

Rapport de synthèse 2012

Programme de recherche Chaleur solaire et Stockage de chaleur



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Page de couverture :

Test de matériaux de couverture de capteurs solaires

Echantillons de couverture transparente qui seront exposés durant 20 ans au rayonnement solaire. Les échantillons sont en verre et en plastique de différents types et sont mesurés après 1, 3, 5, 10 et 20 ans, en l'état et nettoyés. Un ensemble est placé à Davos en altitude et un à Rapperswil. Les enseignements tirés de la précédente campagne de 20 ans sont très utiles non seulement pour l'industrie solaire mais pour le bâtiment en général qui a recours de plus en plus aux matériaux polymères non sans conséquence sur le vieillissement prématuré des ouvrages [Source: SPF].

Programme de recherche OFEN Chaleur solaire et Stockage de chaleur

Rapport de synthèse 2012

Mandant :

Office fédéral de l'énergie OFEN
CH-3003 Berne

Chef de programme (auteur) :

Jean-Christophe Hadorn, BASE Consultants SA (jchadorn@baseconsultants.com)

Chef de domaine de l'OFEN :

Andreas Eckmanns (andreas.eckmanns@bfe.admin.ch)

<http://www.bfe.admin.ch/forschungsolarwaerme/>

L'auteur de ce rapport porte seul la responsabilité de son contenu et de ses conclusions.

Introduction

Le marché solaire thermique suisse a légèrement régressé en 2011 à un niveau de moins de 160'000 m² de capteurs vendus par an. Ceci reste toutefois nettement plus élevé que dans les années précédentes 2005.

En 2011 ce sont 140'000 m² de capteurs thermiques qui ont été installés, principalement des capteurs plans vitrés (84 %), des capteurs non vitrés pour piscine (en régression), des absorbeurs sélectifs (1.3 %) et des capteurs sous vide (5 %) [5].

La Suisse a exporté 67'564 m² de capteurs (82 % de capteurs plans, 11 % de capteurs sous vide) et en a importé 69'931 m² dont 86 % de capteurs plans. Il y a eu 15'884 installations réalisées en 2011. Ce sont encore principalement des installations d'eau chaude sanitaire pour la villa (34 % part stable), des systèmes combinés pour la villa (30 % part en augmentation) et d'eau chaude sanitaire pour les immeubles (24 % part en régression), et des systèmes combinés pour les locatifs en légère augmentation (8 % du total contre 6 % en 2010).

Plus de 9'200 installations comprennent moins de 10 m² de capteurs, plus de 3'000 ont entre 11 et 20 m² et le reste, soit environ 10 % (en recul) dépasse 21 m². Il y a eu en 2011 58 installations de plus de 100 m², en nette augmenta-

tion ce qui renforce la tendance vers des installations à plus grande surface de capteurs. Cependant la Suisse reste un pays de petites installations surtout pour l'eau chaude et le chauffage de villas.

La tendance du marché du chauffage en Suisse reste par ailleurs, et principalement dans le neuf, de faire appel à la pompe à chaleur en version air/eau, soit en monovalent soit en combinaison avec du solaire pour l'eau chaude sanitaire, et d'autre part d'installer des systèmes solaires combinés pour la villa avec appoint gaz ou bois, et de moins en moins souvent au mazout. En rénovation, le gaz est souvent choisi si il est disponible.

La recherche internationale en énergie solaire thermique est tournée vers les capteurs hybrides, les combinaisons solaire et pompe à chaleur, la réfrigération solaire thermique, le stockage de chaleur dans le sous-sol à grande échelle, le stockage chimique dense et les matériaux thermochimiques, les réseaux de chaleur à basse température et les grands champs de capteurs solaires, les matériaux plastiques, la prévision du rayonnement solaire à court et moyen terme à partir des données de satellites.

La recherche suisse participe aux thèmes qui sont un enjeu pour nos conditions locales.

Classification de l'AIE : 3.1.1 Solar heating and cooling

Classification Suisse: 2.1.1 Solarwärme

Centres de gravité du programme

Le programme de recherche traite de la chaleur solaire à température comprise entre 0 et 150 °C. Les thèmes principaux en sont: l'amélioration des performances des éléments de la boucle solaire et notamment des capteurs solaires, le développement de couches intelligentes pour les capteurs, une meilleure intégration des capteurs dans les bâtiments, une optimisation des combinaisons solaire couplé à une pompe à chaleur, le stockage dense de chaleur avec de nouveaux matériaux, l'amélioration du stockage en cuve à eau qui reste la solution pour stocker la chaleur solaire largement dominante sur le marché, et la progression des outils de simulation de systèmes.

