

in Kooperation mit:



FFG

bm **v** **f**

Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie

science  
brunch



# Sonnenenergie überall

## Solarthermie und Photovoltaik



# Inhalt

Flexible PV-Systeme – R2R-Herstellung eines flexiblen Dachbahn-PV-Moduls	4
GIPV-Folie – PV-Folie als Halbzeug zur Integration in Standardindustrieprozesse der GIPV	6
SimpliCIS 2 – Flexible Dünnschichtsolarmodule für die Gebäude- und Geräteintegration	8
PV Polymer	10
SOLPOLSYS – Solares Systemkonzept auf ORC-Basis für Büro-, Geschäfts- u. Industrieobjekte	12
AbsoFluid – Untersuchung neuer Arbeitspaare für die Verwendung in Absorptionsanlagen	14
Senkung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes durch Energieeffizienz und Solarthermie für Industriebetriebe	16
Multifunktionale Fassadenelemente für thermisches Heizen und Kühlen	18
IP Solar	20
Wir bauen auf die Energie der Sonne – für die Zukunft Österreichs	22

# Vorwort

Die Sonne strahlt in weniger als einer Stunde mehr Energie auf die Erde, als die Weltbevölkerung in einem Jahr verbraucht. Einen Teil dieser enormen Menge können wir für die Erzeugung von Energie nutzen. Mit thermischen Solarkollektoren wird die Strahlung der Sonne in Wärme umgesetzt, um Wasser für den täglichen Bedarf zu erwärmen oder Gebäude zu heizen. Photovoltaikzellen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um.

Der Klima- und Energiefonds fördert Solarthermie und Photovoltaik entlang der Innovationskette von Forschung und Technologieentwicklung über Demonstration bis zur Markteinführung. Dieses Nachschlagewerk gibt Ihnen einen Überblick zu Projekten aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“.

Neue Herstellungsverfahren und Materialien für Photovoltaik sind ab Seite 4 beschrieben. Flexible PV-Systeme beschäftigt sich mit der Entwicklung von flexiblen, witterungsbeständigen Hochbarriere-materialien zur Einkapselung von flexiblen Solarzellen und die Ressourcen schonende Rolle zu Rolle Fertigung. Neuartiges PV-Halbzeug, welches den Anforderungen bestehender Herstellungsprozesse für Gebäudeelemente genügt, wird in GIPV-Folie untersucht. Die in SimpliCIS2 entwickelten Technologien ermöglichen es, die Spezifikationen eines PV-Moduls im Herstellungsprozess „on-the-fly“ zu definieren. Die Entwicklung und Charakterisierung von polymeren Einkapselungsmaterialien ist Ziel von PV-Polymer.

Lesen Sie ab Seite 12, in welchen Bereichen die österreichischen Unternehmen der Solarthermie-Branche forschen. Bei SOLPOLSYS wurde anhand dem Referenzobjekt, der Millenium City Wien, der tageszeit-abhängige Verlauf des Kühlbedarfs ermittelt und mit dem zu erwartenden thermischen Leistungen eines Solarkollektorfeldes am Standort Wien verglichen. Neue Arbeitsstoffpaare in der Adsorptionstechnik wurden in AbsoFluid untersucht. Die Software PE2 bietet ein ideales Werkzeug für Energieeffizienz und Solarthermie in der Produktion.

Ein neues Konzept zur Fassadenintegration wird Ihnen ab Seite 18 vorgestellt. e-COVER entwickelte multifunktionale Bauelemente als energetisches Verbundsystem PV-integrierter Fassaden für thermisches Kühlen und Heizen. Die webbasierte Software IP-Solar zur dauerhaften automatisierten Qualitätssicherung und Ertragsüberwachung von thermischen Groß-Solaranlagen wird Ihnen auf Seite 20 erklärt.

Eine aufschlussreiche Lektüre wünschen Ihnen

Theresia Vogel  
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

Ingmar Höbarth  
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

# Flexible PV-Systeme – R2R-Herstellung eines flexiblen Dachbahn-PV-Moduls

## Projektnummer: 821834

Koordinator	Isovoltaic AG
Partner	Flisom AG, Renolit Belgium N.V., Isosport GmbH, Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH (AIT Energy), assoziierter Partner: Konarka Technologies GmbH
Dauer	1. 2. 2010 – 31. 3. 2013
Budget in Euro	1.733.587,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 2. Ausschreibung

## Kontakt

Christina Schinagl  
Strategic Research  
christina.schinagl@isolvoltaic.com

„Die elegante Verlegungs- und Anwendungsmöglichkeit der PV-Dachbahn wird konventionelle Dachbahnen verdrängen.“

Albert K. Plessing, Projektleiter

## Kurzbeschreibung

Die Produktentwicklung von flexiblen, witterungsbeständigen Hochbarrierematerialien zur Einkapselung von flexiblen Solarzellen, die nachfolgende Rolle zu Rolle Fertigung von flexiblen Solarmodulen und anschließende Rolle-zu-Rolle Laminierung dieser flexiblen Module auf Dachbahnen eröffnet eine innovative und ressourcenschonende Produktion von Photovoltaik Modulen. Große Mengen von flexiblen PV Dachbahnen können so effizient und qualitativ hochwertig hergestellt und verbreitet werden. Flexible PV Module können gebäudeintegriert, beispielsweise auch als rollbare Beschattungselemente, Anwendung finden.

Die industrielle Rolle-zu-Rolle Fertigung erlaubt eine großflächige Versorgung der Endverbraucher mit gebäudeintegrierbaren Photovoltaik Lösungen. Dadurch ist es möglich, die Kosten für Solarstrom zu senken und die dezentrale elektrische Energieversorgung zu verbessern. Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern kann somit gesteigert werden.

Durch den Einsatz neuartiger Komponenten und die Anwendung der hoch effektiven Rolle-zu-Rolle-Prozesse sollen die flexiblen PV-Module kostengünstig hergestellt werden und in Form einer flexiblen Rolle vorliegen. Die Lieferform in Rolle ist platzsparend und lässt sich bei der Endkonfektionierung

ähnlich einem herkömmlichen Beschattungselement oder einer flexiblen Dachbahn ohne Photovoltaik verarbeiten. Ziel des Projekts ist es außerdem die Erkenntnisse der diskontinuierlichen Herstellung von flexiblen PV-Modulen in den kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Prozess zu übertragen und zu optimieren, ohne dass die Leistung der Hochbarrierematerialien und der einzukapselnden Zellen beeinträchtigt wird.

Durch die Implementierung flexibler PV-Module in Gebäude in Form von Versuchsanlagen mit nachgeschaltetem Monitoring, können Abschätzungen der Betriebseigenschaften und Lebensdauer der innovativen Produkte getroffen und evaluiert werden. Die Installation von Versuchsanlagen der PV-Dachhaut bei den Partnerfirmen demonstriert symbolisch einen erneuerbaren Energiekreislauf: die PV-Elemente generieren elektrische Energie zur Herstellung von Komponenten für erneuerbare Energieträger.

## Rolle der Mitglieder

Im Projekt flexible PV-Systeme soll ein durchgängig vollkontinuierlicher Rolle-zu-Rolle-Produktionsprozess für flexible PV-Module und flexible PV-Dachbahnen entwickelt werden. Dabei sind die wichtigsten Ziele:

- Entwicklung eines kontinuierlichen Einkapselungsprozesses für flexible Solarzellen
- Neue Hochbarriereverbunde für die Einkapselung der flexiblen Solarzellen
- Entwicklung flexibler PV-Module
- Monitoring der Anlage

Im Projekt Flexible PV Systeme entwickelt die Isovoltaic Hochbarrierematerialien, welche mit Einkapselungsmaterialien der Firma Isosport kombiniert werden und anschließend in einem Rolle-zu-Rolle Verfahren mit den unterschiedlichen Zelltechnologien verbunden werden. Einerseits werden hierfür CIGS (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid-Zellen) der Firma Flisom, sowie andererseits organische Photovoltaic der Firma Konarka verwendet. Dabei muss z.B. die unterschiedliche Temperaturstabilität verschiedener Zelltechnologien im Einkapselungsprozess berücksichtigt werden. Anschließend wird dieser Mehrschichtverbund mit Dachbahnen der Firma Renolit, ebenfalls in R2R Verfahren, verbunden. Die gefertigten „Dachbahn-PV-Module“ werden von AIT Energy charakterisiert und an drei Standorten in Versuchsanlagen installiert.

