum Salzkammergut  
 EnergyLang GmbH,  
 E-Werk Wels AG,  
 Fachhochschule OÖ (Studiengang Öko-Energietechnik)  
 Mea Solar GmbH  
 Blue Sky Wetteranalysen GmbH  
 Weizer Energie-Innovations-Zentrum GmbH  
 ÖAR Regionalberatung GmbH

**Latentspeicher in Innenputz und Estrich, 2004-2007**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
 Project partner: Architekt DI Alois Schlager  
 Ing. Heinz Koberger  
 Huemer Solar GmbH

**Vermessung des Kirchnerneubaus St. Franziskus in Passivhausqualität, 2002-2005**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
 Project partner: Architekturbüro Luger-Maul  
 Seelsorgestelle St. Franziskus

**Integrative Solarwärmepumpe, 2002-2003**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
 Project partner: Matrix 3000  
 ThermoSystem Kälte, Klima und Wärme GmbH

**Plus Energie Halle, 2002-2003**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
 Project partner: Franz Einfinger GmbH  
 Josef Einfinger EHS GmbH

**Handbuch zur Planung von Solaranlagen im Mehrfamilienwohnbau, 2000-2002**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm

**Kulturzentrum Salzhof**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
 Project partner: Freistädter Kultur- und Freizeitanlagenerrichtungs- und Betriebs  
 GmbH  
 Stadtgemeinde Freistadt  
 Energiebeauftragter der Stadt Freistadt  
 Technisches Büro Ing. Peter Freunschlag

**Feasibility study: Kollektorentwicklung Vollflächenabsorber, 2002-2004**

Client: Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology  
 Project partner: IWS - Größwang

**Mikrobiomasseverstromung, 2001-2002**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: Fachhochschule Wels  
PHOCOS Austria

**Solare Klimatisierung BH Rohrbach, 2006**

Client: TB Mittermair

**Solare Wärmekraftmaschine, 2001-2002**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: Söllinger HSS-Anlagentechnik GesmbH

**Solarfassade, 2002-2003**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: SOLution Solartechnik GmbH  
Sun Master GmbH  
GIG Fassadenbau GmbH

**Volkskollektor, 2001-2003**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: Sunmaster GmbH  
Fachhochschule Wels

**Wellkollektor, 2002**

Client: Amt der OÖ. Landesregierung, Energie-Technologie Programm  
Project partner: Eternit Werke L. Hatschek AG  
ÖkoTech Produktionsgesellschaft für Umwelttechnik GmbH



## **9.4 Joanneum Research - JOINTS**

### **9.4.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Das interdisziplinäre Team des Joanneum Instituts für Nachhaltige Techniken und Systeme (JOINTS) deckt ein weites Spektrum nachhaltiger Wirtschaftsentwicklung ab - von Rohstoff- und Energiefragen über Produktionstechnologien bis hin zu Produkten und Dienstleistungen. In Forschungs- und Entwicklungsprojekten stellt JOINTS diese Kompetenz Betrieben und öffentlichen Auftraggebern zur Verfügung.

Die zukunftsorientierte Entwicklung von Betrieben zu nachhaltigen Unternehmen verlangt eine sinnvolle Verknüpfung von Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Endziel dieser Entwicklung ist der abfall- und emissionsfreie Betrieb.

Verfahrensanalysen (Stoff- und Energieströme) und Bewertungen der eingesetzten Technologien bezüglich Energieeffizienz, Ressourcennutzung, Abfall- und Emissionsvermeidung sowie vermeidbarer Umweltkosten

Berechnung des Potentials für Energieeffizienzmaßnahmen sowie die Optimierung der Wärmeintegration in diskontinuierliche Prozesse

Ermittlung der Umsetzbarkeit und Optimierung des Solarenergieeinsatzes in Produktionsprozessen

Machbarkeitsstudien und Abschätzen von Einsparungspotenzialen für Verfahrensänderungen und Neuanlagen hinsichtlich der Anforderungen einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung

Verfahrensmodifikationen für verbesserte Ressourcen- und Energieeffizienz, Schließung von betrieblichen Kreisläufen, Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Informationsveranstaltungen auf dem Gebiet der nachhaltigen, produktionsintegrierten Techniken und Managementsysteme

### **9.4.2 MitarbeiterInnen**

Folgende Mitarbeiter des Institutes beschäftigen sich mit dem Thema Energieeffizienz in Industriebetrieben und solare Prozesswärme:

Prof. Dr. Hans Schnitzer

DI Christoph Brunner

DI Bettina Slawitsch

Das Institut verfügt über ein Verfahrenstechnikum mit einer Membrantestanlage, einem Rotavapour und verschiedene Filtersäulen zur Durchführung von Trennverfahren. Weiters stehen zwei berührungslose Durchflussmessgeräte zur raschen Aufnahme von Massenströmen in einem Betrieb zur Verfügung.

### **9.4.3 Referenzprojekte**

Folgende Referenzprojekte im Bezug auf Energieeffizienz und solare Prozesswärme sind zu erwähnen:

**PROMISE** (Produzieren mit Sonnenenergie: Potenzialstudie zur thermischen Solar-energienutzung in Gewerbe- und Industriebetrieben in Abhängigkeit von den Produktionsprozessen) (AEE INTEC, JOANNEUM RESEARCH – JOINTS)

Das österreichische Potential für solare Prozesswärme wurde in diesem Projekt im Rahmen der Technologieinitiative „Fabrik der Zukunft“ des BMVIT erhoben. Die Arbeiten wurden Ende 2003 abgeschlossen und zeigen ein großes Potential für die Anwendung von Solaranlagen in Kombination mit Energiesparmaßnahmen in den bereits erwähnten Industriebranchen.

**SOLPROBAT** (Entwicklung einer Optimierungsmethode zur Integration von Solarthermie in Produktionsprozessen im Batch-Betrieb) (JOANNEUM RESEARCH – JOINTS, TU Graz und AEE INTEC)

In dem Projekt wurde eine Methodik für ein computerunterstütztes Simulationsprogramm zum optimalen Einsatz von solarer Prozesswärme in industriellen und gewerblichen Produktionsbetrieben entwickelt und vier Fallstudien konzeptioniert.

**IEA Task 33** - Solar Heating for Industrial Processes (AEE INTEC, JOANNEUM RESEARCH – JOINTS, TU Graz – RNS, SOLID)

Unter der Leitung von AEE INTEC und der Mitarbeit von JOINTS wurde ein internationales Netzwerk im Rahmen der IEA – International Energy Agency – aufgebaut. In dem Task 33 – SHIP (Solar Heating for Industrial Processes) wird in Zusammenarbeit von Vertretern aus neun Ländern an der Umsetzung von solaren Großanlagen für den industriellen Einsatz und der Kollektorentwicklung gearbeitet.

**Styrian Promise** (Initiative zur Nutzung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien (solare Prozesswärme) in steirischen Betrieben) (JOANNEUM RESEARCH – JOINTS, AEE-INTEC, TU Graz-RNS)

Neben der Erhebung eines steirischen Potentials für die solare Prozesswärmenutzung liegt in diesem Projekt der Schwerpunkt in der Realisierung von konzeptionellen Fallstudien in steirischen Unternehmen.

## **9.5 Montanuniversität Leoben**

### **9.5.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Am Institut für Werkstoffkunde und -prüfung der Kunststoffe der Montanuniversität Leoben werden seit 10 Jahren werkstoffliche Fragestellungen in der Solartechnik behandelt. Dabei wurden umfassende Kompetenzen im Bereich der thermischen und optischen Charakterisierung von Kunststoffen für die Solartechnik aufgebaut und solartechnische Komponenten aus Kunststoff entwickelt und in die Anwendung übergeführt.