Revue et évaluation 2012

Les buts suivants ont été atteints en 2012 :

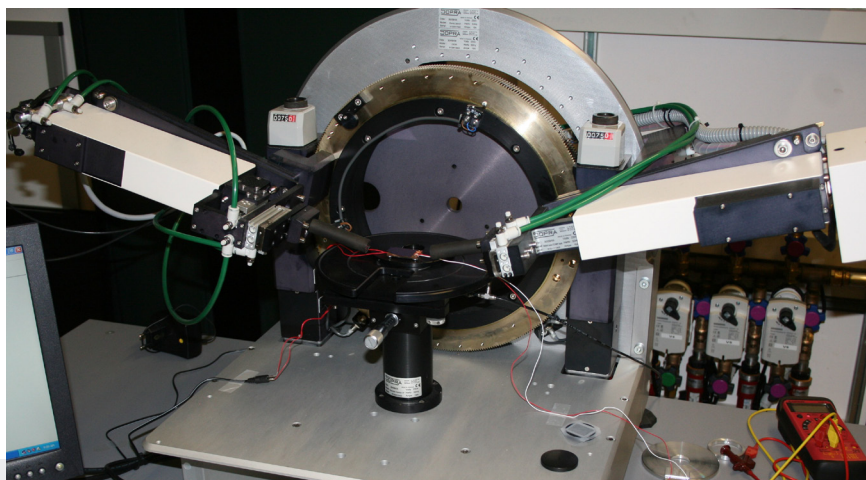
- l'utilisation du banc d'essai dynamique des éléments de connexion entre capteurs solaires, à l'Institut für Solartechnik (SPF) de Rapperswil;
- la caractérisation de la première nanocouche mondiale thermochromique sur support métallique et la mise en évidence de ses propriétés de sélectivité;
- le lancement de la nouvelle Tâche 46 de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le programme « Solar Heating and Cooling » (SHC) sur la prévision du rayonnement solaire par données provenant de satellites météorologiques;
- le travail de conception d'un nouveau type de capteur solaire extra plat;
- le lancement de la nouvelle campagne de mesures sur le long terme des couvertures transparentes;
- les mesures et la modélisation d'une nouvelle cuve de stockage de glace avec échangeur à plaques immergé;
- les premiers rapports de la Tâche 44 « Solar and heat pump systems » de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le programme « Solar Heating and Cooling » et le programme

« Heat pump programme », et notamment l'étude du marché et la définition de toutes les performances standards des combinaisons solaire et pompe à chaleur;

- les mesures sur une installation solaire et pompe à chaleur, et la validation du modèle de simulation qui va permettre d'entreprendre des études paramétriques;
- la publication des travaux du projet international d'intégration architecturale des capteurs solaires dans des éléments de construction (AIE SHC Tâche 41);
- la simulation de la production de gaz non condensables lors de la stagnation dans les circuits solaires et les moyens de réduire les effets de la stagnation;
- les résultats de deux bancs de test de combinaison solaire et pompe à chaleur, l'un à Rapperswil, l'autre à Yverdon;
- la poursuite des tests de capteurs au SPF et le maintien des équipes et des équipements pour les tests;
- les mesures de deux saisons d'un projet pilotes et de démonstration (P&D) avec une combinaison absorbeurs solaires et pompe à chaleur sur une cuve de glace.

Perspectives

En 2013, les résultats de la Tâche 44 (« Solar and heat pump systems ») devraient être disponibles notamment quant aux performances de systèmes mesurés et les recherches d'optimum par simulation. Les combinaisons solaire et pompe à chaleur seront beaucoup mieux connues quant à leur intérêt économique et leurs performances. La stagnation dans un circuit solaire pourra être prédite et ses conséquences limitées par des dispositions ad hoc. La nouvelle Tâche AIE SHC 46 sur l'étude du gisement solaire par satellite aura fourni ses premiers résultats. Les divers projets de stockage d'énergie sous forme de glace auront produit des résultats durant deux saisons. Les travaux sur les couches thermochromiques auront abouti à des résultats très nouveaux nous l'espérons. Un projet P&D de capteur hybride aura livré des résultats et le nouveau « capteur fenêtre » aura été testé. Le programme travaille sur tous les aspects systémiques du domaine du solaire thermique, du composant au système : le gisement solaire, les matériaux nouveaux en captage et stockage, la qualité des capteurs solaires, le comportement de la boucle solaire en conditions réelles, les échangeurs, le stockage, les systèmes solaires en combinaison avec les pompes à chaleur, les outils de simulation des systèmes dans tout climat. Le travail se fait dans deux centres suisses de compétences principaux et en collaboration internationale le plus souvent.



Appareil pour l'analyse des propriétés optiques d'une nouvelle couche thermochromique à propriétés sélectives (Source : LESO EPFL).

Highlights Recherche et Développement

Nouveaux matériaux

Les matériaux métalliques (aluminium, cuivre, acier) sont les matériaux de base des capteurs solaires actuels. Avec un fort développement du solaire thermique et la pression sur les coûts des métaux, il est nécessaire de chercher des solutions alternatives. Le SPF a mené des études sur les matériaux plastiques dans les composants solaires notamment dans les capteurs. Un capteur entièrement extrudé en plastique a été développé et testé avec succès en laboratoire avec la collaboration de la société EMS Chemie. Une couche dite « thermotrope » a été développée pour recouvrir la partie absorbante afin de ne pas exposer le capteur à des températures excessives, ceci pour ne pas avoir à recourir à des polymères coûteux. Le capteur réalisé fait 62,5 cm de large et peut être extrudé sur 10 m de long. Les mesures d'efficacité ont montré que le capteur polymère hydrauliquement bien conçu peut être une alternative crédible au capteur plan classique dans la gamme usuelle de températures de travail (30 à 70 °C). Le coût de production d'un tel capteur pourrait avoisiner les 100 CHF/m² pour un volume de 10'000 pièces par an soit un coût très bas. Les polymères sont aussi une alternative au verre pour la couverture transparente des capteurs. La difficulté est ici la durabilité des plastiques exposés au rayonnement solaire.