## Bisherige Erkenntnisse

Alle Mitglieder des Projekts haben sich bisher durch ihre ausgezeichnete Qualifikation und ihren Einsatz für das Projekt hervorgetan. In allen Arbeitspaketen

welches das Projekt umfasst wurde ein Fortschritt erzielt. Einerseits wurden Hochbarrierematerialien weiterentwickelt, ein umfangreiches Portfolio an Klebmaterialien untersucht, sowie diverse notwendige Anlagen erfolgreich implementiert. Trotz der sehr komplexen Thematik hinsichtlich der Konzeptionierung für die kontinuierliche Einkapselung, ist das Projektteam auf einem sehr guten Weg die hochgesteckten Ziele zu erreichen.

## Drei Gründe für das Projekt

- Flexible Solarzellen als Rollenware bieten sich für die R2R-Einkapselung an.
- Die Rolle-zu-Rolle-Einkapselung ergänzt ISOVOLTAICs Expertise auf dem Gebiet der Rolle-zu-Rolle-Prozesse und der Einkapselung.
- Effizient industriell vorgefertigte PV-Dachbahnen ermöglichen die sehr einfache Verlegung und Montage auf dem Gebäude.

# GIPV-Folie – PV-Folie als Halbzeug zur Integration in Standardindustrieprozesse der GIPV

## Projektnummer: 829922

Koordinator	crystalsol GmbH
Partner	HEI Eco Technology GmbH
Website	www.crystalsol.com
Dauer	1. 6. 2011 – 31. 12. 2012
Budget in Euro	931.576,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 4. Ausschreibung

## Kontakt

Wolfgang Ressler  
Geschäftsführer crystalsol GmbH  
wr@crystalsol.com

„Eine Photovoltaikfolie, welche sich einfach und kostengünstig in bereits bestehende Herstellprozesse von Gebäudeelementen, wie z. B. Verbundgläser, integrieren lässt, wird den Markt der Gebäudeintegrierten Photovoltaik-Lösungen revolutionieren.“

Christoph Glatz, Projektleiter

## Wirtschaftliche und technische Ausgangslage für gebäudeintegrierte Photovoltaik-Produkte (GIPV)

Weltweit befindet sich die Photovoltaik (PV) seit vielen Jahren in einer anhaltenden Aufbruchstimmung. Jährliche durchschnittliche Wachstumsraten von 40 % und mehr haben die PV-Industrie zu einem ernstzunehmenden Industriezweig gemacht. Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energieträgern hat Österreich von diesem globalen PV-Aufbruch bislang sehr wenig profitiert. Die Voraussetzungen für eine breite Durchdringung wären jedoch gegeben. Besonders interessant sind GIPV-Lösungen (gebäudeintegrierte PV-Lösungen). Sie sind die Lösung der Zukunft – die Stromerzeugung wird integrativer Bestandteil des Gebäudes. Fassaden- und Dachflächen stehen kostenlos zur Verfügung und eignen sich bestens, neben den eigentlichen Aufgaben einer Gebäudehülle, wie z. B. Witterungs- und Sichtschutz, auch die Funktion der Stromerzeugung zu übernehmen (Multifunktionalität von GIPV-Modulen). Jedoch ist einerseits die Herstellung von GIPV-Modulen noch mit hohen Kosten verbunden und andererseits entsprechen die Module nur in seltenen Fällen den Anforderungen der Gebäudeintegration an die Ästhetik und Flexibilität.

## Integration der PV-Folie in Standardindustrieprozesse der GIPV

Ziel des Projektes ist es, ein PV-Halbzeug (eine PV-Folie) zu entwickeln, welches kostengünstig und unkompliziert in bestehende Herstellungsprozesse von Gebäudeelementen (z. B. Verbundgläser) integriert und verarbeitet werden kann. Eine derartige PV-Folie würde einerseits zu einer drastischen Kostenreduktion in der gebäudeintegrierten Stromversorgung führen und andererseits – durch die einfache Integrierbarkeit in bestehende Industrieprozesse – die GIPV weltweit revolutionieren und zu einer hohen Marktdurchdringung verhelfen. Dieses ambitionierte Projektziel, ein völlig neuartiges PV-Halbzeug zu entwickeln, welches den Anforderungen bestehender Herstellungsprozesse für Gebäudeelemente genügt, wird von den beiden Unternehmen crystalsol GmbH und HEI Eco Technology GmbH verfolgt. HEI besitzt ein umfassendes Wissen aus der Glas verarbeitenden Industrie, der GIPV und der Sondermodulfertigung und crystalsol entwickelt eine neuartige, flexible PV-Technologie. Das hohe Kostenreduktionspotenzial und die Flexibilität in Bezug der Abmessungen machen diese neuartige Technologie von crystalsol wie geschaffen für die Gebäudeintegration und für das beschriebene Projektziel.

Im Zuge dieses Projektes soll, ausgehend von den Anforderungen bestehender Herstellungsprozesse,

ein derartiges PV-Halbzeug zuerst generell konzipiert werden. Anhand erster Funktionsmuster soll schließlich die grundsätzliche Machbarkeit und Weiterverarbeitbarkeit in Standardherstellungsprozessen geklärt und wesentliche Technologieentwicklungen durchgeführt werden. Weiters wird sich dieses Projekt der elektrischen Kontaktierung (Moduldesign) und der Flexibilität der Abmessungen der PV-Folie widmen. Die Möglichkeiten unterschiedlicher Transparenzgrade der PV-Technologie von crystalsol werden in einem eigenen versuchsorientierten Arbeitspaket ermittelt.

### **Kosten- & Anwendungsvorteile der GIPV-Folie**

Durch eine Photovoltaikfolie, die problemlos und ohne spezielle Vorkenntnisse in bestehende Herstellungsprozesse von Gebäudeelemente integriert und verarbeitet werden kann, ergeben sich eine Vielzahl von Verbesserungen zu bestehenden Lösungen:

- Ausnutzung von Synergieeffekten, durch die multifunktionale Nutzung von GIPV-Elementen (konventionelle Fassaden- und Dachsysteme werden ersetzt; drastische Kostensynergien von über 250 EUR/m<sup>2</sup>)
- Kostenersparnis durch Materialsynergien: Die Verkapselung, welche dem Schutz der aktiven Schicht dient, wird durch das Gebäudeelement selbst (z. B.: Verbundglas) gebildet
- Wegfall zusätzlicher Montagesysteme, da die photoaktive Schicht bereits in das Gebäudeelement integriert ist
- Geringere Fertigungskosten, da bereits bestehende Produktionslinien genutzt werden können
- Leichte Integration in nicht plane Elemente der Gebäudehülle

- Individuell gestaltbar (Größe, Form, Farbe, Transparenz)

### **Drei Gründe für das Projekt**

- Eine in Gebäudeelemente integrierbare PV-Folie ermöglicht einen signifikanten Technologiesprung im Bereich der GIPV sowie für die gesamte PV-Branche
- Der stetig wachsende PV-Markt und das ausgezeichnete Kosten/Nutzen-Verhältnis bieten ein überdurchschnittliches großes Marktpotenzial für das Projekt
- Das Projekt trägt nicht nur zur Sicherung der zukünftigen Energieversorgung und Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen bei, sondern stärkt zusätzlich die technologische Position Österreichs

# SimpliCIS 2 – Flexible Dünnschichtsolarmodule für die Gebäude- und Geräteintegration

## Projektnummer: 829924

Koordinator	Sunplugged GmbH
Partner	Ebner Industrieofenbau Ges.m.b.H, Austrian Institute of Technology, FH Vorarlberg, Management Center Innsbruck
Website	www.simplificis.at
Dauer	1. 2. 2011 – 31. 1. 2013
Budget in Euro	1.732.955,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 4. Ausschreibung

## Kontakt

Andreas Zimmermann  
Geschäftsführung, Sunplugged GmbH  
andreas.zimmermann@sunplugged.at

„Im SimpliCIS 2-Projekt entwickeln wir eine flexible Photovoltaikfolie bei der Größe, Form und elektrische Spannung frei eingestellt werden können. Damit können maßgeschneiderte Photovoltaiklösungen in Gebäudehüllen und Geräten realisiert werden.“

Andreas Zimmermann, Projektleiter

## One size doesn't fit all

Die Photovoltaik gilt als eine Schlüsseltechnologie für die zukünftige Energieversorgung. Sie zeichnet sich als einzige regenerative Energiequelle durch die Möglichkeit aus, sich direkt in Objekten und Baukörpern integrieren zu lassen. Die gebäude- und geräteintegrierte Photovoltaik gilt daher als großes Hoffungsgebiet für eine nachhaltige Stromversorgung. Viele ProduktdesignerInnen und ArchitektInnen sind begeistert von der Idee, Photovoltaik als autarke Energiequelle zu nutzen.

