

## Route 16.6

Flexible CIGS solar cells with efficiencies above 16% and costs below 0,6 Euro per Watt for bespoke Photovoltaic modules

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 3. Ausschreibung 2016	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.02.2017	<b>Projektende</b>	31.03.2019
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2019	<b>Projektlaufzeit</b>	26 Monate
<b>Keywords</b>	Photovoltaik,CIGS,		

### Projektbeschreibung

Flexibilität, geringes Gewicht, Designfreiheit, geringer Material- und Energieeinsatz, sowie die nahtlose Integration in Bauteile prädestinieren Dünnschichtsolarzellen für den Einsatz in der gebäude- und gerätintegrierten Photovoltaik.

Das österreichische Unternehmen Sunplugged entwickelt seit 2010 eine grundlegend neue, flexible Dünnschichtsolarzelle auf Basis von Kupfer-Indium-Gallium-Selen (CIGS)-Absorbern. Diese Solarzellen können „on-the-fly“ so verschaltet werden, dass dadurch unterschiedliche Geometrien und Modulspannungen sehr einfach realisiert werden können.

Schlüssel für den zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg sind neben dem weltweitem Alleinstellungsmerkmal, vor allem hohe Wirkungsgrade der Solarzelle selbst, sowie stabile und reproduzierbare Herstellprozesse bei denen die Kostenvorteile von Dünnschichttechnologien, wie geringe Materialverbräuche und endlose Rolle-zu-Rolle Fertigungsverfahren voll ausgeschöpft werden können.

Das Ziel des Projekts ist die Erforschung und Entwicklung neuer Materialien und Prozessinnovationen, welche eine Erhöhung des Wirkungsgrades von industriell herstellbaren flexiblen CIGS Solarzellen auf mindestens 16% erlauben. Dabei sollen auch Produktionskosten für fertig produzierte, individuell verschaltete Photovoltaikfolien (ohne Verkapselung) für die Geräte- und Bauwerksintegration von unter 0,6 Euro pro Wattpeak möglich sein.

Das Projekt umfasst folgende Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte:

Weiterentwicklung eines neuen kombinierten Beschichtungsprozesses (Hybrid-Prozess aus Verdampfung und Sputtering) zur Herstellung des CIGS-Absorbers.

Entwicklung einer integrierten Quelle zur Versorgung mit hochreaktivem Selen-Schwefel-Gas während des Kristallisationsprozesses.

Entwicklung von speziellen Sputter-Mischtargets für den Hybridprozess, die eine verbesserte Galliumverteilung und ein Handling der Sputtermaterialien ohne zusätzliche Prozesskühlung erlauben.

Optimierung der Grenzflächen zwischen Absorptions-, Puffer- und Frontkontaktschichten durch den Einsatz thermischer Nachbehandlung.

Entwicklung von Anti-Reflexionsschichten, welche auf die charakteristischen Eigenschaften der bedruckten und verschalteten CIGS-Solarzellen abgestimmt sind.

## **Abstract**

Due to their inherent properties such as flexibility, low weight, freedom of design, low energy and material consumption, and seamless integration thin-film solar modules are very well suited for Building and Device Integrated Photovoltaics (BIPV). This unique combination prompted the Austrian company Sunplugged to develop a proprietary copper-indium-gallium-selenide (CIGS) thin-film solar cell. These CIGS solar cells can be interconnected by an adjustable printing process so that flexible PV modules with varying geometries, and electrical properties can be produced "on-the-fly".

Besides this unique selling proposition, high efficiencies of the underlying flexible solar cell and robust production processes represent key issues for future commercial exploitation.

Starting from the state-of-the-art developed devices of the Austrian pilot production line for CIGS solar cells, this project aims at efficiency improvement of the CIGS cells, which is also associated with lower costs per Wattpeak. The main objective of the project is the improvement of the solar cell efficiency of flexible CIGS solar cells up to 16% which can be manufactured by roll-to-roll processes at industrial scale.

The project focuses on the CIGS absorber layer itself and the improvement of the interfaces between the absorption layer and the following transparent front layers (buffer and transparent front contact). For the production of CIGS a new hybrid technique is used, which is realized on industrial scale for the first time. Furthermore, the production costs of the complete interconnected photovoltaic foil (without encapsulation) could be reduced to below 60 Euro Cent per Wattpeak.

In order to do so, the following R+D tasks will be conducted:

Process optimization and tuning of each of the three sub-steps of CIGS hybrid deposition (sputtering and evaporation) and mutual adjustment

Development of an in-situ source for the supply of highly reactive selenium and sulphur

Development of special sputtering targets for the novel hybrid process in order to achieve better gallium grading and improved handling (no additional cooling during the processing)

Optimisation of the interfaces between absorption layer, buffer layer and transparent front contact by chemical activation as well as enhanced material combinations

Development of anti-reflective layers matching the properties of CIGS materials

All innovations will be experimentally reproduced in the existing pilot production and accompanied by the characterization and evaluation of aspects such as, industrial implementation and costs.

## **Projektkoordinator**

- Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH

## **Projektpartner**

- Universität Innsbruck
- RHP-Technology GmbH
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)