Tests de matériaux transparents

Afin de tester la résistance de tout type de matériau transparent à long terme, le SPF a réalisé une campagne de mesures durant 20 ans de 1985 à 2005 riche en enseignements. Les matériaux évoluant, une nouvelle campagne a débuté en 2011. Des échantillons de 10 x 10 cm de 26 nouveaux matériaux transparents (verre et plastique stabilisé aux UV) sont exposés au rayonnement solaire à long terme (20 ans) à Rapperswil et à Davos. Les échantillons sont mesurés (spectre de transmission) en l'état après 1, 3, 5, 10 et 20 ans et en état nettoyé à l'eau douce et au savon.

Depuis 2010 le SPF participe en outre à la Tâche 39 du programme « Solar Heating and Cooling » de l'AIE intitulée « Polymeric materials for solar thermal applications » qui durera jusqu'en fin 2014. Les travaux précédents des groupes internationaux ont abouti à la publication en 2012 chez Wiley-VCH Verlag GmbH d'un livre très complet sur les connaissances actuelles d'usage des polymères dans les installations solaires [3]. Parmi les projets aboutis en 2012, nous remarquerons: la Tâche 41 de l'Agence Internationale de l'Énergie intitulée « Solar Energy and Architecture », la recherche de nouveaux matériaux pour les capteurs et la thermohydraulique de la boucle solaire.



Figure 1 : Capteur hybride pour une installation solaire et pompe à chaleur en test sur une maison pilote (Source : 3S).



Figure 2 : L'intégration architecturale des éléments de captage solaire a été le sujet de la Tâche 41 (Source : LESO).

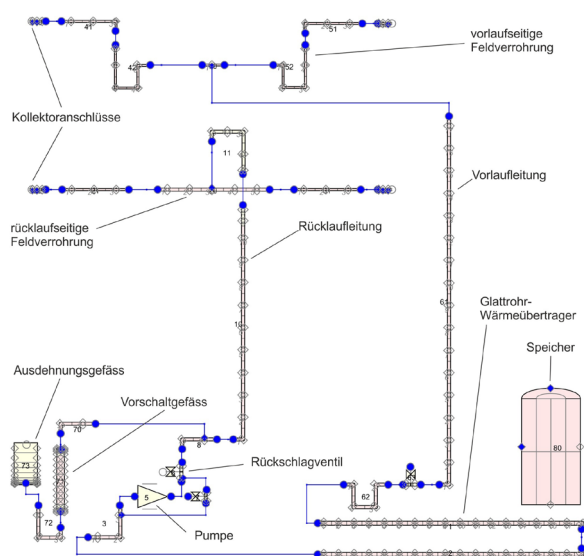


Figure 3 : Modèle pour la simulation des écoulements biphasiques dans une installation solaire entrant en stagnation (Source : Eismann).

L'intégration architecturale des éléments solaires

La Tâche 41 du programme « Solar Heating and Cooling » (SHC) de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) s'est déroulée de 2009 à 2012 avec le but de rassembler les connaissances en matière d'intégration architecturale des éléments du solaire thermique et photovoltaïque, et d'apporter des compétences aux architectes en matière de composants solaires intégrés ou à intégrer [1, 2].

La Suisse via le Laboratoire d'énergie Solaire (LESO) de l'Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) avait la direction de la sous-tâche A, dont le but était de promouvoir l'usage de l'énergie solaire active dans le cadre d'une architecture de qualité. Une liste de bons exemples de bâtiments avec une réussite d'intégration d'éléments solaires actifs dans les pays participants, ainsi que de produits solaires innovants a été réalisée et mise sur le site internet de la Tâche. Le site présente en outre sous une forme graphique attractive, les produits solaires remarquables. Une difficulté est toutefois de tenir à jour un tel site sur le long terme (<http://solarintegrationsolutions.org/>).

Trois rapports publiés par la Tâche 41 sont à distinguer (www.iea-shc.org):

- « Review of solar design tools » 19 outils d'aide à la conception sont présentés dans ce document et ont été testés sur le même bâtiment. Trois cas d'études sont en outre présentés.
- « International survey about digital tools used by architects for solar design » 14 pays ont participé à cette enquête de satisfaction des architectes sur les outils de conception solaire qu'ils utilisent.
- « Building integration of solar thermal and photovoltaics : barriers, needs and strategies ». Ce rapport analyse les besoins des architectes en matière d'intégration architecturale de composants solaires. Le LESO a en outre réalisé le rapport final « Criteria and guidelines for product and system developers » dans sa partie dédiée au solaire thermique [2]. A noter également que fort de toute son expérience dans le domaine, le LESO a publié un ouvrage sur l'intégration architecturale des systèmes thermiques solaires [1].