Trotz dieser Einzigartigkeit fristet die Integration der Photovoltaik in Gebäudehüllen oder Geräten aber immer noch ein Schattendasein. Bei integrativen photovoltaischen Lösungen sind oft unkonventionelle Formen, Größen oder bestimmte elektrische Zielwerte gefragt, die sich mit herkömmlichen Technologien meist gar nicht oder nur mit Hilfe von kostenaufwendigen Sonderanfertigungen realisieren lassen.

## Form follows function

Ziel des SimpliCIS 2-Projekts ist die Entwicklung und Herstellung eines, von Grund auf neuen Dünnschicht-Solarmoduls dessen geometrische und elektrische Eigenschaften individuell maßgeschneidert werden können.

Die im SimpliCIS 2-Projekt entwickelten Technologien erlauben es, die Spezifikationen eines Photovoltaikmoduls im Herstellungsprozess „on-the-fly“ zu definieren und ermöglichen dadurch die Produktion von kundenspezifischen Solarmodulen mit gewünschter elektrischer Spannung, Größe und Form.

Kombiniert mit den Eigenschaften einer dünnen Photovoltaikfolie bieten diese Solarmodule Freiheit in Hinsicht von Mechanik (Biegebarkeit, geringe Bauhöhen), Elektrik (einstellbare Spannung) und Design (Größe, Form).

Unser Ansatz hat sehr viel gemein mit der Art und Weise, wie eine Maß-Schneiderei arbeitet. Zuerst produzieren wir mittels Rolle-zu-Rolle-Verfahren die folienartige Solarzelle, vergleichbar mit dem Stoff in einer Schneiderei. Diese endlos lange Solarzelle wird entsprechend der gewünschten Modullänge zugeschnitten und in einer eigens entwickelten Maschine werden die endgültige Form und die geforderte Modulverschaltung definiert. Diese völlig neue Technologie der Modulverschaltung wird durch eine Kombination aus Kurzpulslasern und Präzisions-Siebdruck ermöglicht.

Durch seine Flexibilität und geringen Produktionskosten ist das neue Photovoltaikmodul nicht nur für Gebäudehüllen interessant, sondern kann auch im

kleineren Maßstab in Mobiltelefonen, Straßenlampen oder Fahrzeugen Strom liefern.

### **Simpel und CIS = SimpliCIS**

Die im Projekt entwickelten Solarzellen basieren auf CIS Verbundhalbleitern. Dabei steht CIS für die in der Absorberschicht verwendeten Elemente Kupfer, Indium und Selen. CIS/CIGS Solarzellen haben das größte Wirkungsgradpotenzial aller Dünnschicht-solar-Technologien.

Die SimpliCIS-Solarzelle enthält keine toxischen Stoffe, kann in einem endlosen Fertigungsverfahren hergestellt werden und erlaubt aufgrund des Schichtaufbaus, eine völlig neue, druckbare Zellverschaltung.

Neben der Solarzellenforschung selbst, zielt daher der zweite Innovationskreis auf die Entwicklung der flexiblen Verschaltung von Dünnschicht-solarzellen. Mit dieser flexiblen Kontaktierung, basierend auf einer Kombination aus selektiver Laserablation und flexibler Drucktechnik, können die elektrischen und geometrischen Spezifikationen von Photovoltaikmodulen „on-the-fly“ eingestellt werden.

Die Entwicklung und Hochskalierung von CIS Solarmodulen auf flexiblen Substraten ist eine technisch sehr anspruchsvolle Aufgabe, da zahlreiche prozess- und materialspezifische Faktoren interagieren. Das Projekt wird daher in einem Konsortium bestehend aus zwei österreichischen Unternehmen und drei Forschungseinrichtungen durchgeführt.

Die Fa. Sunplugged bringt als Entwickler von Spezial-photovoltaikmodulen Marktkenntnisse und Expertise im Bereich Photovoltaik ein. Die Fa. Ebner Industriefabrik bringt das Know-how für die notwendigen Temperprozesse zur Herstellung der Absorberschicht ein. Weiters fertigt die Firma EBNER im Rahmen des Projekts den Prototypen einer Selenisierungsanlage, welche zur Herstellung des Dünnschichtabsorbers dient. Die FH Vorarlberg entwickelt einen selektiven Laserablationsprozess, der für die flexible Modulkontaktierung notwendig ist.

Der zweite universitäre Forschungspartner, die Studienrichtung Mechatronik/Maschinenbau des Management Centers Innsbruck unterstützt die Fa. Sunplugged bei der Implementierung der Sensorik und Steuerung der Pilotanlage. Für die Charakterisierung und das Testen der Dünnschicht-solarmodule steht die Kompetenz des Austrian Institute of Technology zur Verfügung.

### **Drei Gründe für das Projekt**

- SimpliCIS-Solarmodule sind Baustoff für energieeffiziente, solarbetriebene Endgeräte, ebenso wie für stromerzeugende Fassaden und schaffen neue Möglichkeiten für nachhaltiges Produktdesign.
- Die im Projekt entwickelten Technologien sind weltweit in österreichischen Produkten verwertbar und stärken den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Österreich.
- Das Projekt führt zu einer Effizienzsteigerung und gleichzeitigen Kostenreduktion bei multifunktionalen, photovoltaikintegrierten Bauelementen.

**Projektnummer: 825379**

Koordinator	Polymer Competence Center Leoben GmbH
Partner	Dr. Peter Hödl, PerkinElmer VertriebsgmbH
Website	www.pccl.at
Dauer	1. 4. 2010 – 31. 3. 2012
Budget in Euro	204.667,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 3. Ausschreibung

**Kontakt**

Gernot Oreski  
Projektleiter  
oreski@pccl.at

„Ein umfassendes Verständnis der Materialeigenschaften von polymeren Einkapselungsmaterialien ist die Basis der Materialauswahl sowie der werkstoffgerechten Optimierung des PV-Modulherstellungsprozesses und damit eine entscheidende Grundlage der Zuverlässigkeit von PV-Modulen.“

Gernot Oreski, Projektleiter

## Polymere für die Einkapselung von Solarzellen

Die PV-Industrie hat in den letzten Jahren ein außerordentlich starkes Wachstum erfahren. Wenn dieses rasante Wachstum fortgesetzt werden soll, sind zur Erschließung neuer Märkte und Anwendungsbereiche umfangreiche Forschungs- und Technologieentwicklungsaktivitäten erforderlich. Um in Zukunft die Netzparität zu erreichen und damit signifikante Beiträge zum Gesamtstrombedarf beizutragen, ist vor allem eine beträchtliche Kostenreduktion anzustreben. Diese Kostenreduktion lässt sich nicht nur durch verstärkte Massenproduktion und Scale-Up Effekte erreichen, sondern vor allem auch durch Verringerung der Kosten der PV-Modul Einkapselung.

## Projektziele

Im Rahmen des Projektes „PV-Polymer“ sollen Methoden und Untersuchungen zur werkstoffgerechten Entwicklung und Charakterisierung von polymeren Einkapselungsmaterialien ermittelt und erstellt werden. Dafür können zwei Hauptziele definiert werden. Ein grundlegendes Ziel des Projekt ist es, ein umfassendes Verständnis der Materialeigenschaften von polymeren Einkapselungsmaterialien während dem PV-Modulfertigungsprozess zu gewinnen und damit die Grundlage einer werkstoffgerechten Optimierung des PV-Modulherstellungsprozesses zu schaffen. Das zweite wesentliche Ziel ist die Entwicklung und Implementierung von Methoden zum Screening und zur Qualifizierung neuer Materialien für die PV-Moduleinkapselung.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde zuerst eine intensive Literatur und Marktrecherche über polymere PV-Einkapselungsmaterialien, ihre Eigenschaftsprofile, relevante Charakterisierungsmethoden und den PV-Modulherstellungsprozess durchgeführt und eine Materialauswahl getroffen. Anschließend wurden Methoden zur Bestimmung der wesentlichen thermischen und thermo-mechanischen Eigenschaften ausgelotet und die geeigneten Parameter und Messmodi definiert. Mit den evaluierten Methoden wurden in weiterer Folge chemische und physikalische Änderungen in ausgewählten Einkapselungsmaterialien, die während der Modulherstellung auftreten, charakterisiert und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ermittelt. Anhand dieser Struktur-Eigenschaftsbeziehungen kann eine Qualifizierung der Materialqualität im Modulherstellungsprozess vom Eingang über die Lagerung, die Fertigung bis zum fertigen Modul erreicht werden. Die so ermittelten Kennwerte und Daten sollen das Potential für eine werkstoffgerechte Optimierung des PV-Modulherstellungsprozesses aufzeigen und als Diskussionsgrundlage für den Einfluss physikalischer Änderungen im Polymer auf bekannte Modulversagensmechanismen, wie Delamination oder Zellenbruch dienen.

