

Pressemitteilung

Universität Ulm

Annika Bingmann

31.01.2022

<http://idw-online.de/de/news787539>Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Chemie, Energie, Umwelt / Ökologie
überregionaluniversität
uulm**Grüner Wasserstoff auf Knopfdruck: Einzelmolekülkatalysator produziert solaren Brennstoff auch bei Dunkelheit**

Ulmer Forschende haben die sonnenlichtgetriebene Herstellung von Wasserstoff vom Tagesverlauf entkoppelt. Ihr Einzelmolekülkatalysator kann solaren Wasserstoff auch an dunklen Wintertagen herstellen. Das neue System macht sogar die Speicherung von Lichtenergie möglich: So kann die Produktion des grünen Wasserstoffs nachfrageorientiert starten. Mögliche zukünftige Anwendungen reichen von der klimafreundlichen Strom- und Wärmeerzeugung bis zu solarbetriebenen Wasserstoff-Tankstellen. Der Einzelmolekülkatalysator ist im Zuge des Sonderforschungsbereichs TRR 234 CataLight der Universitäten Ulm und Jena entstanden.

Ulmer Forschende präsentieren neuen Lösungsansatz für eine der größten Herausforderungen der solaren Energiewandlung: Ihnen ist es gelungen, ein System zu entwickeln, das die lichtgetriebene Herstellung von Wasserstoff zu jeder Tages- und Jahreszeit ermöglicht. Zukünftige Anwendungsbereiche dieser photochemischen Einheit reichen von der bedarfsgerechten Wärmeerzeugung bis zur Versorgung wasserstoffbetriebener Fahrzeuge „on demand“. Die Forschenden der Universitäten Ulm und Jena stellen ihr System, das auf einem einzigen Molekül beruht, im Fachjournal „Nature Chemistry“ vor.

Wasserstoff (H₂) soll eine Schlüsselrolle bei der Energiewende spielen – so will es die 2020 auf den Weg gebrachte nationale Wasserstoffstrategie. Um jedoch einen signifikanten Beitrag auf dem Weg zur Klimaneutralität zu leisten, muss dieser Energieträger „grün“ sein – also ausschließlich mit erneuerbaren Energien hergestellt. Doch wie lässt sich zum Beispiel solarer Wasserstoff je nach Bedarf abends oder im Winter produzieren? Ulmer Chemikerinnen und Chemiker könnten eine Antwort gefunden zu haben: Erstmals ist es ihnen mit einem molekularen photochemischen System gelungen, die sonnenlichtgetriebene Wasserstoffherstellung vom Tagesverlauf zu entkoppeln. Das neue System macht sogar die Lichtenergie-Speicherung möglich, so dass die Wasserstoffproduktion nachfrageorientiert und auch bei Dunkelheit starten kann.

Frühere Modelle zur Wasserstoffherstellung beruhten oftmals auf der Kopplung mehrerer Komponenten wie Photovoltaik-Zellen, Batterien und Elektrolyseuren. Dabei summieren sich die Energieverluste jedoch bei jedem Schritt; die Wasserstoffproduktion ist wenig effizient. Im Gegensatz dazu basiert die Ulmer Alternative auf einem einzigen Molekül, das Sonnenlicht aufnehmen, Energie speichern und Wasserstoff herstellen kann. In dieser kompakten Einheit wird also die räumliche und zeitliche Trennung dieser Schritte möglich. „Lichteinstrahlung führt in unserem Molekül zur Ladungs-Trennung und Elektronen-Speicherung – im Ergebnis entsteht ein flüssiger, leicht speicherbarer Treibstoff. Die bedarfsgerechte Erzeugung des gasförmigen Wasserstoffs wird durch die Zugabe einer Protonen-Quelle erreicht“, erklärt Professor Carsten Streb vom Institut für Anorganische Chemie I der Universität Ulm.

Die Forschenden haben die Leistungsfähigkeit ihres Systems mit verschiedensten Analysemethoden überprüft (u.a. Katalysetests und Photophysikalische Studien). Im Ergebnis zeigt die molekulare Einheit eine exzellente chemische und photochemische Stabilität. „Der modulare Aufbau des Systems ermöglicht chemische Veränderungen und eine Optimierung des Gesamtsystems“, erklärt Erstautor Dr. Sebastian Amthor, der an der Universität Ulm promoviert hat

und nun in Spanien forscht. In Zukunft soll das Modell hochskaliert werden und somit als „Blaupause“ für dezentrale Energiespeicher dienen. Anwendungsmöglichkeiten reichen von der klimafreundlichen Strom- und Wärmeerzeugung bis zu mobilen, solarbetriebenen H₂-Tankstellen für LKW und Busse.

Entwickelt wurde das photochemische System im Zuge des Transregio-Sonderforschungsbereichs TRR 234 CataLight. In dem mit 10 Millionen Euro geförderten Verbundprojekt nehmen sich Forschende der Universitäten Ulm und Jena die Photosynthese zum Vorbild und entwickeln neue Materialien für die Energiewandlung – ein Beispiel sind künstliche Chloroplasten für die Wasserstoffherstellung.

Für die aktuelle Publikation wichtige Strukturanalysen und optisch-spektroskopische Arbeiten, die die Antwort des Katalysators auf Licht beschreiben, wurden am Zentrum für Energie und Umweltchemie (CEEC Jena) der Universität Jena durchgeführt. Dabei kam unter anderem ein Hightech-Gerät zur hochauflösenden Massenspektrometrie zum Einsatz, das durch EU-Mittel im Rahmen der regionalen Innovationsstrategie des Freistaates Thüringen angeschafft wurde. „Erst mit diesem Gerät war es möglich, die Strukturen der neuen molekularen Katalysatoren im Detail zu bestimmen“, betonen die Jenaer Wissenschaftler Professor Ulrich S. Schubert und Professor Benjamin Dietzek-Ivanšić.

Der Sonderforschungsbereich TRR 234 Lichtgetriebene molekulare Katalysatoren in hierarchisch strukturierten Materialien: Synthese und mechanistische Studien (CataLight) wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Sven Rau: 0731 50-23900, sven.rau@uni-ulm.de

Prof. Dr. Carsten Streb: 0731 50-23867, carsten.streb@uni-ulm.de

Originalpublikation:

Sebastian Amthor, Sebastian Knoll, Magdalena Heiland, Linda Zedler, Chunyu Li, Djawed Nauroozi, Willi Tobiaschus, Alexander K. Mengele, Montaha Anjass, Ulrich S. Schubert, Benjamin Dietzek, Sven Rau, and Carsten Streb: A single molecule capable of decoupling light- and dark reactions for on-demand solar hydrogen production. Nature Chemistry. DOI: 10.1038/s41557-021-00850-8 <https://www.nature.com/articles/s41557-021-00850-8>



Bestrahlungsapparatur im Institut für Anorganische Chemie I: Hier wurden Messungen für die aktuelle Publikation durchgeführt
Foto: Heiko Grandel