La Tâche 41 s'est aussi interrogée sur le processus de communication entre les

clients et les ingénieurs en charge du solaire. Un guide recense les arguments et les faits qui peuvent aider à choisir les solutions solaires.

La période critique d'un projet est le tout début où les choix solaires sont faits ou ne sont pas faits (« early design phase »). Durant cette phase, des outils peuvent aider les clients et les architectes. Un rapport de la Tâche 41 en recense 56, classés en trois catégories : simulation, visualisation, design architectural assisté par ordinateur.

Le LESO a développé une méthode utilisant des résultats de la Tâche 41. La méthode dite « LESO QSV pour Qualité Site Visibilité – acceptabilité urbaine des systèmes solaires actifs » permet de prendre en compte plusieurs critères pour décider de la meilleure implantation de solutions solaires dans des ensembles urbains.

Comprendre la thermodynamique de la boucle solaire

Un circuit solaire thermique peut être soumis à de très fortes températures (plus de 200 °C) lors de pannes de circulateur par exemple. Les conséquences peuvent être dommageables pour tous les composants le long de la boucle solaire et en premier lieu les capteurs eux-mêmes.

Le laboratoire IET-LKE (Labor fuer Kernnergiesysteme) de l'ETHZ, spécialisé dans les écoulements multi-phases, travaille depuis trois ans à la compréhension du phénomène de stagnation et aux moyens de réduire ses effets. Trois axes de recherche ont été couverts :

- le transport des gaz libres dans la boucle solaire : la recherche consiste à comprendre comment purger et dégazer un circuit,
- la simulation des écoulements mono et biphasiques dans la boucle solaire : il s'agit de comprendre comment les gaz dissous se propagent dans le circuit en cas de stagnation ou non,
- une nouvelle méthode de dimensionnement de la boucle solaire.

Une installation solaire de 18,4 m² avec une cuve de 1400 l a été simulée avec un logiciel industriel pour les écoulements en tube (Trace). La nouveauté est de pouvoir simuler le développement de la stagnation en dynamique. La corrélation de Hollands de 1976 décrivant la convection dans un capteur vitré a en outre été élargie par les chercheurs de l'ETHZ. De même, la formulation du coefficient de transfert de chaleur d'un absorbeur a été améliorée spécialement en ce qui concerne les extrémités (effet 2D). Disposant de deux nouvelles corrélations, il est désormais possible de prédire la stagnation et son développement dans le capteur, notamment en calculant la variation du coefficient de pertes du capteur durant la stagnation. La quantité de vapeur produite et son déplacement dans la boucle peuvent désormais être prédits [4]. Le modèle a été validé sur une installation de laboratoire avec pour fluide de l'eau et un mélange eau-glycol, ce qui est une réussite vue la complexité de la simulation à effectuer. En outre l'équipe a imaginé un nouveau dispositif de refroidissement dans la boucle solaire qui permet un dégazage du mélange eau-glycol plus efficace que les purgeurs usuels. Ceci fait l'objet d'un dépôt de brevet. Des connaissances nouvelles ont

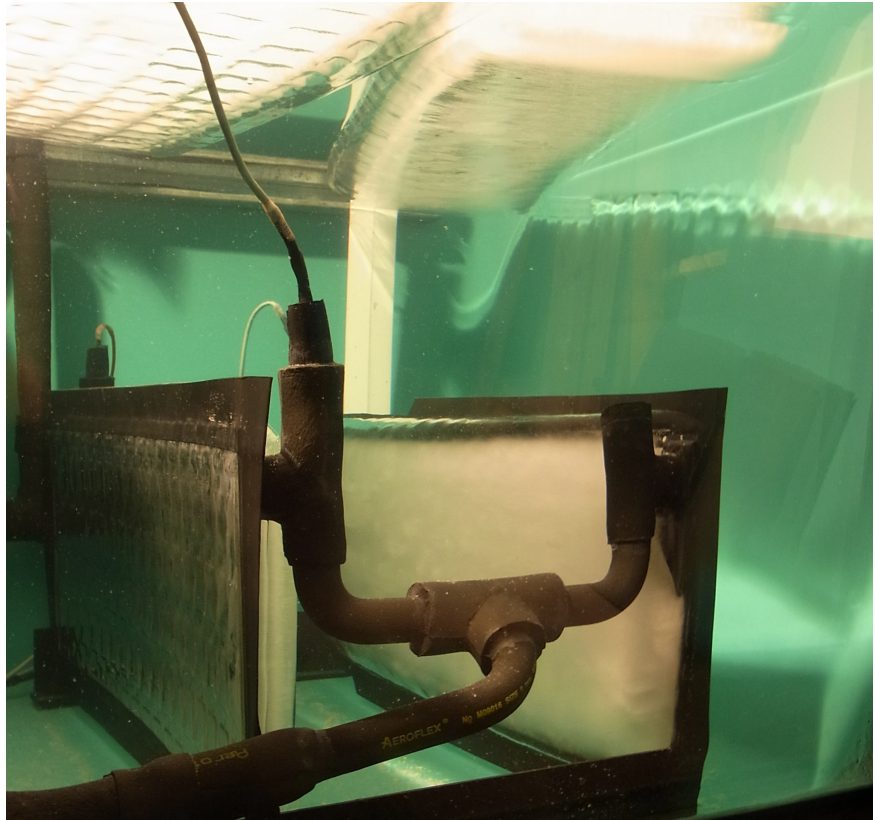


Figure 4 : Stock de glace d'un type nouveau avec échangeur à plaques (Source : SPF).