Für die Qualifizierung neuer PV-Einkapselungsmaterialien wurden zuerst Anforderungsprofile für Einbett- und Rückseitenfolien ermittelt, daraus Degradationsindikatoren bestimmt und ein Prüfprogramm erstellt. Anschließend wurden ausgewählte neuartige Einkapselungsmaterialien künstlich

bewittert und anhand des erstellten Prüfprogramms charakterisiert und das Alterungsverhalten beschrieben. Die ermittelten Kennwerte vor und nach der Alterung wurden mit den Resultaten etablierter Einkapselungsmaterialien verglichen und die Eignung der neuen Materialien für die PV-Einkapselung bewertet.

Anhand des gewonnenen Datenmaterials und der evaluierten Methoden können Prozessoptimierungspotenziale und mögliche Versagensmechanismen aufgezeigt werden. Die in diesem Projekt entwickelten Tools sollen sowohl der universitären Forschung als auch der Industrie nutzen und die die Einführung, Erforschung und Erprobung neuartiger polymerer PV-Einkapselungsmaterialien beschleunigen.

### **Drei Gründe für das Projekt**

- Besseres Verständnis der eingesetzten Kunststoffe
- Aufzeigen des Prozessoptimierungspotenzials
- Darstellung von einfachen Methoden zur werkstoffgerechten Qualitäts- und Prozesskontrolle

# SOLPOLSYS – Solares Systemkonzept auf ORC-Basis für Büro-, Geschäfts- u. Industrieobjekte

## Projektnummer: 825482

Koordinator	YIT Austria GmbH
Partner	Technische Universität Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, WTI wärmetechnische Industrieanlagen GmbH, BLUEWATERS, Projektentwicklung und Technisches Büro für Umwelttechnik
Website	www.solpolsys.at
Dauer	1. 1. 2010 – 30. 6. 2012
Budget in Euro	608.894,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020 - 3. Ausschreibung

## Kontakt

Christian Schiefer  
Projektleiter  
christian.schiefer@yit.at

„Basierend auf Lastganglinien von Büro-, Geschäfts- u. Industrieobjekten soll ein solares Systemkonzept zur Bereitstellung von Strom, Kälte u. Wärme mit Simulationsunterstützung entwickelt, getestet u. optimiert werden. Ziel ist, ein techn.-wirtschaftlich optimiertes, realisierbares Anlagenkonzept zu erhalten.“

Christian Schiefer, Projektleiter

## Motivation

Der steigende Wohnkomfort und der Trend zu Gebäuden mit großen Glasfronten haben in den vergangenen Jahren zu einer hohen Nachfrage an Gebäudekühlung gesorgt. Zur Kälteerzeugung werden meist elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen eingesetzt. Dadurch können, vor allem an heißen Sommertagen, Lastspitzen in regionalen Stromnetzen entstehen, die unter Umständen sogar die Versorgungssicherheit gefährden. Aus diesem Grund wurden in letzter Zeit zahlreiche Anstrengungen unternommen, die solare Kühlung weiter zu entwickeln, um den Strombedarf für die Kühlung der Gebäude wesentlich zu verringern. Ein weiterer Schwerpunkt war und ist die Entwicklung und Verbesserung von solarthermischen Kraftwerken zur Stromerzeugung. Dieses Projekt geht einen Schritt weiter und verbindet die beiden großen Themengebiete: die solare Kühlung und die solarthermische Stromerzeugung. Ziel ist ein Konzept zur solarthermischen Bereitstellung von Strom, Kälte und Wärme für Büro-, Geschäfts- und Industrieobjekte.

## Projekthalt

Aus den Aufzeichnungen eines Referenzobjektes, der Millennium City Wien wurde der tageszeitabhängige Verlauf des Kühlbedarfs unterschiedlicher Gebäudeteile ermittelt und mit dem zu erwartenden thermischen Leistungen eines Solarkollektorfeldes am

Standort Wien verglichen. Die tageszeitliche Übereinstimmung von Kollektorleistung und Kühlbedarf bestätigte die Sinnhaftigkeit des Einsatzes solarer Kühlung, vor allem im Büro- und Geschäftsbereich. Da je nach Einstrahlung und Außentemperatur die Kollektorleistung variiert, bringt der Einsatz eines Pufferspeichers in Form eines Schichtspeichers energetische Vorteile. Sowohl das Design des Speichers als auch das notwendige Regelungssystem wurden im Zuge des Projektes entwickelt. Bei geringem Kühlbedarf sieht die im Projekt entwickelte Konzeption vor, die solare Wärme vorrangig zur Stromerzeugung mittels einer modifizierten ORC-Verstromungsanlage im weiteren Nutzungsablauf zur Warmwasserbereitung bzw. zu Heizzwecken zu verwenden. Ziel ist, die Energieernte der Anlage zu optimieren.

Da einerseits der Wirkungsgrad von Kälte- und Stromproduktion mit der Antriebstemperatur steigt, andererseits die Leistung der Solarkollektoren mit steigender Vorlauftemperatur sinkt, ist es notwendig, hinsichtlich der Komplexität und Kosten der bei höheren Temperaturen notwendigen Prozesse und des Gesamtwirkungsgrades der Anlage ein Optimum zu finden. Nach einem umfassenden Vergleich von über 50 verschiedenen Solarkollektormodellen hinsichtlich ihrer zu erwartenden Leistung im Tages- und Jahresverlauf am Standort Wien, fiel die Entscheidung zugunsten sogenannter Mitteltemperatur-Vakuumröhrenkollektoren. Diese weisen im

Gegensatz zu Flachkollektoren hohe Wirkungsgrade bei Vorlauftemperaturen von bis zu 150° C auf und liegen hinsichtlich ihrer Anschaffungskosten deutlich unter konzentrierenden Parabolrinnen- oder Fresnelkollektoren. Ein weiterer Vorteil gegenüber letzteren ist die Tatsache, dass neben der direkten auch die diffuse Sonneneinstrahlung genutzt werden kann, was bei den lokalen Wetterverhältnissen einen deutlichen Mehrertrag mit sich bringt.

Die Auslegung der Anlage erfolgt mithilfe der Simulationssoftware TRNSYS. Um gesicherte Messdaten hinsichtlich Kollektorleistung und Schichtspeicherverhalten zu bekommen, wurde in der Gemeinde Leiben (Bezirk Melk, NÖ) eine Testanlage errichtet. Dort werden im Rahmen des Projektes direkt durchflussene Vakuumröhrenkollektoren, Heatpipe-Kollektoren und CPC-Kollektoren (Compound Parabolic Concentrator), basierend auf einer lokal installierten Einstrahlungsmessung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, vermessen. Zwei eigens angefertigte Schichtspeicher zu je 2,5 m<sup>3</sup> wurden mit je neun Thermoelementen versehen, um den Temperaturgradienten bei Lade- und Entladevorgängen beobachten zu können. Als Wärmesenke dient das Schloss Leiben, in welchem die im Solarfeld generierte Wärme zur Heizungsunterstützung verwendet wird. Des Weiteren werden Versuche an einer 50 kW ORC-Anlage durchgeführt und die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Antriebstemperatur ermittelt.

Die Inbetriebnahme der Versuchsanlage wurde bereits erfolgreich abgeschlossen und mit dem Versuchsprogramm wurde begonnen.

### Projektziele

- Optimale und effiziente Nutzung der thermischen Solarenergie für Kälte, Strom und Wärme.
- Entwicklung eines optimierten Einsatzmanagements (Sommer: vorrangig Kälte, nachrangig Strom und Warmwasser; Zwischensaison: vorrangig Strom, nachrangig Kälte und Warmwasser; Winter: vorrangig Heizung und Warmwasser, nachrangig Strom)
- Maximierung des Ausnutzungsgrades der Kollektoren.
- Reduktion der sommerlichen Stromspitzen, welche von herkömmlichen Kältemaschinen verursacht werden.

