

KAT-PAWS

Photokatalytische, Plasmonen-angeregte Wasserspaltung in skalierbaren Festbett-Reaktoren

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2023	Status	laufend
Projektstart	01.09.2024	Projektende	31.08.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	photokatalytische Wasserspaltung; grüner Wasserstoff; Hochdurchsatz-Methoden; Recycling;		

Projektbeschreibung

KAT-PAWS wendet einen kombinierten Ansatz aus computergestütztem Experimentaldesign, Hochdurchsatz-Methoden, anwendungsspezifischen Analysen und Recycling-Strategien an, um die ressourcenschonende Materialentwicklung von Plasmonen-angeregten Photokatalysatoren für den Einsatz in hocheffizienten Festbett-Photoreaktoren zu ermöglichen. Das untersuchte Materialsystem ist komplex, mit Wechselwirkungen zwischen den Plasmonenteilchen (Au, Ag, Cu), dem katalytischen Metall (aus der Platingruppe) und dem Photokatalysator (Titandioxid). Die Art der Materialien, ihre Größe, Form und Massebeladung sind nur einige der Faktoren, die die Gesamtleistung und Stabilität der Materialien bestimmen. Für eine umfassende Untersuchung des Systems ist daher ein konventioneller, faktorieller Forschungsansatz nicht geeignet und muss durch eine ressourcensparende Herangehensweise ersetzt werden. Durch die Verwendung einer zeit-, material- und energiesparenden Hochdurchsatz-Photoabscheidung und photochemischen Hochdurchsatz-Charakterisierung wird ein Datenpool generiert, der die vielfältigen Parameterkombinationen abbildet. Es werden Prozess-Eigenschaft-Leistung-Zusammenhänge abgeleitet, die zur Optimierung der photochemischen Leistung in einem Demonstrator-Festbett-Photoreaktor verwendet werden. Der wirkungsvolle Ansatz wird durch die Steigerung der photokatalytischen Aktivität um mehr als 30 % im Vergleich zu Plasmonen-freien Photokatalysatoren validiert. Eine Produktivität von mehr als 3000 µmol/g/h für die Raumtemperatur-Spaltung von H₂O und ein Rückgang der Effizienz von maximal 10 % nach 1000 Betriebsstunden werden angestrebt. Durch die rigorose Einsparung von kritischen Rohstoffen und deren End-of-Life-Rückgewinnung mit einer Recyclingrate von über 90 % wird eine nachhaltige und kostengünstige Technologie zur Herstellung von grünem Wasserstoff entwickelt.

Abstract

KAT-PAWS applies a combined approach of computer-aided experimental design, high-throughput methods, application-specific analysis and recycling strategies to enable the resource-efficient material development of plasmon-assisted photocatalysts for use in high-efficiency fixed-bed photoreactors. The investigated material system is complex, with interactions between the plasmon particles (Au, Ag, Cu), the catalytic metal (from the platinum group) and the photocatalyst (titanium dioxide). The type of materials, their size, shape and mass loading are just some of the factors that determine the overall performance and stability of the materials. Therefore, a conventional factorial experimental design is not suitable for

a comprehensive investigation of the system and must be replaced by a resource-saving approach. By using time-, material- and energy-saving high-throughput photodeposition and high-throughput photochemical characterization, a data pool is generated that maps the multiple parameter combinations. Process-property-performance relationships are derived and used to optimize photochemical performance in a demonstrator fixed-bed photoreactor. The effectiveness of the approach is validated by increasing the photocatalytic activity by more than 30 % compared to the plasmon-free photocatalyst. A productivity of more than 3000 $\mu\text{mol/g/h}$ for the room-temperature splitting of H_2O and a decrease in efficiency of maximum 10 % after 1000 hours of operation are targeted. The rigorous saving of critical raw materials and their end-of-life recovery with a recycling rate of over 90 % will result in a sustainable and cost-effective technology for the production of green hydrogen.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Redeem Solar Technologies GmbH
- Technische Universität Wien Institut für Chemische Technologien und Analytik