été établies grâce également à la collaboration avec l'Université de Dresde autour de ce projet. Le projet doit publier

en 2013 des règles pratiques notamment pour limiter les gaz non condensables dans un circuit solaire.

Projets Pilotes et de Démonstration

Solaire, glace et pompe à chaleur

Dans le projet « PacSol », l'installation commerciale d'origine a été légèrement modifiée pour permettre le raccordement d'une pompe à chaleur de 6 kW et d'un accumulateur de glace (320 litres), et d'absorbeurs sélectifs non vitrés.

Le coefficient de performance global annuel (« Seasonal Performance Factor » ou SPF) de la première période de mars 2010 à février 2011 correspond à celui d'une pompe à chaleur avec sondes géothermiques (le SPF moyen mesuré sur un nombre important d'installations en Allemagne est de 3,9 selon une étude récente de l'Institut ISE Fraunhofer).

Pour la seconde période de mars 2011 à février 2012, le coefficient SPF est inférieur car des conditions météo extrêmes et un enneigement important ont perturbé l'installation pilote. Il s'est avéré nécessaire de mettre en service la chaudière à bois pendant quelques jours du fait de la neige sur les absorbeurs. Ce problème doit être évalué de manière préventive dans toute installation future de ce type.

La valeur moyenne du SPF sur les deux années de suivi est de 4,3 si on ne tient pas compte de l'appoint de la chaudière à bois, et de 3,3 si celui-ci est comptabilisé comme s'il s'agissait d'un appoint électrique et donc avec un COP de 1,0. Ce résultat est honorable, vu que cette

installation comprend un champ de capteurs mal orienté et peu incliné pour l'hiver (Est +10°, inclinaison 20°). En plus la part de consommation d'eau chaude sanitaire est très faible par rapport à la part d'énergie nécessaire au chauffage, ce qui pénalise le résultat en période estivale, lorsque les capteurs solaires permettent une autonomie totale et que la pompe à chaleur n'est pas sollicitée.

Depuis avril 2011, une seconde installation du même type est en fonction à Savièse, à quelques centaines de mètres de l'installation faisant l'objet de ce premier projet P&D. Dans ce projet dit « Kioto », les capteurs solaires non vitrés y sont inclinés à 50° et orientés plein Sud. Le profil de consommation est totalement



Figure 5 : Capteur fenêtre breveté et testé en simulation avant un pilote (Source : Ing. Telepski).

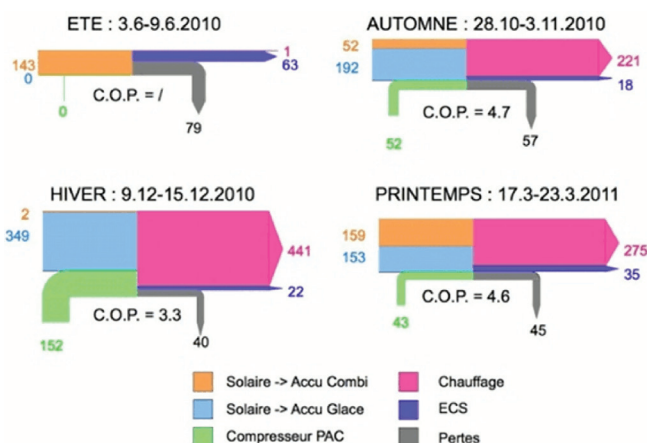


Figure 6 : Bilan d'une installation solaire et pompe à chaleur sur un stock de glace dans le projet PacSol (Source : Energie Solaire SA).

différent. Il s'agit d'une construction neuve Minergie, très passive, et avec une consommation d'eau chaude sanitaire importante. Entre avril 2011 et février 2012, le SPF de cette installation a atteint 4.7, ce qui montre le potentiel de la combinaison solaire et pompe à chaleur pour réduire la demande annuelle en électricité. Toutefois la demande mensuelle voire journalière doit être analysée

en détail pour évaluer tous les bénéfices du solaire comme source la pompe à chaleur en hiver.

Dans une étude comparative des solutions de chauffage de cette villa pilote, on a constaté que l'investissement initial était encore en 2012 le moins élevé dans le cas de la solution avec chaudière à gaz, et que toutes les solutions avec pompe à chaleur sont plus coûteuses

à l'installation. En revanche, la prise en considération des frais d'exploitation indique que la solution combinant Solaire – Pompe à chaleur – Stock de glace deviendrait la plus avantageuse après une douzaine d'années d'exploitation. Cette solution offre donc une alternative attractive aux solutions avec sondes géothermiques lorsque ces dernières ne sont pas autorisées.

