Solarreaktor

Solarreaktor zur photo-elektrochemischen Gewinnung von Wasserstoff aus Abwasser in oszillierender Strömung

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2021	**Projektende**	30.11.2024
Zeitraum	2021 - 2024	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	photo-elektrochemischer Prozess, Wasserstoff, Abwasserbehandlung, oszillierende Reaktoren, Materialentwicklung, Kollektorentwicklung		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation

Wasserstoff (H2) ist ein wichtiger Energieträger zur Erreichung der gesetzten Klimaziele. Da er derzeit hauptsächlich aus fossilen Brennstoffen gewonnen wird, werden aktuell große Anstrengungen unternommen, um H2 mit Hilfeerneuerbarer Ressourcen zu erzeugen. Das Potential erneuerbaren Stroms (PV /Überschussstrom) ist aber begrenzt und reicht bei weitem nicht aus, um die Dekarbonisierung nachhaltig zu erreichen. Innovative Wege zur H2-Herstellung sind daher dringend erforderlich.

Hauptziel des Projektes ist die Entwicklung eines Solarreaktors in oszillierender Strömungsführung („Oscillating Flow Solarreaktor“, kurz OFS) zur effizienten photo-elektrochemischen Gewinnung von Wasserstoff und gleichzeitiger Abwasserbehandlung und -reinigung unter direkter Nutzung der Sonneneinstrahlung. Das Abwasser bietet dabei den Vorteil, dass darin gelöste Schadstoffe als Opfersubstanzen und somit „Quelle“ des Wasserstoffes dienen und dabei abgebaut werden. Angestrebt werden dabei folgende Teilziele:

(1) Proof-of-Concept eines „Oscillating Flow Solarreaktors“ (OFS) durch Design und Betrieb

(2) Steigerung der Ausbeute an Wasserstoff (H2 Produktionsraten) um 25 – 30%

(3) Reinigung von Abwasser durch gleichzeitigen Abbau mehrerer Schadstoffe (Mehrkomponentensystem)

(4) Steigerung des Systemwirkungsgrades des photo-elektrochemischen Prozesses zur H2 Produktion und Abwasserbehandlung um mind. 10%

Die Grundlage des Innovationsgehalt ist die Bereitstellung von H2 durch die neuartige Kombination aus direkter Nutzung des Sonnenlichts und Abwasserbehandlung in einem Solarreaktor mittels photo-elektrochemischer Zellen (PECs) als absolutes Novum in der österreichischen Technologielandschaft. Es wird also erstmalig ein optimierter Solarreaktor zur Verfügung stehen, der komplexe Abwasserzusammensetzungen (Mehrkomponentensysteme) behandelt, nutzt und gleichzeitig Wasserstoff produziert. Eine deutliche Effizienzsteigerung bietet die gezielte Materialentwicklung der PEC durch optimierte Morphologien der Photoanode und Betriebsparameter sowie Prozessintensivierung durch optimiertes Reaktordesign, das erstmalig eine PEC in eine oszillierende Strömungsführung inkorporiert. Durch die Kombination dieser Reaktortechnologie mit der direkten Nutzung der Solarenergie ist es möglich, die Prozessführung auf die Verfügbarkeit, die Nutzung und den

Ertrag der Energiequelle zu optimieren. Damit bekommt die Oxidation der Abbaukomponenten genügend Verweilzeit im Reaktor und wird durch und trotz intensiver Turbulenz eine gute Durchdringung der Strahlung in die Reaktionsröhren erreicht. Der produzierte Wasserstoff kann direkt eingesetzt, zwischengespeichert sowie ggf. auch ins Netz eingespeist werden.
Als Ergebnis des Projektes steht ein Proof-of-Concept eines real getesteten Solarreaktors (reales Abwasser, reale Einstrahlbedingungen) zur Verfügung, dessen Potentialanalyse sowie holistisches Gesamtkonzept unter Betrachtung kombinierter Ressourcen- und Energieeffizienz sowie Nutzungsstrategien für den Wasserstoff den Weg für die nächsten Entwicklungsschritte hin zu einem marktfähigen Produkt ebnet.

Abstract

Initial situation

Hydrogen (H2) is an important energy carrier for achieving the climate targets. As it is currently mainly produced from fossil fuels, great efforts are being made to produce H2 using renewable resources. However, the potential of renewable electricity (PV /surplus electricity) is limited and their availability not sufficient to achieve decarbonization in a sustainable way. Innovative ways for H2 production are urgently needed.
The main objective of the project is to develop an oscillating flow solar reactor ("Oscillating Flow Solar Reactor", OFS for short) for the efficient photo-electrochemical production of hydrogen and simultaneous wastewater treatment and purification using direct solar radiation. Pollutants in the wastewater serve as sacrificial agents and thus "source" of the hydrogen and being degraded in the process.

The following sub-objectives are aimed:
(1) Proof-of-concept of an "Oscillating Flow Solar Reactor" (OFS) by design and operation.
(2) Increase of hydrogen yield (H2 production rates) by 25 - 30%.
(3) Purification of wastewater by simultaneous degradation of multiple pollutants (multi-component system).
(4) Increasing the system efficiency of the photo-electrochemical process for H2 production and wastewater treatment by at least 10%.

The innovation of the project lies in providing H2 by the novel combination of direct use of sunlight and wastewater treatment in a solar reactor by means of photo-electrochemical cells (PECs) as an absolute novelty in the Austrian technology landscape. Thus, for the first time, an optimized solar reactor will be available to treat complex wastewater compositions (multi-component systems) and simultaneously produce hydrogen. A significant increase in efficiency is offered by the targeted material development of the PEC through optimized morphologies of the photoanode and operating parameters, as well as process intensification through optimized reactor design, which for the first time incorporates a PEC into an oscillating flow. By combining this reactor technology with the direct use of solar energy, it is possible to optimize the process control for availability, utilization and yield of H2. Thus, the oxidation of the degradation components has enough residence time in the reactor and a good penetration of the radiation into the reaction tubes is achieved by intense turbulences. The hydrogen produced can be used directly, stored temporarily and, if necessary, fed into the grid.

As a result of the project, a proof-of-concept of a real tested solar reactor (real wastewater, real irradiation conditions) is available, whose potential analysis as well as holistic overall concept considering combined resource and energy efficiency as well as utilization strategies for the hydrogen pave the way for the next development steps towards a marketable product.

Projektkoordinator

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

Projektpartner

- ASFINAG Alpenstraßen GmbH
- GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
- Technische Universität Wien Institut für Materialchemie