

SOPHIE

Spektrum-optimierte Photochemie zur Erweiterung von PVT bzw. PV-PEC Systemen für intelligente Energieproduktion

Programm / Ausschreibung	EW 24/26, EW 24/26, Energieforschung 2024 FTI - Fokusinitiativen	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	31.12.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Multi-Produkt Kollektoren, Spektral Splitting, PV, PEC, ST, Wärmemanagement, Wasserstoff		

Projektbeschreibung

Der Bedarf an grünem Wasserstoff, der heute bei weniger als 1 Mt/a liegt, soll bis 2050 auf bis zu 400 Mt/a steigen (IEA Net Zero Scenario). Um diesen Bedarf an grünen Treibstoffen und künftig auch Chemikalien zu decken, sind breit verfügbare Rohstoffe erforderlich. Die direkte Nutzung von Sonnenlicht in photochemischen Prozessen, um aus Wasser (einschließlich Abwasser) Wasserstoff, Treibstoffe und Chemikalien zu erzeugen, kann eine Schlüsseltechnologie der Zukunft sein. Eine essenzielle Herausforderung ist dabei die Flächeneffizienz, um die benötigten Solarflächen möglichst effektiv zu nutzen. Während PV bereits > 20 % des Sonnenlichts zur Stromerzeugung nutzen kann, erreichen direkte photochemische Prozesse (darunter die Photoelektrochemie) meist < 10 % (in Einzelfällen bis zu 15–20 %). Um einen relevanten Beitrag zur flächeneffizienten Energieproduktion zu leisten, müssen diese Wirkungsgrade erheblich gesteigert werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Prozesse nicht nur weiterzuentwickeln, sondern auch in integrierten Systemen zu kombinieren. Das Projekt SOPHIE zielt darauf ab, einen hybriden Multiprodukt-Kollektor zu entwickeln, der das gesamte solare Spektrum optimal nutzt. Durch innovative spektrale Aufteilung werden drei Energieumwandlungsprozesse simultan integriert:

1. Photoelektrochemische (PEC) Wasserstoffproduktion (<700 nm)
2. Photovoltaische (PV) Stromerzeugung (700–1100 nm)
3. Solarthermische (ST) Wärmenutzung (>1100 nm)

Damit könnten „Solar-to-Multiprodukt“-Effizienzen von über 75 % erreicht und eine flächeneffektive solare Energieproduktion ermöglicht werden.

SOPHIE baut auf bestehender Expertise in PV, PEC, konzentrierender ST (inkl. deren Kombination in zB PVT) auf und integriert diese Technologien zu einem hocheffizienten hybriden Multiprodukt-Solarkollektor. Die innovativen Aspekte umfassen eine Spektral-Splitting-Methode zur gezielten Aufteilung des Sonnenlichts, die Weiterentwicklung der zu kombinierenden Technologien sowie das Design, die Realisierung und das Proof-of-Concept eines ersten Prototyps im Labormaßstab (TRL > 5).

Das Proof-of-Concept erfolgt auf Basis der Wasserstoffgewinnung, wobei der Kollektor zukünftig, je nach Standort und lokalen Bedürfnissen angepasst, auch für Industrieparks mit CO₂-Quellen für CCU-Prozesse eingesetzt werden kann. Somit leistet SOPHIE einen wesentlichen Beitrag für die zukünftige dezentrale, regionale solare Energie und Chemikalienproduktion und -versorgung und somit einen bedeutenden Beitrag zur Energiewende.

Abstract

The demand for green hydrogen, which is currently less than 1 Mt/a, is expected to rise to up to 400 Mt/a by 2050 (IEA Net Zero Scenario). To meet this demand for green fuels and, in the future, chemicals, widely available raw materials are required. The direct use of sunlight in photochemical processes to produce hydrogen, fuels, and chemicals from water (including wastewater) could become a key technology of the future.

A crucial challenge in this context is area efficiency, ensuring that the required solar surfaces are used as effectively as possible. While PV technology can already convert more than 20% of sunlight into electricity, direct photochemical processes (including photoelectrochemistry) typically achieve less than 10% (in some cases up to 15–20%). To make a relevant contribution to area-efficient energy production, these efficiencies must be significantly increased. One approach is not only to further develop the processes but also to integrate them into combined systems.

The SOPHIE project aims to develop a hybrid multi-product collector that optimally utilizes the entire solar spectrum.

Through innovative spectral splitting, three energy conversion processes are simultaneously integrated:

1. Photoelectrochemical (PEC) hydrogen production ($\leq 700\text{ nm}$)
2. Photovoltaic (PV) power generation (700–1100 nm)
3. Solar thermal (ST) heat utilization ($\geq 1100\text{ nm}$)

This approach could achieve "solar-to-multiproduct" efficiencies of $\geq 75\%$ and enable area-effective solar energy production.

SOPHIE builds on existing expertise in PV, PEC, and concentrated ST technology (including their combinations, such as PVT) and integrates these technologies into a highly efficient hybrid multi-product solar collector. The innovative aspects include a spectral splitting method for targeted light distribution, further development of the combined technologies, as well as the design, implementation, and proof-of-concept of an initial prototype at the laboratory scale (TRL ≥ 5).

The proof-of-concept is based on hydrogen production, with the collector also being adaptable for industrial parks with CO₂ sources for CCU processes, depending on location and local needs. Thus, SOPHIE makes a significant contribution to future decentralized and regional solar energy and chemical production and supply, thereby playing an essential role in the energy transition.

Projektkoordinator

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (kurz: AEE INTEC)

Projektpartner

- GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
- Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
- Spitzer GesmbH
- Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz
- CP i-Invest GmbH
- Energie Steiermark AG
- Ecotherm Austria GmbH
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- Technische Universität Wien