Collaboration Nationale

Les tests de capteurs au SPF sont l'occasion d'échange avec toute l'industrie solaire suisse et internationale au gré des tests et des recommandations demandées au SPF par celui qui soumet un capteur à tester. Le centre d'essais de Rapperswil teste plus de 50 capteurs par année pour la recherche, il est important que cette activité soit maintenue car elle permet de rester en phase avec notre programme de recherche destiné aux besoins de l'industrie.

Le SPF a organisé à Rapperswil en 2012 un « jour de l'industrie », durant lequel ont été exposés tous les projets en cours devant plus de cent personnes. Les thèmes abordés sont ceux de notre programme de recherche, des résultats des tests de composants solaires et des projets européens du SPF. Le rapprochement avec les industriels du solaire est efficace lors d'une telle journée. Toutes les présentations sont disponibles pour les participants sur le site du SPF www.solarenergy.ch.

Les sociétés suivantes ont participé à la recherche solaire en collaboration avec des équipes de chercheurs : 3S Swiss Solar Systems, Energie Solaire SA, Elco.

Les travaux d'intégration architecturale des éléments solaires du LESO dans la Tâche 41 ont été partagés avec la « Hochschule Luzern » (HSLU) et la « Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana » (SUPSI) à Canobbio.

La société Meteotest collabore avec l'Université de Genève en matière de prévision de rayonnement solaire. De nouveaux algorithmes sont testés et les résultats intégrés dès que possible dans le logiciel Meteonorm.

Dans le cadre de la Tâche 44, les groupes suisses qui participent coordonnent leurs présentations internationales, ce sont : le SPF, le LESBAT, l'Université de Genève, l'Université de Fribourg, la Fachhochschule Nordwestschweiz, les sociétés 3S (Meyer Burger) et Energie Solaire SA.

L'Institut für Energiesysteme du NTB Buchs collabore avec le bureau d'ingénieurs Telepski, développeur d'un « capteur fenêtre », pour effectuer les simulations prévisionnelles des performances d'un système utilisant ce nouveau capteur fenêtre et une pompe à chaleur.

Le Dr Joly a défendu avec brio sa thèse sur les nanocouches au LESO en 2012, couches qui ont été développées en

collaboration avec les sociétés Swissinso situé au Parc Scientifique de l'EPFL et Energie Solaire SA à Sierre [11]. Il a notamment mis au point un procédé de dépôt de nanocouches en sol-gel et imaginé la stabilisation du dépôt par un nouveau dispositif mobile de calcination par induction, ceci pour des tubes de concentrateur solaire recouverts d'une nanocouche sélective.

Collaboration Internationale

Le SPF participe activement à plusieurs travaux de normalisation européenne et est agréé auprès de l'association « Solar Keymark » dépositaire du label du même nom. Il est en étroite relation avec divers instituts européens pour la mise au point de méthodes ou logiciels ou de tests comparatifs (Institut technique de la chaleur de Graz en Autriche, Institut de thermodynamique de Stuttgart en Allemagne, Centre de recherches solaires de Borlange en Suède, Institut des Energies Renouvelables Intec en Autriche).

La plupart des projets du programme participe à des tâches de l'Agence Internationale de l'Energie dans le programme « Solar Heating and Cooling », les Tâches 36, 39, 41, 42, 44, 46 (www.iea-shc.org). Meteotest et l'Université de Genève sont les représentants dans la nouvelle Tâche AIE SHC 46 sur la prévision du rayonnement solaire sur la planète.

Le SPF participe sur propres fonds aux travaux de la Tâche 39 sur les nouveaux matériaux plastiques pour le solaire. Nous avons 4 laboratoires suisses et 2 sociétés qui participent à la Tâche 44 « Solar and heat pump systems » que nous dirigeons et qui réunit plus de 50 experts de 11 pays différents sur le sujet du solaire couplé avec une pompe à chaleur [10]. En matière de stockage, sur fonds européen, l'Empa fait partie de la Tâche AIE SHC 42, et participe au projet européen COMTES.

Energie Solaire SA a réalisé un projet P&D avec une entreprise allemande et un avec l'entreprise qui développe la gamme « Kioto clean energy ».

Le laboratoire LKE de l'ETHZ collabore avec l'université de Dresde dans la recherche sur les gaz non condensables dans une boucle solaire.