### Drei Gründe für das Projekt

- Entwicklung eines Anlagenkonzeptes für die optimale und effiziente Nutzung der thermischen Solarenergie für Kälte, Strom und Wärme.
- Durch dieses Projekt können künftige EU-Vorgaben zur Energieautarkie von Gebäuden, eventuell auch in Kombination mit teilsolaren Heizungen, bereits berücksichtigt werden.
- Die Motivation für dieses Projekt basiert auf dem großen Nachfragepotenzial im Bereich Büro-, Geschäfts- und Industrieobjekte und kommunale Anwendungen sowie im Export.

# AbsoFluid-Untersuchung neuer Arbeitspaare für die Verwendung in Absorptionsanlagen

## Projektnummer: 825560

Koordinator	Austrian Institute of Technology (AIT)
Partner	TU Wien, Institut für Strömungsmechanik und Wärmeübertragung, Kioto Clear Energy AG, Evonik Industries AG
Dauer	1. 4. 2010 – 30. 9. 2012
Budget in Euro	489.616,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 3. Ausschreibung

## Kontakt

Thomas Fleckl  
Engineer  
thomas.fleckl@ait.ac.at

„Die Verwendung neuer Arbeitsstoffpaare in der Sorptionstechnik hat das Potenzial, eine Vielzahl neuer Anwendungen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Wärme- und Kälteerzeugung zu erschließen.“

Thomas Fleckl, Projektleiter

## Neue innovative Arbeitsstoffpaare für Absorptionskältemaschinen

Infolge von Klimaänderungen, neuen architektonischen Trends und dem steigenden Wunsch nach thermischem Komfort ist der Energiebedarf für Kühlung, sowohl im Wohn- als auch im Bürobereich, in den letzten Jahren stark gestiegen. Derzeit wird der Großteil des Kühlbedarfs durch elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen gedeckt, was im Sommer zu großen Belastungen der elektrischen Netze führt. Dieser Strombedarf kann durch die Nutzung von Sonnenenergie für Kühlung und Klimatisierung verringert werden. Eine naheliegende Technologie für diese Anwendung ist die Absorptionskältemaschine.

Derzeit verfügbare Absorptionskältemaschinen im Kleinleistungsbereich sind aufgrund hoher Investitionskosten und großem Platzbedarf noch nicht konkurrenzfähig. Um ein konkurrenzfähiges Produkt auf den Markt bringen zu können, müssen drei Hauptanforderungen erfüllt sein: Kompaktheit, niedrige Kosten und niedrige Antriebstemperatur. Die Weiterentwicklung von Arbeitspaaren in Kombination mit der entsprechenden Systemtechnik ist essentiell, um solare Kühlung von der Maschinenseite her attraktiv zu machen. Dieses Projekt zielt darauf ab, durch zwei Ansätze die Grundlage für die Erfüllung dieser Anforderungen zu schaffen:

derungen zu schaffen:

1. Verwendung eines neuen, innovativen Arbeitspaares
2. Untersuchung von ideal an das Arbeitspaar angepassten Wärme- und Stoffüberträgern

Im Rahmen dieses Projekts soll ein potenzielles neues Arbeitspaar untersucht werden. Das Arbeitspaar ist im Vergleich zu den Herkömmlichen weniger anfällig für Kristallisations- und Korrosionsprobleme und ist zudem kostengünstiger herstellbar und biologisch abbaubar. Im Projekt wird zunächst das neue Arbeitspaar in Hinblick auf dessen thermodynamische und strömungsmechanische Eigenschaften untersucht. Des Weiteren werden die Grundlagen für eine auf dem neuen Arbeitspaar basierende Absorptionskältemaschine durch experimentelle Untersuchungen und numerische Strömungssimulationen erarbeitet.

Fallfilmplattenwärmeüberträger erfüllen die zur Erreichung der Projektziele gestellten Anforderungen am besten und werden daher in Kombination mit den neuen Arbeitsstoffpaaren untersucht und optimiert. Wesentlich für eine hohe Effizienz dieser Technologie ist eine vollständige Benetzung der Wärmeüberträgerplatten. Die experimentelle Bestimmung des

Benetzungsverhaltens ist relativ schwierig, da durch die geringen Filmdicken von 200  $\mu\text{m}$  bis 600  $\mu\text{m}$  und die Transparenz der Fluide die Benetzungsgrenzen kaum erkennbar sind. Durch ein am Austrian Institute of Technology (AIT) entwickeltes Image Capturing Verfahren wird eine Visualisierung und eine quantitative Bewertung des Benetzungsverhaltens an Fallfilmplattenwärmeüberträgern ermöglicht. Die somit erhaltenen Informationen werden zur Unterstützung der Optimierung von Wärmeübertragungsoberflächen eines hocheffizienten Fallfilmplattenwärmeüberträgers herangezogen.

Die Auswahl der neuen Arbeitsstoffpaare erfolgt von der Evonik Industries AG. Zu diesem Zweck wird ein theoretisch unterstütztes Screening durchgeführt. Nach der Herstellung der verschiedenen chemischen Stoffsysteme und deren Identitäts- und Reinheitsanalytik wird die Performance für Absorptionsverfahren hinsichtlich der Wasseraufnahme durch eine Wasserpartialdampfdruckmessung überprüft. Es wurden Substanzen untersucht, die eine hohe Affinität zur Wasserabsorption und gleichzeitig eine möglichst geringe molare Masse besitzen. Die bislang erzielten Ergebnisse auf Basis thermodynamischer Charakterisierungen zeigen, dass eine Adaption auf den Absorptionsprozess mit Hilfe dieser Substanzen möglich erscheint.

An der TU Wien wurde ein 2D-Modell zur Beschreibung des Fallfilmes entwickelt. Dadurch können die relevanten physikalischen Prozesse abgebildet werden. Weiters wurde aus den entdimensionalisierten Gleichungen das Set von Parametern identi-

fiziert, welches das Verhalten von Fallfilmabsorbern bestimmt. Wie sich zeigte ist der Parameterraum selbst in diesem vereinfachten Modell 6-dimensional. Dennoch konnte mit einem effizienten Verfahren eine umfangreiche Parameterstudie durchgeführt werden, wobei man aus den Ergebnissen ein umfassendes Bild der Parametereinflüsse gewinnen konnte. Aus der Parameterstudie lassen sich klare Aussagen über die optimale Plattengröße und den optimalen Neigungswinkel treffen. Auch hinsichtlich des optimalen Durchflusses zeigt das Modell neue interessante Einblicke.

In der restlichen Projektlaufzeit wird eine Versuchsanlage unter Verwendung von optimierten Stoff- und Wärmeüberträgern realisiert und mit einem neuen Arbeitsstoffpaar betrieben, um so die erzielbaren Leistungszahlen und Wirtschaftlichkeit einer zukünftigen realen Anwendung abschätzen zu können.

### Drei Gründe für das Projekt

- Hoher Innovationsgehalt durch den Einsatz neuer Arbeitsstoffpaare in Absorptionskältemaschinen.
- Stärkung des österreichischen Forschungsstandortes durch Kooperation mit einem international führenden Chemieunternehmen.
- Direkte Umsetzung der Ergebnisse durch ein österreichisches Unternehmen als Projektpartner.

# Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Energieeffizienz und Solarthermie für Industriebetriebe

## Projektnummer: 815738

Koordinator	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Partner	AEE – Institut für Nachhaltige Technologien, S.O.L.I.D. Solar- installation & Design GmbH
Dauer	1. 4. 2008 – 30. 9. 2010
Budget in Euro	234.000,-
Ausschreibung	Energie der Zukunft, 1. Ausschreibung

## Kontakt

Christoph Brunner  
Bereichsleiter Industrielle  
Prozesse und Energiesysteme –  
AEE INTEC  
c.brunner@aee.at

„Für die meisten Prozesse in der Metalloberflächenindustrie, die bis maximal 80° C brauchen, stellt die solare Prozesswärme in Kombination mit Energieeffizienzmaßnahmen eine sinnvolle Möglichkeit zur CO<sub>2</sub> Emissionseinsparung dar.“

Christoph Brunner, Projektleiter

## Einleitung

Thermische Solaranlagen bieten sich in Österreich vor allem dafür an, Prozesswärme (Heißwasser, Warmluft etc.) effizient auf einem Temperaturniveau bis etwa 80° C bereitzustellen. Auf diesem Temperaturniveau sind solare Prozesswärmesysteme anderen Großsolaranlagen, beispielsweise zur Brauchwassererwärmung in Hotels oder bei solargestützten Wärmenetzen, technisch ähnlich, dennoch bedarf das Vorhaben einer solaren industriellen Prozesswärmerversorgung einer sehr umfassenden Betrachtungsweise.