Während zwischen 1996 und 2002 der Fokus bei der Charakterisierung, Modellierung, Herstellung und Vermessung passiv-solarthermischer Komponenten und Systeme aus Kunststoff (Transparente Wärmedämmung) lag, wurden seit der Gründung der Polymer Competence Center Leoben GmbH im Jahr 2002 verstärkt Kapazitäten im Bereich der Charakterisierung und Entwicklung von Kunststoffkomponenten für aktiv-solarthermische Systeme (Solarkollektoren und Speicher) und solar-elektrische Systeme (Photovoltaik) aufgebaut.

### **9.5.2 Mitarbeiter**

Neben Prof. Lang, dem Leiter des Instituts für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe und der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), ist Dr. Gernot Wallner (Dissertation auf dem Gebiet der Transparenten Wärmedämmung (Abschluss 2000)) als Senior Researcher und Projektleiter für den kontinuierlichen Ausbau des Fachbereiches „Kunststoffe für die Solartechnik“ verantwortlich. Derzeit sind im Fachbereich drei Dissertanten beschäftigt, wovon sich zwei mit polymerphysikalischen Fragestellungen in solarthermischen Systemen auseinandersetzen. Während sich Frau Dipl.-Ing. Kahlen mit dem Alterungsverhalten polymerer Strukturwerkstoffe für Solarabsorber beschäftigt, liegt der Tätigkeitsschwerpunkt von Frau Dipl.-Ing. Resch bei der Entwicklung und Charakterisierung von thermotropen Funktionswerkstoffen für Kunststoffkollektoren.

### **9.5.3 Referenzprojekte**

In aktuell laufenden Forschungsprojekten wird mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Freiburg, D), dem Institut für Physik der Universität Oslo (N), dem Swedish National Testing and Research Institute (Boras, S), der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie – Institut für Nachhaltige Technologien (Gleisdorf, A), dem Institut für Wärmetechnik der TU Graz (A) und der Dr. Schobermayr Kunststofftechnik (Altenfelden, A) zusammengearbeitet.

Von besonderer Relevanz ist die Beteiligung am Task 39 des Implementing Agreements on Solar Heating and Cooling (SHC) der Internationalen Energieagentur (IEA). Im Rahmen dieses Tasks mit dem Titel „Polymeric Materials for Solar Thermal Applications“ und einer Laufzeit von 10.2006 bis 09.2010 hat Dr. Gernot Wallner die Subtask-Leitung für den Bereich „Materials“ inne. Die Hauptzielsetzung des Tasks liegt in der Vernetzung der anwendungsorientierten Kunststoff- und Solarenergieforschung, um so signifikante Neu- und Weiterentwicklungen solartechnischer Komponenten und Systeme zu ermöglichen. Interdisziplinär soll die Anwendbarkeit polymerer Werkstoffe und das sich aus dem verstärkten Einsatz polymerer Werkstoffe und dem kunststoffgerechten Design solarthermischer Komponenten und Systeme ergebende Kostenreduktionspotential ausgelotet und untersucht werden. Zudem soll die Zuverlässigkeit polymerer Bauteile in solarthermischen Systemen durch die Adaption und Anwendung geeigneter Methoden zur

Abschätzung des Langzeitverhaltens gesteigert werden. Im Subtask "Materials" sollen das werkstoffliche Know-How von Polymerwerkstoffen bereitgestellt werden, polymere Struktur- und Funktionswerkstoffe für solarthermische Komponenten untersucht und weiterentwickelt werden und Struktur/Eigenschafts/Performance-Beziehungen, beispielsweise für Solarabsorber, selektive Absorber oder schaltbare Schichten, erarbeitet werden.