References

- [1] M.-C. Munari Probst, Ch. Roecker, *Architectural Integration and Design of Solar Thermal Systems*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Routledge-PPUR, 2011, ISBN 978-2-940222-46-9.
- [2] M.-C. Munari Probst, Ch. Roecker, *Solar Energy systems in Architecture – Integration Criteria and Guidelines*, Sept. 2012 (<http://task41.iea-shc.org/publications>).
- [3] M. Köhl et al., *Polymeric materials for solar thermal applications*, Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-33224-5.
- [4] R. Eismann, H.-M. Prasser, *Thermohydraulische Simulation einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung*, 22. Symposium Thermische Solarenergie. Bad Staffelstein, OTTI 2012.
- [5] Swissolar, *Le recensement du marché de l'énergie solaire en 2011*, (juin 2012).
- [6] D. Philippen, M. Y. Haller, W. Logie, M. Thalmann, S. Brunold, E. Frank, *Development of a heat exchanger that can be de-iced for the use in ice stores in solar thermal heat pump systems*, Eurosun 2012, September 18–20, Rijeka and Opatija, Croatia.
- [7] W. Logie, E. Frank, *Indirect charging of Thermal Energy Stores via Immersed Coil Heat Exchangers – A Summary of Experimental and Numerical Investigations*, OTTI 2012, 22. Symposium Thermische Solarenergie – Mai 2012.
- [8] F. Ruesch, E. Frank, *Experimentelle Analyse und Vergleich von Frischwassermodulen*, OTTI 2012, 22. Symposium Thermische Solarenergie – Mai 2012.
- [9] M. Y. Haller, E. Frank, *System-Jahresarbeitszahl grösser 4.0 mit Luft-Wasser Wärmepumpe kombiniert mit Solarwärme*, OTTI 2012, 22. Symposium Thermische Solarenergie – Mai 2012.
- [10] M. Y. Haller, E. Bertram, R. Dott, T. Afjei, F. Ochs, J.-C. Hadorn, *Review of component models for the simulation of combined solar and heat pump heating systems*, SHC 2012, San Francisco July 2012.
- [11] M. Joly, *Développement et optimisation de revêtements minces nanostructurés pour capteurs solaires thermiques et photovoltaïques*, Thèse EPFL 2012.

Projets en cours et terminés dans l'année de référence

(* Classification de l'AIE)

- SOLAR RESOURCE ASSESSMENT AND FORECASTING IEA SHC 46**

Lead: Meteotest / Université de Genève

Contact: Remund Jan jan.remund@meteotest.ch

Abstract: Le programme AIE « Solar heating and cooling » a lancé la Tâche 46 « Solar Resource Assessment and Forecasting » à la suite de la Tâche 36. Il s'agit d'explorer la qualité de la prévision du rayonnement solaire, de développer des procédures normalisables pour traiter les données et la prévision du rayonnement à court terme. Le groupe fait appel aux données satellitaires. Les résultats sont intégrés dès que disponible dans le logiciel suisse Meteonorm.

R&D 3.1.1*

Funding: BFE

Period: 2011-2015
- THERMOCHROMIE: ADVANCED SWITCHABLE SELECTIVE ABSORBER COATINGS FOR OVERHEATING PROTECTION OF SOLAR THERMAL COLLECTORS**

Lead: EPFL/ENAC/LESO-PB

Contact: Schüeller Andreas andreas.schueler@epfl.ch

Abstract: Overheating and the resulting stagnation of solar thermal collectors is a common problem. A promising way to protect solar thermal systems is to produce a selective coating which exhibit a change in optical properties at a critical temperature. This project aims at testing the durability of such new coatings for thermochromic solar collectors.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2012-2014
- SPF SOLAR TRINKWARMWASSERBEREITSTELLUNG 2009-2011**

Lead: Institut für Solartechnik, SPF

Contact: Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch

Abstract: Die Verwendung von Frischwassermodule (FWM) zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser hat in den letzten Jahren stark zugenommen und ein Vergleich der Angebote ist schwierig. In diesem Projekt soll ein Teststand zur genauen Prüfung von FWM entwickelt und eine repräsentative Anzahl marktüblicher Exemplare miteinander verglichen werden.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2009-2011
- SPF TESTING 2012**

Lead: Institut für Solartechnik, SPF

Contact: Bohren Andreas andreas.bohren@solarenergy.ch

Abstract: Die Messinfrastruktur für die umfassende Beurteilung von solarthermischen Systemen und Komponenten ist vergleichsweise aufwändig. Das SPF-Testing betreibt die notwendigen Einrichtungen auf hohem Niveau und ist damit eines der führenden Labors. Ziel des Projektes ist die Aufrechterhaltung des Prüfbetriebes auf hohem Niveau.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2012
- SPF APPLIED RESEARCH**

Lead: Institut für Solartechnik, SPF

Contact: Frank Elimar Elimar.Frank@solarenergy.ch

Abstract: Mit diesem Projekt soll die Bearbeitung praktischer Forschungsfragen am SPF ermöglicht und sichergestellt werden. Ergänzend zum applied research ist für die nicht zwingend projektgebundene Kontinuität der internationalen Vernetzung die F&E-bezogene Mitarbeit des SPF in verschiedenen Gremien und working groups sowie die aktive Mitgliedschaft in Verbänden nötig. Hier können die Ergebnisse und Erkenntnisse der SPF regelmässig zielführend eingebracht und verbreitet werden.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2009-2012
- IEA SHC TASK 41 "SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE"- DIRECTION DE LA SOUS-TÂCHE A "CRITERIA FOR ARCHITECTURAL INTEGRATION"**

Lead: EPFL/ENAC/LESO-PB

Contact: Roecker Christian christian.roecker@epfl.ch

Abstract: Il s'agit d'assurer une participation active à la Tâche 41 de l'AIE « Solar Energy and Architecture », avec direction de la Sous-tâche A « Criteria for architectural integration », l'organisation de la coordination avec des projets d'autres pays, le développement des critères d'intégration du solaire actif, des séminaires pour architectes, industriels et autorités et la publication de manuels pour architectes, industriels et autorités.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2009-2012
- AQUAPACSOL**

Lead: HEIG-VD / LESBAT

Contact: Citherlet Stéphane Stephane.Citherlet@heig-vd.ch

Abstract: Ce projet vise à développer une installation pour la production d'ECS en couplant des capteurs solaires thermiques sur l'évaporateur d'une PAC qui soit compétitif du point de vue énergétique, financier et environnemental avec des systèmes existants. Un banc d'essai et des simulations sont prévus.