Es ist ein holistischer Ansatz gefordert, da grundsätzlich gilt, dass die Integration einer thermischen Solaranlage als Versorgungssystem in einen Industriebetrieb vor allem dann technisch und wirtschaftlich sinnvoll zur Umsetzung gelangen kann, wenn zuvor bereits Potentiale zur Vermeidung und Verminderung von Energieverlusten (z. B. Prozessoptimierung, Wärmerückgewinnung) ausgeschöpft wurden.

## Projekthalte und Ergebnisse

Im Sinne des geforderten, ganzheitlichen Ansatzes wurden im Projekt vor allem technische Aspekte mit den Schwerpunkten Wärmeintegration, Potentiale solarthermischer Anwendungen für industrielle Prozesse, sowie Möglichkeiten zur hydraulischen

Einbindung unter Berücksichtigung eines unproblematischen Betriebsverhaltens von Großsolaranlagen (Beherrschung des Stagnationsverhaltens) bearbeitet. Die entwickelten Methoden wurden an insgesamt drei ausführlichen Fallstudien angewendet und dabei ständig verbessert. Dies führte schlussendlich zum Start für weitere Schritte einer Umsetzung eines dieser Konzepte.

Folgende inhaltliche Ergebnisse konnten aus den einzelnen Arbeitspaketen generiert werden:

- Weiterentwicklung der Pinch-Software „PE<sup>2</sup>“ zur Erstellung eines optimierten Wärmetauschernetzwerks.
- Einbindung der „Matrix zur Energieeffizienz und Solaren Prozesswärme“ in eine öffentlich zugängliche und adaptierbare Wiki-Web Benutzeroberfläche.
- Erweiterung der „Matrix zur Energieeffizienz und Solaren Prozesswärme“ um den Bereich Oberflächenbehandlung in der Metall- und Kunststoffindustrie.
- Erstellung eines Solarkalkulationsprogramms für die Berechnung von thermischer Solarintegration in Produktionsprozessen und Abschätzung von Ertragsprognosen.
- Konzeption, theoretische Berechnung und Dimensionierung eines Stagnationskühlers zur Beherrschung des Stillstandsverhaltens von

Großsolaranlagen, der wartungsarm und ohne Hilfsenergie selbsttätig arbeitet.

- Bau eines Prototyps eines Stagnationskühlers und erfolgreiche Erprobung sowie messtechnische Validierung der Funktionalität an einer solaren Großanlage (500 m<sup>2</sup>, Grottenhofstraße, Graz).
- Ausarbeitung eines Contracting-Leitfadens für Industriebetriebe und eines Standardvertrags für Contracting von industriellen Großsolaranlagen.
- Durchführung von drei Fallstudien und Entwicklung eines umsetzungsorientierten Konzepts (technologisch und wirtschaftlich) zur Energieeinsparung durch Wärmeintegration, den Einsatz energieeffizienter Technologien und der Integration solarer Prozesswärme und Einleitung weiterer Schritte zur Umsetzung des vorgestellten Konzeptes in mindestens einem der analysierten Unternehmen.

### Wesentliche Erkenntnisse

Die Integration thermischer Solaranlagen in industrielle Prozesse muss sowohl aus technischer wie auch aus wirtschaftlicher Sicht auf die Erfordernisse in der Industrie abgestimmt sein.

Die Barrieren für eine erfolgreiche Umsetzung können durch methodische Herangehensweisen überwunden werden, die allerdings eine ganzheitliche Sichtweise erfordern.

Auf technischer Ebene hat sich hierfür die Anwendung der Pinch-Methodik als Ziel führend erwiesen. Für den Solarthermiesektor kann die erfolgreiche Beherrschung des Stagnationsverhaltens bei ther-

mischen Großsolaranlagen mit Leistungen um 350 kW<sub>th</sub> (eine Hochskalierung des entwickelten Konzeptes um den Faktor 10 wird als durchaus realistisch angesehen) als ein erfolgreiche abgeschlossener Meilenstein angesehen werden.

### Drei Gründe für das Projekt

- Um energieeffizienter zu produzieren bietet die im Projekt entwickelte Software PE<sup>2</sup> ein ideales Werkzeug um optimale Energieeinsparungen zu erzielen.
- Der Einsatz von solarer Prozesswärme hat sich als zukunftsweisende Technologie für die Bereitstellung von Wärme in einem Temperaturbereich bis 100°C für Österreich erwiesen.
- Im Rahmen von PROMISE Application wurden hilfreiche Werkzeuge, wie ein Programm zur Auslegung von solaren Großanlagen und Vertragsvorlagen für Contractingmodelle entwickelt.

# Multifunktionale Fassadenelemente für thermisches Heizen und Kühlen

## Projektnummer: 825600

Koordinator	fibreC Austria GmbH
Partner	Bartl Hilber GmbH, Hilber GmbH
Website	www.rieder.at
Dauer	8.10.2009 – 31.12.2010
Budget in Euro	438.415,-

## Kontakt

Wolfgang Rieder  
Geschäftsführer  
fibreC Austria GmbH  
wolfgang@rieder.at

„Wir wollen Standards neu setzen und bewusst Regeln brechen! Unser Anliegen ist, den ArchitektInnen und BauherrInnen eine intelligente Fassade zu bieten, angereichert mit einem System zur Energiegewinnung, ohne Einschränkung in Hinsicht Ästhetik und Gestaltungsfreiheit – inklusive wirtschaftlicher Rentabilität.“

Wolfgang Rieder, Projektleiter

## Die intelligente, architektonisch und technisch anspruchsvolle Kombination von Energiegewinnung und Gebäudehülle

Ausgangspunkt des Projektes war die Idee, energetisch optimierte Bauelemente zu schaffen, die bereits in der Vorfertigung mit einer Vorrichtung zur thermischen Energiegewinnung versehen sind. Motiviert durch die Tatsache, dass am Markt bisher kaum kombinierte Bauteile angeboten werden, sondern vielmehr Einzelemente, die auf der Baustelle erst zusammengefügt werden müssen, wurden in einer ersten Versuchsreihe Photovoltaik-Module in Betonbauteilen integriert.

Zentral dabei war, dass eine Lösung für die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien geschaffen wird, die gleichzeitig architektonisch ansprechend ist und dadurch zu einer höheren Akzeptanz bei ArchitektInnen, PlanerInnen und BauherrInnen führt.

Die nachträgliche energetische Optimierung von Gebäuden im Fassadenbereich ist mit aufwendigen Unter- oder Rahmenkonstruktionen und zusätzlichem Bauaufwand verbunden. Das Projekt adressiert somit die Entwicklung standardisierter, vorgefertigter und multifunktionaler Bauelemente als Verbundsystem von modularen Gebäudehüllen mit integrierter Energiegewinnung. Die Betonelemente sollen als vorgefertigtes Produkt verkauft werden unter der

Berücksichtigung der gestalterischen Freiheit, planerischen Akzeptanz und der Gesamtwirtschaftlichkeit.

## Integration von Photovoltaik-Modulen in die Fassadenplatten

Erstes Projektziel war die Erforschung und Entwicklung eines energetisch optimierten Gesamtsystems von Fassadenelementen aus Glasfaserbetonfertigteilen zur intelligenten Integration von Photovoltaik bereits in der Vorfertigung. Diese Zielsetzung erfordert die Entwicklung multifunktionaler Fassadenelemente durch Integration existenter Photovoltaik-Technologien direkt in dünnwandige Glasfaserbetonelemente. Es galt, technische Lösungsvorschläge für eine brauchbare Verbindungs- und Befestigungstechnologie zu finden.

Das Projekt basierte auf experimenteller Entwicklung im Bereich der Materialtechnologie und Systemintegration. Die durchgeführten Arbeiten bezogen sich vor allem auf die Entwicklung einer Konstruktion mit geeigneten Verbindungselementen und dem Erforschen eines möglichen Produktionsprozesses (Zusammenfügen der Komponenten). Für die Verbindungstechnologie existenter Photovoltaik-Elemente mit Glasfaserbetonplatten wurden mehrere metho-

dische Vorgehensweisen, wie Warmlaminationen, Kaltaminationen, Haft-Zug-Versuche, Verklebungsversuche mit Dünnschichtmodulen etc. versucht. Zusätzlich wurden die Versuche durch zahlreiche Funktionsanalysen und Testreihen evaluiert.

