

## FlexEncaps

Erprobung einer flexiblen, schichtbasierten Einkapselungsmethode für Dünnschicht-Photovoltaik-Module

|                                 |  |                        |            |
|---------------------------------|--|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2023 | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.09.2024   | <b>Projektende</b>     | 31.12.2025 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2024 - 2025  | <b>Projektlaufzeit</b> | 16 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Dünnschicht PV, Flexibel, wetterfeste Einkapselung                             |                        |            |

### Projektbeschreibung

Flexible Dünnschichtphotovoltaik-Module haben großes Potenzial im Bereich der integrierten Photovoltaik in den Markt einzutreten. Aktuell sind flexible, wetterfeste Verkapselungen einer der größten preistreibenden Faktoren. Zusätzlich schränken die aktuell verwendeten Laminationsprozesse das große Potenzial von Dünnschicht-PV hinsichtlich Flexibilität, Gewicht und Bauteilstärke stark ein.

Im Sondierungsprojekt FlexEncaps soll eine neue, innovative und wirtschaftliche Einkapselung für flexible PV-Module evaluiert werden. Diese basiert auf einem Mehrschichtsystem bestehend aus einer Planarisierungsschicht, Barrierschichten und einer mechanischen Schutzschicht. Insbesondere soll im Projekt die Verwendung anorganischer SiO<sub>x</sub> oder AlO<sub>x</sub>-Barrierschichten evaluiert werden, welche eine sehr gute Wasserdampfbarriere versprechen.

Der PV-Hersteller Sunplugged schließt sich dazu mit dem Beschichtungsexperten INO GmbH zusammen, der einen atmosphärischen Plasma-CVD-Prozess zur Abscheidung von SiO<sub>x</sub> entwickelt hat, welcher einerseits eine kostengünstige Produktion als auch eine einfache Integration in die bestehende R2R-Produktionsanlage erlaubt.

Das Sondierungsprojekt soll bei positiver Evaluation als Basis für ein weiteres F&E&I-Projekt und die Entwicklung einer entsprechenden wetterfesten Einkapselung für flexible PV-Module dienen. Mit der Entwicklung einer solchen Schicht könnte eine deutliche Kosten- und Gewichtsreduktion erzielt werden und ein sehr flexibles, maßgeschneidertes Produkt auf den Markt kommen, welches hohe ästhetische Anforderungen erfüllen kann. Zusätzlich ist der vorgeschlagene Einkapselungsprozess durch die geringe Einkapselungsdicke und die Verwendung nachhaltiger Materialien deutlich umweltfreundlicher als herkömmliche Einkapselungsmethoden und führt zur Vermeidung von (teilweise Fluor-haltigen) Kunststoffen.

### Abstract

Flexible thin-film photovoltaic modules have great potential to enter the market in the field of integrated photovoltaics. Currently, flexible, weather-resistant encapsulations are one of the biggest cost-driving factors. Additionally, the lamination processes currently used severely limit the great potential of thin-film PV in terms of flexibility, weight, and component thickness.

In the exploratory project FlexEncaps, a new, innovative, and economical encapsulation for flexible PV modules is to be

evaluated. This is based on a multilayer system consisting of a planarization layer, barrier layers, and a mechanical protective layer. In particular, the project aims to evaluate the use of inorganic SiO<sub>x</sub> or AlO<sub>x</sub> barrier layers, which promise very good water vapor barrier properties.

The PV manufacturer Sunplugged is teaming up with the coating expert INO GmbH, which has developed an atmospheric plasma CVD process for depositing SiO<sub>x</sub>, which allows cost-effective production as well as easy integration into Sunplugged's existing roll-to-roll production line.

In case of a positive outcome of the project, it will serve as the basis for a follow-up R&D project and the development of a corresponding weather-resistant encapsulation for flexible PV modules. The development of such a coating could result in a significant reduction in cost and weight and lead to a highly flexible, customized product that can meet high aesthetic requirements. Additionally, the proposed encapsulation process is significantly more environmentally friendly than conventional encapsulation methods due to the low encapsulation thickness and the use of sustainable materials, allowing the avoidance of (partially fluorine-containing) plastics.

## **Endberichtkurzfassung**

Es konnten erfolgreich PV-Module von SUN mit der im Projekt entwickelten Multi-Barriereeschicht bestehend aus Planarisierungsschicht und Barriereeschicht beschichtet werden. Es wurden 7 unterschiedliche Barriereeschichten miteinander verglichen, wobei ein System von OrmoClearFX die besten Ergebnisse zeigte. Weiters wurden die Parameter der Barriereeschicht variiert und optimiert. Durch eine NAchoxidation der Barriereeschicht konnte die Lebensdauer der PV-Module im Klimakammertest nochal signifikant (um 150%) erhöht werden. Insgesamt konnte die Lebensdauer der PV-Module während der Projektlaufzeit von wenigen (ca. 10 h) Stunden auf 186 Stunden erhöht werden.

Das Potenzial der Weiterentwicklung der Multi-Layer-Barriereeschicht über die Dauer des Sondierungsprojekts hinaus wurde als sehr hoch eingestuft. Deshalb wurden von Konsortium bei unterschiedlichen Fördergebern weiterführende Projektanträge eingereicht.

## **Projektkoordinator**

- Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH

## **Projektpartner**

- INO GmbH