R&D 3.1.1

Funding: BFE

Period: 2009-2013

● THERMOHYDRAULIK VON SOLARANLAGEN

R&D 3.1.1

Lead:	Eismann Ing.	Funding:	BFE
Contact:	Eismann Ralph eismann@lke.mavt.ethz.ch	Period:	2010-2013
Abstract:	Das übergeordnete Ziel ist die Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses der instationären Vorgänge in thermischen Solaranlagen mit Einphasen- und Zweiphasenströmungen. Dazu werden Computermodelle entwickelt, mit denen die Vorgänge bei Stagnation, bei Inbetriebnahme und Wartung, im Betrieb und bei Störfällen simuliert werden können.		

● «FENSTERKOLLEKTOR» 2000-WATT TAUGLICHE KOMPONENTE FÜR RAUMWÄRME/ -KÜHLUNG UND WARMWASSER SOWIE SONNEN-SCHUTZ

R&D 3.1.1

Lead:	Dipl.-Ing. Jan Telepski	Funding:	BFE
Contact:	Jan Telepski jan@telepski.ch	Period:	2012
Abstract:	Ce projet consiste à simuler les caractéristiques d'un capteur fenêtre et de comprendre sa rentabilité dans une installation avec pompe à chaleur ou non.		

● PACSOL: CHAUFFAGE PAR POMPE A CHALEUR SOLAIRE AVEC DES CAPTEURS SÉLECTIFS NON VITRÉS ET ACCUMULATEUR A CHANGEMENT DE PHASE

P&D 3.1.1

Lead:	Energie Solaire SA	Funding:	BFE
Contact:	Bernard Thissen bernard@energie-solaire.com	Period:	2011-2013
Abstract:	Le système Solaera de la société Consolar avec stockage de chaleur en glace a été développé depuis 2004. Ce système couplé à 30 m2 de absorbeurs nonn vitrés sélectifs est testé sur une villa de 230 m2 en Valais. Le but est d'évaluer les performances annuelles du système pompe à chaleur - stock de glace rechargé par le solaire. Le projet participe à la Tâche IEA SHC 44.		

● BAUGENOSSENSCHAFT SONNENGARTEN IN ZÜRICH

P&D 3.1.1

Lead:	naef energietechnik	Funding:	BFE
Contact:	René Naef naef@naef-energie.ch	Period:	2011-2013
Abstract:	Wie ist die Einbindung der unverglasten, selektiven Kollektoren in ein System mit Unterstationen und Fernwärme auszurüsten? Wie gross sind die Gewinne der Kondensationswärme bei unverglasten, selektiven Kollektoren bei der geplanten Anwendung?		

● NIEDERTEMPERATUR- PV/T-KOLLEKTOREN MIT EINBINDUNG IN DIE GEBÄUDETECHNIK MIT WÄRMEPUMPE UND ERDSONDE: HAUS HALTER UND HAUS SCHAUB

P&D 3.1.1

Lead:	3S Swiss Solar Systems AG	Funding:	BFE
Contact:	Marc Bächtchmann Marc.baetschmann@3s-pv.ch	Period:	2012-2015
Abstract:	Mit den zwei Pilotanlagen soll gezeigt werden, dass sich die Hybridisierung der Photovoltaik lohnt, insb. dass Energieeinsparung und photovoltaischer Mehrertrag den finanziellen und energetischen Zusatzaufwand (graue Energie) rechtfertigen. Die JAZ des Gesamtsystems wird anhand von Anlagen im Betrieb ermittelt oder mit Hilfe von Simulationen berechnet		

● FUNKTIONS-CHECK SONNENKOLLEKTORANLAGEN

P&D 3.1.1

Lead:	Egon AG	Funding:	BFE
Contact:	Sandra Stettler Sandra.stettler@egonline.ch	Period:	2012-2013
Abstract:	In diesem P&D Projekt wird anhand von 10 bestehenden Sonnenkollektoranlagen die Eignung und Zweckmässigkeit eines Webbasierten Funktions-Checks überprüft.		

● BOOSTER SOLAIRE ET ABSORBEURS NON VITRÉS ESSA

P&D 3.1.1

Lead:	Energie Solaire SA	Funding:	BFE
Contact:	Bernard Thissen bernard@energie-solaire.com	Period:	2012-2014
Abstract:	Ce projet P&D est un test de terrain d'un système de production de chaleur compact et innovant, composé d'une pompe à chaleur utilisant des absorbeurs sélectifs non vitrés comme source de chaleur directe et indirecte et un stock de glace.		