Dabei gelangte man zu dem Ergebnis, dass eine herkömmliche Warm- oder Kaltlamination ohne eine aufwändige Vorbehandlung der Platten nicht möglich ist. Da die zusätzliche Vorbehandlung der Platte zwar technisch möglich ist, allerdings auf Kosten der Gesamtwirtschaftlichkeit geht, wurde diese Variante nicht weiter verfolgt. Bei der Anwendung eines Silikons als Verbindungsmittel zwischen der Betonplatte und der Photovoltaik-Glasplatte kam es zu Problemen bei der anschließenden Prüfung im Klimaschrank und beim UV-Test. Die Verklebungsversuche mit Epoxydharz sowie die Verklebungsversuche der Dünnschichtmodule brachten optisch ansprechende Ergebnisse. Es folgen weitere Testverfahren (Klimakammer, UV-Tests) zur weiteren Bewertung dieses Verfahrens. Bei weiteren positiven Testergebnissen kann diese Methode zur wirtschaftlichen Herstellung von vorgefertigten, optisch ansprechenden Fassadenelemente mit Photovoltaik-Modulen Marktreife erlangen.

### Ausblick

Da auch eine optisch ansprechende Integration von Solar- oder Photovoltaikmodulen an der Fassade zu einer bedingten ästhetischen Einschränkung bei ArchitektInnen und PlanerInnen führt, werden derzeit weitere Versuche zur thermischen Fassadenaktivierung durchgeführt, wie z. B. die unsichtbare

Integration eines Kapillarrohrsystem in eine nur 13 mm dünne Fassadenplatte. In einem industriellen Fertigungsprozess wird das Schlauchsystem an der Plattenrückseite befestigt, um auf der Frontseite nicht sichtbar zu sein. Die einbetonierte Kapillarrohrmatte ist mit einem Kühl- und Heizsystem verbunden und bietet dadurch eine energetische Fassadenlösung bei absoluter architektonischer Gestaltungsfreiheit. Sie bietet die Möglichkeit der Bauteilaktivierung und damit die Nutzung von Umweltenergie. Dabei wird die Umweltwärme zum Heizen und Kühlen genützt, indem sie durch eine Wärmepumpe oder einen Wärmetauscher in nutzbare Energie umgewandelt wird. Je nach Anforderung und Gebäudegröße wird nur ein Teil der Fassade thermisch aktiviert, der das gesamte Bauwerk heizen bzw. kühlen kann.

### Drei Gründe für das Projekt

- Derzeit ist keine energetische Fassadenlösung am Markt verfügbar, die gleichzeitig wirtschaftlich ist und keine optische Beeinträchtigung für ArchitektInnen und PlanerInnen darstellt.
- Nutzung erneuerbarer Energien, wie Solar-energie, Erd- und Umweltwärme ist die Zukunft der Energieversorgung.
- Intelligente und multifunktionale Gebäudehülle anstatt von Fassadenplatten als dekoratives Schutzschild.

**Projektnummer: 815747**

Koordinator	S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design m.b.H.
Partner	Cerebra, Technische Universität Graz, Universität Kassel, Schneid GmbH
Website	www.ip-solar.at
Dauer	1. 4. 2008 – 31. 12. 2011
Budget in Euro	365.000,-
Ausschreibung	Energie der Zukunft, 1. Ausschreibung

**Kontakt**

Bernhard Gerardts  
Projektmanager  
b.gerardts@solid.at

„IP-Solar entwickelt die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für den Prototypen eines Systems zur automatischen Fehlerbenachrichtigung, Betriebskontrolle und Qualitätssicherung von thermischen Solaranlagen. AnwenderInnen erhalten auf einer Internet-Plattform aktuelle und historische Anlagenauswertungen!“

Bernhard Gerardts, Projektleiter

## Überblick und Ziele

Der Bereich thermischer Groß-Solaranlagen (GSA) wird zurzeit nicht optimal genutzt. Neben enormen offenen Potenzialen in der Marktumsetzung ist die Situation bei bestehenden Anlagen nicht zufriedenstellend: Die Praxis zeigt, dass die Energieerträge vieler GSA deutlich unter den Erwartungen liegen.

Nur durch eine laufende Messdatenauswertung, Betriebskontrolle und Ertragsüberwachung können dauerhaft hohe Solarerträge erzielt werden. Wenn überhaupt, werden solche Auswertungen derzeit nur durch geschultes Fachpersonal mit hohem zeitlichem und personellem Aufwand durchgeführt. Daher werden Auswertungen häufig eingespart, Anlagenfehler bleiben lange Zeit unentdeckt, es entsteht wirtschaftlicher Schaden zugleich sinkt das Vertrauen in Solarfirmen- und technik.

Aus den genannten Gründen hat sich das Projekt IP-Solar zum Ziel gesetzt, die Auswertung und Betriebskontrolle von solargestützten Energieversorgungssystemen zu standardisieren und zu automatisieren. Das garantiert einen hohen qualitativen Standard im Anlagenbetrieb bei niedrigen laufenden Kosten.

IP-Solar entwickelt wissenschaftlich die technischen Grundlagen für einen Software-Prototyp. Der Hauptteil der Arbeit besteht in der Entwicklung

vollautomatischer Auswerte- und Diagnose-Verfahren.

IP-Solar kann viele gängige Typen von GSA überprüfen. IP-Solar betrachtet nicht nur den Solarkreis, sondern die gesamte Energieversorgungsanlage, es werden auch Nachheizung, Warmwasserbereitung oder das Verteilnetz analysiert.

Durch den webbasierten Aufbau ist die IP-Solar Software für KundInnen einfach zu bedienen und wartungsfrei. Alle Informationen und Anlagenauswertungen stehen damit an jedem PC mit Internetzugang zur Verfügung. Durch diesen Ansatz kann die Software weltweit angeboten werden; internationales Interesse ist bereits vorhanden.

## Details und Ergebnisse

Im Rahmen umfangreicher Marktanalysen zu bestehenden GSA konnte ein modularer Aufbau gefunden werden, mit dem zahlreiche marktübliche Systemtypen von GSA abgebildet werden können. Die Messdatenerfassung wurde so konzipiert, dass IP-Solar mit verschiedensten KundInnensystemen zusammenarbeiten kann. Die messtechnischen Anforderungen sind sehr gering, und IP-Solar passt sich automatisch an vorhandene Messkonzepte an.

Die Diagnose und Auswertung der solaren Energieversorgungsanlagen beruht auf langjährigen Erfahrungen der ProjektpartnerInnen, die sowohl aus dem praktischen Anlagenbetrieb als auch aus dem universitären Bereich kommen. Anhand bewährter Methoden aus der Industrie werden Anlagenfehler sowie deren Zusammenhänge und Ursachen systematisch erfasst und analysiert. Anschließend werden eigene computerbasierte Verfahren und Algorithmen zur Anlagendiagnose entwickelt, die standardisierte Kennzahlen berechnen und Funktionsfehler erkennen.

Das modulare Ablaufschema von IP-Solar ist flexibel und kann individuell an die Anforderungen einer GSA angepasst werden. Auf der IP-Solar Internet-Plattform können KundInnen persönliche Einstellungen verändern und die grafische Ergebnisdarstellung anpassen. Alle Kennzahlen und Anlagendaten sind für Detailanalysen aufbereitet und können auch gedruckt oder heruntergeladen werden. Durch gezielte Benachrichtigung im Fehlerfall (SMS, Email) bewirkt IP-Solar deutlich höhere Zuverlässigkeit im Betrieb von GSA. Die beschriebene Vorgangsweise wird im Projekt anhand von drei Pilotanlagen getestet, je eine vom Typ „Brauchwasserbereitung“, „2-Leiter-Netz“ und „Fernwärmeeinspeisung“.

### **Nutzen durch IP-Solar**

IP-Solar überwacht nicht nur die GSA, auch hinsichtlich Service und Wartungskosten gibt es Vorteile: Wartungsmaßnahmen können frühzeitig geplant und gezielt getroffen werden. Der Einsatz von IP-Solar reduziert die laufenden Kosten und ermöglicht einen einfachen zwischen verschiedenen GSA. Ein weiterer Vorteil ist die nachvollziehbare Dokumentation des

Anlagenverhaltens, die durch die langfristige Speicherung von Anlagendaten und Ergebnissen in einer zentralen Datenbank möglich ist.

Dauerhaft höhere und kontrollierte Solarerträge bewirken ein geringeres Betriebsrisiko, optimierte Wirtschaftlichkeit und maximale Einsparung an fossilen Brennstoffen. Diese Faktoren tragen zu einem verbesserten Stellenwert von Solaranlagen in der Öffentlichkeit und zur weiteren Verbreitung der Technologie bei. Für öffentliche Institutionen wie etwa FördergeberInnen bietet IP-Solar neben einer Anlagenübersicht auch Unterstützung für den gezielten bzw. ertragsbezogenen Einsatz von Fördermitteln. Die Weiterentwicklung von IP-Solar in einem Folgeprojekt wird vorbereitet.

