

## FILD-PV

Farbe in die Photovoltaik - Innovative Lösungen für PV in Denkmal- und Landschaftsschutzzonen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.10.2024	<b>Projektende</b>	30.09.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Bauwerksintegrierte Photovoltaik, Farbige PV, Zuverlässigkeit; Farbangepasste PV		

### Projektbeschreibung

In der Photovoltaik liegen aktuelle Forschungsschwerpunkte bei der Wirkungsgradsteigerung der Zelle, der Verlängerung der Lebenszeit und der Optimierung für vielfältigere Einsatzbereiche. Bei der Integration von PV in die gebaute (Bauwerke, Infrastruktur) und geschützte Umgebung (Landschafts- bzw. Denkmalschutz), spielt auch die ästhetische Gestaltung der PV-Anlagen eine wichtige Rolle, um die Akzeptanz bei Architekten, Bauherren, Behörden und vor allem der Öffentlichkeit zu erhöhen.

Durch die Entwicklung von ästhetisch ansprechenden PV-Anlagen mit farblich angepassten/gestalteten Modulen, lassen sich PV-Systeme harmonisch in Bauwerke auch in Bereichen installieren, in denen erhöhter Ortsbild-, Denkmal- oder Landschaftsschutz gilt.

Eine der größten Herausforderungen bei farbigen PV-Modulen ist der durch die farbgebenden Schichten herbeigeführte Leistungsverlust ( $\equiv$  geringere Effizienz). Dies liegt daran, dass die verwendeten Farbstoffe oder Beschichtungen einen Teil des Sonnenlichts absorbieren und somit dieser Anteil nicht mehr für die Stromerzeugung in der Zelle zur Verfügung steht.

Daher liegen die Schwerpunkte des beantragten Forschungsvorhabens bei

- der Erarbeitung eines umfassenden Verständnisses der Vor- und Nachteile der State-of-the-Art farbgebenden PV-Materialien/Komponenten in Bezug auf
  - die physikalischen Farbgebungsprozesse und erwartbare Leistungseinbußen (Messung und Simulation)
  - den Einfluss auf das (winkelabhängige) Erscheinungsbild (Farbton und Farbsättigung)
  - die Kombinierbarkeit farbgebender Komponenten mit anderen Modulmaterialien.
- der Implementierung von Modellen zur akkuraten Vorhersage des Erscheinungsbilds sowie der erwartbaren Modulleistung basierend auf den optischen Eigenschaften der individuellen Modulkomponenten und der Ableitung von optimierten Modul-Designs, die hohe Effizienz bei ansprechender Ästhetik vereinen.
- der Materialentwicklung von Interferenz-pigmentierten Einkapselungsfolien in Richtung Peroxid-vernetzender Matrixsysteme und der systematischen Aufklärung von Polymermatrix-Pigment-Interaktion.

Ein weiteres, bisher wenig beachtetes Problem liegt in der Langzeitstabilität der zahlreichen, in jüngster Zeit neu am Markt angebotenen farbigen PV-Komponenten. Unter Stresseinwirkung durch Witterung (wie z.B. Temperatur, Feuchte, UV-

Strahlung, elektrisches Feld/Ladung) und durch den direkten Kontakt mit verschiedenen Materialien im PV-Modulverbund kann es langfristig zu Änderungen in Farbton, Helligkeit, Homogenität oder Haftung kommen, was die Ästhetik der PV-Installation stark beeinträchtigt.

Daher muss das Alterungsverhalten und die Langzeitstabilität von PV-Modulen mit verbauten farbigen Komponenten untersucht und die Materialwechselwirkungen in beschleunigten und natürlichen Expositionstests erforscht werden.

Das Konsortium aus 3 wissenschaftlichen und 3 Unternehmens-Partnern wird unterstützt (durch LOIs) von TPPV, Stadt Wien und Graz, Ortsbildkommission STMK und Weltkulturerberegion Wachau, die an den 2 Stakeholder-Workshops teilnehmen um gemeinsam das Anforderungsprofil und die Randbedingungen für den Einsatz von PV in den Schutzzonen zu erarbeiten.

Die Entwicklung von farbigen Solarmodulen mit hoher Effizienz, guter Langzeitstabilität und konstantem ästhetischen Erscheinungsbild - optimiert für den Einsatz in Denkmal- und Landschaftsschutzzonen sowie urbanen Umgebungen - ist von großer Bedeutung zur Erreichung der Klimaziele und stellt eines das zentrale Ziel des Projektes dar.

## **Abstract**

In photovoltaics, current research focuses on increasing the efficiency of the cell, extending the service life and optimizing it for a wide range of applications. When integrating PV into the built (structures, infrastructure) and protected environment (landscape or monument protection), the aesthetic design of the PV systems also plays an important role in ensuring acceptance by architects, builders, authorities and, above all, the publicity.

By developing aesthetically appealing PV systems with color-matched/designed modules, PV systems can be installed harmoniously in buildings, even in areas where increased townscape, monument or landscape protection applies.

One of the biggest challenges with colored PV modules is the loss of power ( $\equiv$  lower efficiency) caused by the coloring layers. This is because the dyes or coatings used absorb some of the sunlight, meaning that this portion is no longer available to generate electricity in the cell.

Therefore, the main focus of the proposed research project is:

- Developing a comprehensive understanding of the advantages and disadvantages of state-of-the-art color PV materials/components
  - the physical coloring processes and expected performance losses (measurement and simulation)
  - the influence on the (angle-dependent) appearance (color tone and color saturation)
  - the ability to combine color components with other module materials.
- the implementation of models to accurately predict the appearance and expected module performance based on the optical properties of the individual module components and the derivation of optimized module designs that combine high efficiency with attractive aesthetics.
- the material development of interference-pigmented encapsulation films towards peroxide-crosslinking matrix systems and the systematic elucidation of polymer matrix-pigment interaction.

Another problem that has received little attention so far is the long-term stability and reliability of the numerous colored PV components that have recently been offered on the market. Under the influence of stress caused by weather (such as temperature, humidity, UV radiation, electric field/charge) and through direct contact with various materials in the PV module composite, long-term changes in color tone, brightness, homogeneity or adhesion can occur, which affects the aesthetics the PV installation is severely affected.

Therefore, the aging behavior and long-term stability of PV modules with installed colored components must be investigated

and the material interactions must be researched in accelerated and natural exposure tests.

The consortium of 3 scientific and 3 corporate partners is supported (through LOIs) by TPPV, the cities of Vienna and Graz, the townscape commission STMK and the Wachau World Heritage Region, which are taking part in the 2 stakeholder workshops to jointly develop the requirements profile and the boundary conditions for the use of PV in the protection zones. The development of colored solar modules with high efficiency, good long-term stability and a constant aesthetic appearance - optimized for use in monument and landscape protection zones as well as urban environments - is of great importance in achieving the climate goals and represents one of the central goals of the project.

### **Projektkoordinator**

- Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, kurz Österreichisches Forschungsinstitut, abgekürzt OFI

### **Projektpartner**

- Technical University of Denmark
- Schnetzinger Karl Josef Johann
- Lenzing Plastics GmbH & Co KG
- Universität Linz
- Sonnenkraft Energy GmbH