## **9.6 TU Graz, Institut für Wärmetechnik (IWT)**

### **9.6.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Vom Institut für Wärmetechnik der Technischen Universität Graz werden die Bereiche Wärmetechnik, Biomassenutzung, rationelle Energienutzung, Fernwärme und Abwärmenutzung, Energy Systems Analysis, Informatik in der Energie- und Umwelttechnik, Ökologie-Energie, Wärmepumpentechnik, Heizungs- und Klimatechnik, Sonnenenergienutzung, Gebäudetechnik, Solares Bauen, sowie wärmetechnisches Mess- und Versuchswesen vertreten. Die Forschung am Institut ist derzeit auf die Schwerpunkte „Biomasse“ (Vergasung und Kraft-Wärme-Kopplung), „Nutzung biogener Energieträger für Brennstoffzellen“, „Thermische Energieerzeugung - Wirkungsgradsteigerung und Emissionsminderung von Wärmekraftwerken“, „Wärmepumpentechnik (CO<sub>2</sub>- als Kältemittel, Absorptionswärmepumpen)“, „thermische Solarenergie“, „Thermische dynamische Gebäude- und HLK-Simulation“, „Niedrigenergie- und Passivhäuser“ und „Energiesysteme“ konzentriert, wobei theoretische Arbeiten, Computersimulationen und experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden. Das Spektrum umfasst also sowohl weite Bereiche des Umwandlungssektors als auch den größten Teil der Endenergieanwendung bis hin zur Energiedienstleistung sowie die daraus resultierenden Umweltauswirkungen, insbesondere den anthropogenen Treibhauseffekt.

### **9.6.2 Referenzprojekte**

Der Bereich Solarthermie wird am Institut für Wärmetechnik seit etwa 1972 betrieben. So wurden bereits von 1980 – 1987 Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser (WEIZ) und Großsolaranlagen mit in Summe 1400 m<sup>2</sup> (Neumarkt bei Salzburg) geplant und wissenschaftlich betreut. Ab 1988 wurde gemeinsam mit Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie der Bereich Solare Kombisysteme (damals teilsolare Raumheizungsanlagen) intensiviert. Bis 1992 wurden 10 solare Kombisysteme detailliert vermessen, analysiert und vermessen, eine Typologie von Hydraulikschaltungen für solare Kombisysteme entwickelt und ein Simulationsprogramm (SHWwin) für solche Anlagen erstellt. Dieses Programm wurde bis heute kontinuierlich weiterentwickelt und steht zum einem Gratis auf der Homepage des Institutes (<http://www.iwt.tugraz.at>) mit benutzerfreundlicher Oberfläche zur Verfügung und wird andererseits in Softwares wie Vaillant WinSoft (Fa. Vaillant) oder SoalrAirConditioning (Simulationstool des IEA SHC Task 25) verwendet. Das IWT war und ist an mehreren Tasks des Implementing Agreemnets on Solar Heating and Cooling (SHC) der Internationalen Energieagentur (IEA) beteiligt (Task25 „Solar Assisted Air Conditioning of Buildings“, Task 26 „Solar Combisystems, Subtaskleader für Optimization“, Task 32 „Solarthermische Anlagen mit fortschrittlicher Speichertechnologie für Niedrigenergiegebäude“ Subtaskleader für PCM, Task 37 „Advanced Housing Renovation with Solar & Conservation“, Task 38 „Solar Assisted Air Conditioning of Buildings“).

Im Rahmen der Forschungsinitiative „Nachhaltig Wirtschaften“ des BMVIT wurden Projekte zur Koppelung von Solaranlagen und Nah- bzw. Fernwärmenetzen, der Entwicklung von Hydrauliken für Einbindung von Solaranlagen in Mehrfamilienhäuser und Mikronetze und der Entwicklung von Wärmespeichern mit Phasenwechselmaterialien durchgeführt.

Für diese Arbeiten wurden zumeist simulationstechnische Arbeiten mit dem Simulationspaket TRNSYS oder dem selbst entwickelten Programm SHWwin durchgeführt.

Im Rahmen der Komponentenentwicklung wurden Projekte zum Stagnationsverhalten von Kollektoren, zur Charakterisierung von Schichtladeeinheiten und Brauchwarmwasser-

Durchlauferhitzern, zur Entwicklung einer Kollektorregelung ohne Temperaturfühler am Kollektor und Speicher (Cordless-Control mit Fa. SOLID) und zur Systementwicklung eines Solardach- Eisspeicher – Wärmepumpenkonzeptes (Fa. Prefa) durchgeführt.