### **Drei Gründe für das Projekt**

- IP-Solar analysiert die verfügbaren Messdaten einer Solaranlage. Auch Pufferkreis, Nachheizung, Brauchwasserbereitung etc. werden analysiert!
- IP-Solar überwacht den Betrieb laufend und automatisiert und erkennt Funktionsfehler sehr detailliert (z. B. „Wärmetauscher Brauchwasser verkalkt“)
- IP-Solar sendet im Fehlerfall automatisch eine Benachrichtigung an den AnlagenbetreiberInnen (SMS, E-Mail). Damit können Wartungsmaßnahmen frühzeitig geplant werden.

# Wir bauen auf die Energie der Sonne – für die Zukunft Österreichs

Obwohl Österreich zwischen 46 und 49 Grad nördlich des Äquators liegt, sind wir immer noch mit mehr als ausreichend Sonneneinstrahlung gesegnet. Ein Umstand, der uns geradezu einlädt, diese unerschöpfliche Energiequelle zu erschließen. Ein Land, das mit Wasserkraft verwöhnt ist, das sich schon früh gegen die Nutzung der im Ernstfall nicht beherrschbaren Atomenergie verschrieben hat, greift nun nach dem Stern, dessen Energie der Motor allen Lebens auf unserer Erde ist. Eine Ressource, die, weil tagsüber von überall unter freiem Himmel anzapfbar, sich förmlich aufdrängt, geerntet zu werden. Der Ausbau von Solarthermie und Photovoltaik bringt Österreich klaren Mehrwert: neben der Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und einem wichtigen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaziele werden hochqualifizierte Green Jobs geschaffen und die Wirtschaft angekurbelt.

## Solare Großanlagen für die Energiewende

Thermische Energie macht einen wesentlichen Anteil des gesamten weltweiten Energiebedarfs aus. In Europa ist der Endenergiebedarf für Heizen und Kühlen (49 %) höher als für Elektrizität (20 %) oder Transport (31 %) (EREC, 2006).

Entsprechend einer Studie, die im Auftrag der European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) erstellt wurde, hat die Solarthermie langfristig das Potenzial, in Österreich 40 % des Niedertemperaturwärmeverbrauchs zu decken (Weiss und Biermayr, 2009).

In Europa weist Deutschland – in absoluten Zahlen betrachtet – den weitaus größten Solarthermiemarkt auf, gefolgt von Österreich, Griechenland, Frankreich, Italien und Spanien. Diese Reihenfolge ändert sich jedoch, wenn das Marktvolumen auf die EinwohnerInnenzahl bezogen wird.

Bei dieser Betrachtungsweise ist Zypern mit einer installierten solarthermischen Leistung von 527 kWth pro 1000 EinwohnerInnen (Basis 2009) an erster Stelle vor Österreich. Österreich liegt jedoch mit über 285 kWth pro 1000 EinwohnerInnen um mehr als sechsfach über dem europäischen Durchschnitt; und 10 bis 40-fach vor den meisten anderen Ländern, einschließlich denen mit hohem Potenzial wie Italien, Spanien und Frankreich. Durch diesen sehr guten Heimmarkt ist es in den vergangenen 10 Jahren auch gelungen, eine starke exportorientierte Solarindustrie aufzubauen. So wurden beispielsweise im Jahr 2008 rund 80 % der in Österreich gefertigten Sonnenkollektoren exportiert.

Wenn Österreich seine Technologieführerschaft, die es gemeinsam mit Deutschland auf europäischer Ebene hat, halten bzw. weiter ausbauen möchte, dann müssen existierende Komponenten und Systeme sukzessive weiterentwickelt werden und die Chancen für grundlegend neue Entwicklungen bei der Umwandlung der Solarstrahlung in Wärme sowie bei der Speicherung genutzt werden. Neben der material- und Komponentenentwicklung kommt auch der Systemtechnik eine zentrale Bedeutung zu.

**Der Klima- und Energiefonds hat im Jahr 2010 das Förderprogramm „Solarthermie – solare Großanlagen“ gestartet, um vermehrt große Anlagen in Österreich umzusetzen. Damit wurde der österreichischen Industrie die Möglichkeit gegeben, Erfahrungen in diesem Zukunftsmarkt zu sammeln. Bisher wurden 90 Projekte im Umfang von 11 Mio. Euro (vom Präsidium genehmigt) gefördert.**

## Zukunftsbranche Photovoltaik

Die direkte Umsetzung der unerschöpflichen wie kostenlosen Sonnenenergie in elektrische Energie ist die wohl zukunftsweisendste Methode der Energieversorgung. Sie macht Haushalte, Betriebe, ja ganze Regionen unabhängiger von zentralen Strukturen. Und auch wenn die ökonomischen Rahmenbedingungen dieser Technologie kurzfristig noch nicht die gewohnten Renditen erwarten lassen, so geht die Entwicklung unaufhaltsam und schnellen Schrittes in die gewünschte Richtung. ExpertInnen erwarten schon in den nächsten Jahren eine Ausgeglichenheit zwischen den Stromkosten aus privaten Photovoltaikanlagen und denen aus dem öffentlichen Netz.

## Ihre Ansprechpartner für strategische Förderberatung:

### Photovoltaik-Förderaktion

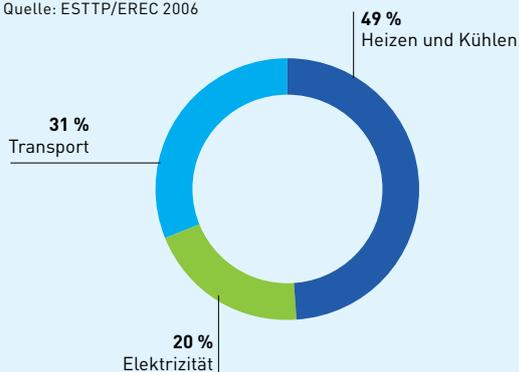
Stefan Reininger  
stefan.reininger@klimafonds.gv.at  
Tel (+43 1) 585 03 90-30

### Solarthermie - Solare Großanlagen

Gernot Wörther  
gernot.woerther@klimafonds.gv.at  
Tel (+43 1) 585 03 90-24

## Endenergiebedarf in der Europäischen Union,

Quelle: ESTTP/EREC 2006



Immer mehr ArchitektInnen beziehen die Photovoltaik in die Planung mit ein, die Gebäudeintegration von Photovoltaik wird immer öfter fixer Bestandteil der Architektur. Auf diese Weise bekommen bisher energetisch ungenützte Flächen wie Dach, Vordach, Fassade, Sonnenschutz, ja selbst Glasflächen zusätzlichen Wert. Bei geschicktem Spiel mit dem die Sonnenstrahlen absorbierenden Photovoltaik-Design entsteht eine neue ästhetische Facette effizienter Architektur. So betrachtet wird in diesen Jahren ein epochaler Wandel vom fossilen Zeitalter zum Zeitalter der Sonnenenergie erfolgreich eingeleitet, was auch aus kunsthistorischer Sicht von Bedeutung sein wird. Die österreichische Photovoltaikindustrie ist ebenso breit aufgestellt und beschäftigt sich mit der Herstellung von Modulen und Zellen, der Installation von Anlagen, dem Handel, der Wechselrichter- u. Nachführungssystemherstellung, mit Forschung und Entwicklung sowie weiteren Zusatzeinrichtungen und Komponenten.

**Der Klima- und Energiefonds unterstützt den Einsatz von klimaschonenden und umweltfreundlichen Stromerzeugungsanlagen und fördert die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen in privaten Haushalten. Bisher wurden im Rahmen der Photovoltaik Förderaktionen 14.400 Anlagen im Umfang von rund 85 Mio. Euro unterstützt.**



## Impressum

### **Medieninhaber:**

Klima- und Energiefonds  
Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien  
Tel: (+43 1) 585 03 90, Fax: (+43 1) 585 03 90-11  
E-Mail: [office@klimafonds.gv.at](mailto:office@klimafonds.gv.at)  
[www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

### **Für den Inhalt verantwortlich:**

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Weder der Klima- und Energiefonds noch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

### **Gestaltung:**

ZS communication + art GmbH, [www.z-s.at](http://www.z-s.at)

### **Verlags- und Herstellungsort:** Wien

Wir haben diese Broschüre mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und die Daten überprüft. Rundungs-, Satz- oder Druckfehler können wir dennoch nicht ausschließen.