

## PV RE<sup>2</sup>

Sustainable Photovoltaics

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 4. Ausschreibung 2017	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2018	<b>Projektende</b>	31.12.2021
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2021	<b>Projektlaufzeit</b>	39 Monate
<b>Keywords</b>	Sustainable photovoltaics; recycling of PV; repair of PV modules		

### Projektbeschreibung

Nachhaltige Prozesse sind von entscheidender Bedeutung sowohl für aktuelle als auch für zukünftige Technologien, insbesondere in der Nutzung natürlicher Ressourcen aber auch für das End-of-Life (EoL) Management. Obwohl es sich bei der Photovoltaik (PV) um eine nachhaltige Art der Energiegewinnung auf Basis von erneuerbaren Quellen handelt spielt die Nachhaltigkeit in der PV-Modultechnologie eine untergeordnete Rolle. Das Ziel des Projekts PVRe<sup>2</sup> ist die Steigerung der Nachhaltigkeit der Stromerzeugung aus der Photovoltaik durch (i) Optimierung der Recyclingprozesse von PV Modulen, (ii) Erhöhung der Recyclingfähigkeit und Verringerung der Umweltbelastung durch PV Module, und (iii) Entwicklung von Konzepten zur Reparatur von beschädigten PV Modulen im Feld. Zusätzlich sollen die technologischen Entwicklungen in Bezug auf ihre wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkung bewertet werden. Das Konsortium umfasst fünf Industriepartner und vier Forschungseinrichtungen, die Kompetenzen entlang der gesamten PV-Wertschöpfungskette von der Herstellung der Materialien, Komponenten und PV Modulen über Betrieb von PV Systemen und Anwendungen bis hin zu Recycling und Abfallbehandlung abdecken.

Da bis zu diesem Zeitpunkt nur moderate Abfallmengen angefallen sind, gibt es derzeit kaum wirtschaftliche Anreize zur Errichtung von speziellen Recyclinganlagen. Daher werden defekte PV üblicherweise in herkömmlichen Recyclinganlagen mit allgemeinen Technologien aufbereitet (Glas; Elektronikschrott). Im Zuge des Projekts PVRe<sup>2</sup> sollen die chemischen, physikalischen und mechanischen Grundlagen zur Entwicklung eines Recyclingprozesses basierend auf der schichtweisen Auftrennung der einzelnen Komponenten eines PV Moduls ausgelotet und erforscht werden. Ziel ist, damit die Recyclingquote zu erhöhen und dabei die Funktionalität und Reinheit der Materialien zu erhalten. Ein wichtiger Aspekt ist die Etablierung von geeigneten Messsystemen, die eine automatisierte Identifikation der Materialzusammensetzung der einzelnen Module erlauben. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung von kostengünstigen, nachhaltigen PV Modulen durch (i) ein recyclinggerechtes Design basierend auf z.B. leicht zu lösenden Klebeverbindungen und thermoplastischen Materialien, (ii) Verringerung der Umweltbelastung durch Reduktion oder Vermeidung von toxischen Materialien und Gefahrenstoffen und (iii) den Einsatz innovativer Materialien mit hoher Zuverlässigkeit, Reparaturfähigkeit und Wiederverwertbarkeit. Des Weiteren verfolgt PVRe<sup>2</sup> das Ziel, Strategien für die Reparatur von PV Modulen zu entwickeln. Der Fokus wird hier auf die Reparatur von defekten elektronischen Komponenten und gerissenen Backsheets gelegt. Zu den größten Herausforderungen dabei zählen die Wiederherstellung der elektrischen Isolationseigenschaften aber auch Stopp bzw. Verzögerung der

Moduldegradation. Die Reparatur der defekten Module sollte möglichst einfach und am Feld durchführbar sein, damit diese Option wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem Austausch der schadhafte Module bringt. Zusammen mit den technischen Zielen wird eine kontinuierliche Beurteilung der wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen der vorgeschlagenen und untersuchten Konzepte durchgeführt, welche alle im Prozess entwickelten Prozesse, Materialien und Modulkonzepte umfasst.

## **Abstract**

Sustainability is a key factor for all future technologies, especially in the use of natural resources, but also regarding End-of-Life (EoL) management. Even though photovoltaics (PV) represent a renewable way of energy generation, sustainability in respect of composition and production of PV-modules does not play a major role in today's PV technologies. However, within the last year, activities for improved Eco-design of PV-panels started to arise, paired with an increased awareness of all stakeholders towards environmental safety.

With PVRe<sup>2</sup>, the consortium wants to increase the sustainability of electricity generation from photovoltaics by (i) improving PV module recycling processes, (ii) increasing the reusability and reducing the environmental impact of PV modules and (iii) initiating PV module repair concepts in the field. In addition and to complement the technical material- and process development, the economic and environmental impact of the developed concepts will be assessed. The consortium groups five complementary industry partners and four specialized research institutions and covers the whole PV-value chain from materials, components and PV module manufacturing over operational services to recycling and waste treatment.

(1) So far, only low PV waste quantities accumulate leading to a situation lacking of economic incentives to build up dedicated PV panel recycling plants. Thus, EoL and defective PV panels are nowadays typically processed in general recycling plants as common glass and/or electronic waste. Regarding recycling technologies, PVRe<sup>2</sup> will explore and research the chemical, physical and mechanical fundamentals for process development of a technology based on layer-by-layer component. The aim is, to improve the recycling rate by efficient separation of the individual components and materials while preserving (part) of their functionality and material purity. Another important aspect is the establishment of tools for the automated identification of the material composition of delivered modules in order to enable a suitable recycling and waste treatment process.

(2) The second main objective is the development of cost-effective, sustainable PV modules which will be achieved via (i) recycling-friendly design based on e.g. detachable joints and thermoplastic materials, (ii) reduced environmental impact through reduction or removal of toxic or hazardous materials and (iii) the use of innovative materials (high reliability, reparability, recyclability).

(3) Beyond recycling technologies and sustainable PV modules PVRe<sup>2</sup> pursues possibilities to on-site repair of PV modules showing failures within the first years after installation (infant and midlife failures) and/or after singular heavy environmental impact. The principal focus will be given to repair of framings, electrical components and cracked backsheets. The main challenges include (i) the restoration of electrical safety and the permeation barrier properties, (ii) stopping or slowing down module degradation and (iii) allow for easy on-site application in order to make the repair option economically attractive compared to panel replacement.

Along with these technical objectives a continuous assessment of the economic as well as the environmental impact of the explored and proposed concepts will be performed. This includes all processes, materials and module designs developed within the project.

## **Projektkoordinator**

- Polymer Competence Center Leoben GmbH

## **Projektpartner**

- Borealis AG
- VDE Renewables GmbH
- Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, kurz Österreichisches Forschungsinstitut, abgekürzt OFI
- ENcome Energy Performance GmbH
- Sonnenkraft Energy GmbH
- Peter Seppel Gesellschaft m.b.H.
- Montanuniversität Leoben