In der Lehre wird das Fach Sonnenenergienutzung seit 1997 an der TU Graz und seit 1998 an der FH Pinkafeld gelesen. Es wurde von Wolfgang Streicher bisher ca. 17 Diplomarbeiten an der TU Graz (4 an der FH Pinkafeld) und eine Dissertation betreut.

### **9.6.3 Mitarbeiter**

Am IWT arbeiten derzeit 17 wissenschaftliche und 8 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter. Hiervon sind die folgenden Mitarbeiter im Bereich Solarthermie tätig:

Ao, Univ.-Prof. Wolfgang Streicher, Arbeitsgruppenleiter Solarthermie und thermische Gebäudesimulation, seit 1988 im Bereich Solarthermie.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Richard Heimrath, seit 1999 im Bereich Solarthermie

Dipl.-Ing. Andreas Heinz, seit 1999 im Bereich Solarthermie

Dipl.-Ing. Thomas Mach, seit 2000 im Bereich Thermische Gebäudesimulation und Solarthermie

Dipl.-Ing. Dr. mont. Hermann Schranzhofer, seit 2005 im Bereich Thermische Gebäudesimulation und Solarthermie

### **9.6.4 Vorhandene (F&E) Infrastruktur**

Das Labor des Institutes ist für verschiedenste wärmetechnische Untersuchungen ausgestattet: Es stehen eine 2,7 MW-Hochstromanlage als Wärmequelle, eine Schornsteinanlage für Kesselleistungen bis 0,5 MW, eine zentrale Rückkühlanlage mit einer Leistung von bis zu 5,4 MW, ein Versuchsstand zur Biomassevergasung mit Gasreinigung, Versuchsstände zur Gasreinigung von biogenen Gasen für den Brennstoffzelleneinsatz, Gasmotor mit Wärmeauskopplung und Stromerzeugung, eine Tiefensonde für Versuche mit erdreichgekoppelten Systemen, diverse Wärmequellen- und Wärmesenkenanlagen, eine 9 x 6 x 4,3 m große Klimakammer für einen Temperaturbereich von -20 bis +40 C, ein CO<sub>2</sub>-Wärmepumpenversuchsstand sowie ein Warmwasserspeicher-Versuchsstand zur Verfügung; zudem sind leistungsfähige Messwerterfassungs- und Auswertesysteme für wärmetechnische Messungen sowie Gas- und Teeranalyse mit der erforderlichen Software vorhanden und erprobt.

## **9.7 Institut für Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme**

### **9.7.1 Inhaltliche Schwerpunkte**

Das Institut RNS der TU Graz umfasst derzeit 26 Mitarbeiter, davon 4 Universitätsprofessoren und 3 Mitarbeiter in nichtwissenschaftlicher Funktion. Der Rest sind Forscher, die aus Drittmittelprojekten beschäftigt sind. Das Institut RNS zählt damit zu den forschungsintensivsten Instituten der TU Graz.

Das Institut gliedert sich in 4 Arbeitsgruppen:

- Pharmaceutical Engineering (Prof. Johannes Khinast, Institutsleiter)
- Prozessbewertung (Prof. Michael Narodoslawsky)
- Zero Emission Techniques and Systems (Prof. Hans Schnitzer)
- Thermische Biomassenutzung (Prof. Ingwald Obernberger)

### **9.7.2 Strategische Zielsetzung des Institutes RNS**

Das Institut RNS bekennt sich zur inter- und transdisziplinären Forschung und Lehre im Bereich ressourcenschonender und nachhaltiger Systeme und der Pharmazeutischen Technik. Es bekennt sich darüber hinaus dazu, sowohl im Bereich der Technologiekompetenz, der Methodenkompetenz und der Bildungskompetenz seinen Beitrag zu leisten.

Das Institut RNS bekennt sich darüber hinaus zur Internationalisierung von Forschung und akademischer Lehre. Es ist daher eine wesentliche Zielsetzung des Institutes, dass die hier durchgeführte Forschung international anerkannt wird. Das Institut soll 2014 zu den Spitzeninstitutionen universitärer Forschung in Europa im Bereich ressourcenschonende und nachhaltige Systeme werden. Darüber hinaus baut das Institut derzeit einen fach- und universitätsübergreifenden Schwerpunkt im Bereich Pharmaceutical Engineering am Standort Graz auf.

Gleichzeitig ist es eine strategische Zielsetzung des Institutes, die Internationalisierung der Lehre voranzutreiben. Dazu wird das Institut, in Fortführung bestehender Initiativen, an der Entwicklung internationaler Master-Studien teilnehmen. Das Hauptaugenmerk wird in diesem Bereich auf die Kooperation mit dem Südosten Europas gerichtet sein.

Im Bereich des eigenen universitären Kontextes soll das Institut RNS das führende Institut für Nachhaltigkeit der TU Graz sein und darüber hinaus in der Forschungsregion Steiermark weiterhin ein wichtiger Partner für Forschungsk Kooperationen mit den anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen für nachhaltige Entwicklung bleiben.

### **9.7.3 Forschungsgruppe Prozessbewertung**

Prof. Dr. Michael Narodoslawsky

Nachhaltige Entwicklung erfordert vom Ingenieur die bewusste Einbettung von Technik in den konkreten ökologischen, sozialen und ökonomischen Kontext. Dazu ist es notwendig, neue methodische Werkzeuge zu entwickeln, die dem Ingenieur die Analyse von Prozessen, Produkten und regionaler Wirtschaftsräume aus der Sicht nachhaltiger Entwicklung erlauben. Die Entwicklung solcher Evaluationswerkzeuge, ihre Anwendung in der Technik und in gesellschaftlichen Entwicklungsprozessen und in der technischen Entwicklung von Verfahren und Produkten ist das wissenschaftliche Hauptgebiet der

Forschungsgruppe Prozessbewertung. Daneben beschäftigt sich diese Forschungsgruppe auch mit der Entwicklung von Prozessen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe.

#### **9.7.4 Forschungsgruppe Thermische Biomassenutzung**

Univ.Doiz. Dr. Ingwald Obernberger

The research group "Thermal Biomass Utilization" has been established in 1992 and consists of a scientific staff of 10 persons:

The research group "Thermal Biomass Utilization" mainly works in the field of basic research as well as in the field of applied research and development in the area of thermal biomass utilization.

The working fields:

- Characterization of the physical properties and the chemical composition of biomass fuels and ashes.
- Research concerning the possibilities of utilization of ashes from biomass combustion plants
- Mechanism of deposition and corrosion in biomass combustion plants
- Technological and ecological optimization of biomass combustion plants
- Development of innovative computer-aided process control system for biomass combustion plants.
- Life-cycle analyses on the energetic use of solid biomass
- Technological and economical optimization of the calculation and control of decentralized networks of pipes

#### **9.7.5 Forschungsgruppe Zero Emissions**

Prof. Dr. Hans Schnitzer

Zero Emissions Techniques represent the change in Production concepts from traditional production concepts to waste and emission – free production plants.

Traditional productions as a rule have side products, waste and emissions, all of which are sought to be avoided by Zero Emissions Techniques. These integrated production systems represent a change, in which economy takes nature as its role model, learns to make more from the resources given and reduce at the same time the environmental burden of a given process.

ZETS implies that all material and energy used for a process are to be transformed to the final product or to materials for yet other production processes, or alternatively do not pose environmental problems.

ZETS techniques are based on known and acknowledged methods such as Input/Output analyses, material flow analyses, environmental cost calculations, Cleaner Production, ecological evaluation and risk analyses.

#### **9.7.6 Forschungsgruppe Pharmaceutical Process Engineering**

Marie Curie Chair of Excellence Prof. Dr. Johannes Khinast

Traditionally, empirical methods are used in the life-science industry to discover new drugs. Therapeutic effectiveness or bioavailability are determined mostly by trial and error - even today. However, rational discovery of drugs is beginning to revolutionize the industry. Unfortunately, the same cannot be said for the manufacturing of the final drug



product - despite the fact that drugs are complex products, with a number of engineered features.

Also, new drugs coming to the market are larger molecules, which are designed to be a complex, three-dimensional molecule to targets specific enzymes or cell surface receptors. This current trend is called the advent of the "large-molecule drugs". Large-molecule drugs, however, have one setback. They are difficult to make, and often it is nearly impossible to deliver them to the body.

Furthermore, much of the science and technology needed to develop reliable nano-pharmaceutical products with controlled properties does not exist currently, and concerns about the safety and uniformity has delayed the systematic incorporation of nanotechnologies into therapeutic products manufacture.

Thus, significant scientific know-how and expertise is required to make a drug into a product, i.e., there is a need to apply engineering and science principles to this industry. The proposed program of the Marie Curie Chair (MCC) addresses exactly this issue, i.e., how to make a product from a newly discovered molecule. The research program of the chair is thus a unique, multi-disciplinary combination of nanotechnology, chiral catalysis, computational molecular design, and cutting-edge computer DNS simulations of multi-phase reactive flows in pharmaceutical processes.

The MCC also proposes a strong educational program combined with out-reach initiatives to disseminate his work to a broad audience, and to train young researches in a relevant and new area. This initiative lies also well within the scope of the Graz University of Technology to form a Life- Science Engineering Center that includes areas such as advanced materials, bio-catalysis, reaction and bio-engineering, and nano-technology. In all activities the MCC will specifically address the need to foster women in science and engineering.

### **9.7.7 Referenzprojekte**

#### **Titel der Forschungsaktivität:**

Zero Emissions Research

#### **Kontaktperson:**

Schnitzer Hans, ao Univ. Prof. Dipl.Ing. Dr. techn.

#### **Kurzfassung:**

Die zunehmende Globalisierung und die bevorstehende Erweiterung der Union zwingt heimische Unternehmungen dazu, Innovationen in eine Richtung zu lenken, wo bestehende Stärken vermehrt und standortbedingte Nachteile ausgeglichen werden.

Produzieren ohne Abfälle und Emissionen entspricht in vielerlei Hinsicht diesen Anforderungen, denn das Produzieren von Abfällen und Emissionen ist teuer und innerhalb einer sozial und ökologisch sehr bewussten Gesellschaft immer schwerer zu verantworten. Dabei liegt die Betonung auf „Produzieren“ – denn im Verständnis einer zukunftssicheren Fabrikation „entstehen“ Abfälle nicht, sondern werden als „Nicht-Produkt – Output“ produziert. Die Kosten für die umweltgerechte Entsorgung sind dann nur ein Bruchteil der Kosten, die für die „Herstellung“ der Abfälle und Emissionen

aufgewendet werden. Materialeinkauf, Maschinenzeiten, Energiekosten, Abschreibungen, Personalkosten etc. sind ein wesentlicher Faktor der wahren Kosten von Abfällen und Emissionen. Der sinnvollste Weg zu Einsparung dieser Kosten liegt in der deutlichen Reduktion der produzierten Abfälle und Emissionen, mit dem schlussendlichen Ziel „NULL“.

**Titel der Forschungsaktivität:**

Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechniken

**Kontaktperson:**

Schnitzer Hans, ao Univ. Prof. Dipl.Ing. Dr. techn.

**Kurzfassung:**

Die Schonung der Wasserressourcen sowie die Reduktion des Verbrauchs von Prozesschemikalien und der Emission von Schadstoffen ist ein wesentliches gesellschaftliches Anliegen. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die Verbesserung der Wassereffizienz in Betrieben. Dieser sind jedoch enge Grenzen gesetzt, weil die dafür notwendigen Kreislaufschließungen wegen des Fehlens wesentlicher Kenngrößen und Kenntnisse über die nötigen Anforderungen an Prozessleitsysteme nicht möglich sind.

Ziel dieses Projekts ist die Online-Erfassung von Betriebszuständen und die daraus folgende Berechnung von Prozessparametern. Darauf aufbauend wird ein Expertensystem entwickelt, das auf den Kenntnissen der Projektträger, auf Literaturdaten und auf neu zu entwickelnden Verfahren basiert. Mit Hilfe dieses Systems wird eine Prozessbewertung sowie die Formulierung von Lösungsvorschlägen zur Verbesserung der Wassereffizienz möglich.

Das Gesamtsystem wird zunächst speziell für die Oberflächentechnik an Metallen sowie an Fasern und Leder erstellt, d.h. es wird in der Lebensmittel-, der Leder und der Metall verarbeitenden Industrie einsetzbar sein. Es bildet die Basis für eine umfangreiche Prozessberatung und soll daher kontinuierlich weiterentwickelt werden.

Im Detail wird am Institut an einem Modellierungssystem für Eloxal- und Galvanikanlagen gearbeitet. Das Projekt läuft in Kooperation mit der *STENUM GmbH und JOANNEUM RESERACH* im Rahmen der Forschungsinitiative „Fabrik der Zukunft“ das BMVIT und weiteren Förderungen des Landes Steiermark.

Das Gesamtsystem wird zunächst speziell für die Oberflächentechnik an Metallen sowie an Fasern und Leder erstellt, d.h. es wird in der Lebensmittel-, der Leder und der Metall verarbeitenden Industrie einsetzbar sein. Es bildet die Basis für eine umfangreiche Prozessberatung und soll daher kontinuierlich weiterentwickelt werden. Parallel dazu entwickeln die Forscher ein Software-Tool zur Betriebssimulation und zur raschen experimentellen Analyse von Betriebszuständen, das die erforderlichen Prozesskennzahlen für eine Bewertung der Anlage bereitstellt.

**Titel der Forschungsaktivität:**

Produzieren mit Sonnenenergie

**Kurzfassung:**

Die breite Anwendung von solarthermischen Anlagen konzentrierte sich bisher nahezu ausschließlich auf den Bereich der Ein- und Mehrfamilienhäuser und ausgewählte

gewerbliche Anlagen im Tourismus-Umfeld. Obwohl die österreichische Industrie mit 290 Peta Joule pro Jahr den Wirtschaftssektor mit dem größten Energieverbrauch darstellt und ein großer Anteil der benötigten Energie zudem Niedertemperaturwärme ist, wurde dieser Anwendungsbereich für die Nutzung von Solarenergie noch nicht erschlossen.

Ziel der derzeit laufenden Dissertation ist die Erhebung des Niedertemperaturwärmebedarfs in einigen für fortschrittliche Unternehmen repräsentativen Industrie- und Gewerbebetrieben. Aufbauend auf diese Erhebung wird dokumentiert, ob, in welchem Maße und unter welchen Rahmenbedingungen Niedertemperaturwärme auch über solarthermische Anlagen gedeckt werden könnte. Dabei sollen insbesondere jene Bereiche aufgezeigt werden, die ein hohes unmittelbares Potential für die Solartechnik darstellen. Über dieses mittelfristig nutzbare Potential hinaus sollen aber auch jene Bereiche näher ausgewiesen und dargestellt werden, zu deren Erschließung noch Technologieentwicklungen notwendig sind.

Anschließend an die Erhebung werden in Kooperation mit *AEE INTEC in Gleisdorf* und *JOANNEUM RESERACH in Graz* Fallstudien für Branchen und Prozesse mit einem großen mittelfristigen Umsetzungspotential durchgeführt. Diese Fallstudien, die auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beinhalten, werden in enger Kooperation mit den Unternehmen erstellt. Die wissenschaftliche Arbeit liegt hierbei besonders in der Integration der unregelmäßig anfallenden Sonnenenergie in den oftmals auch diskontinuierlichen Wärmebedarf der Produktionsprozesse.