

Press release**Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH****Dr. Antonia Rötger**

03/20/2023

<http://idw-online.de/en/news811122>Research results, Transfer of Science or Research
Chemistry, Energy, Physics / astronomy
transregional, national**Grüner Wasserstoff: Wie photoelektrochemische Zellen wettbewerbsfähig werden könnten**

Mit Sonnenlicht lässt sich grüner Wasserstoff in photoelektrochemischen Zellen (PEC) direkt aus Wasser erzeugen. Bisher waren Systeme, die auf diesem 'direkten Ansatz' basieren, energetisch nicht wettbewerbsfähig. Die Bilanz ändert sich jedoch, sobald ein Teil des Wasserstoffs in PEC-Zellen in-situ für erwünschte Reaktionen genutzt wird. Dadurch lassen sich wertvolle Chemikalien für die chemische und pharmazeutische Industrie produzieren. Die Zeit für die Energie-Rückgewinnung des direkten Ansatzes mit der PEC-Zelle kann damit drastisch verkürzt werden, zeigt eine neue Studie aus dem HZB.

Wasserstoff kann durch Elektrolyse von Wasser hergestellt werden, im Idealfall mit Strom aus Windkraft oder Solarmodulen. Dieser "grüne" Wasserstoff soll eine wichtige Rolle im Energiesystem der Zukunft spielen. In den letzten zehn Jahren hat die solare Wasserspaltung erhebliche Fortschritte gemacht: Die besten Elektrolyseure, die die benötigte Spannung aus PV-Modulen oder Windkraft beziehen, erreichen bereits Wirkungsgrade von bis zu 30 %. Dies ist der indirekte Ansatz.

Am HZB-Institut für Solare Brennstoffe arbeiten mehrere Teams an einem direkten Ansatz zur solaren Wasserspaltung: Sie entwickeln Photoelektroden, die Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln, außerdem in wässrigen Lösungen stabil sind und die Wasserspaltung katalytisch fördern. Diese Photoelektroden bestehen aus Lichtabsorbern, die mit Katalysatormaterialien beschichtet sind und die aktive Komponente einer photoelektrochemischen Zelle (PEC) bilden. Die besten PEC-Zellen, die auf kostengünstigen und stabilen Metalloxidabsorbern basieren, erreichen bereits Wirkungsgrade von nahezu 10 %. Obwohl PEC-Zellen immer noch weniger effizient sind als PV-getriebene Elektrolyseure, haben sie auch einige Vorteile: So lässt sich in PEC-Zellen die Wärme des Sonnenlichts nutzen, um die Reaktionen zu beschleunigen. Und da die Stromdichten bei diesem Ansatz zehn- bis hundertmal niedriger sind, können teure Katalysatoren durch preiswerte Katalysatoren aus reichlich vorhandenen Materialien ersetzt werden.

Bisher haben technisch-ökonomische Analysen (TEA) und Nettoenergiebewertungen (NEA) gezeigt, dass das PEC-Konzept für eine großtechnische Umsetzung noch nicht wettbewerbsfähig ist. Wasserstoff aus PEC-Systemen kostet heute etwa 10 USD/kg, etwa sechsmal mehr als Wasserstoff aus der Dampfreformierung von fossilem Methan (1,5 USD/kg). Außerdem ist der kumulative Energiebedarf für die PEC-Wasserspaltung schätzungsweise vier- bis zwanzigmal höher als für die Wasserstofferzeugung mit Windturbinen und Elektrolyseuren.

„Hier wollten wir einen neuen Ansatz einbringen“, sagt Dr. Fatwa Abdi vom HZB-Institut für Solare Brennstoffe. Im Rahmen des UniSysCat-Exzellenznetzwerks mit Prof. Reinhard Schomäcker und Prof. Roel van de Krol untersuchte Abdis Gruppe, wie sich die Bilanz verändert, wenn ein Teil des produzierten Wasserstoffs im selben Reaktor (in situ) mit Itaconsäure (IA) zu Methylbernsteinsäure (MSA) weiterreagiert.

Sie berechneten zunächst, wie viel Energie zur Herstellung der PEC-Zelle aus Lichtabsorbern, Katalysatormaterialien und anderen Materialien wie Glas benötigt wird und wie lange sie funktionieren muss, um diese Energie in Form von

chemischer Energie als Wasserstoff oder MSA zu erzeugen. Für Wasserstoff allein beträgt diese „energetische Amortisationszeit“ etwa 17 Jahre, wenn man von einem bescheidenen Wirkungsgrad von 5 % bei der Umwandlung von Sonnenenergie in Wasserstoff ausgeht. Wenn nur 2 % des erzeugten Wasserstoffs für die Umwandlung von IA in MSA verwendet werden, halbiert sich die energetische Amortisationszeit, und wenn 30 % des Wasserstoffs in MSA umgewandelt werden, kann die Produktionsenergie nach nur 2 Jahren wiedergewonnen werden. „Das macht das Verfahren viel nachhaltiger und wettbewerbsfähiger“, sagt Abdi. Ein Grund: Die für die Synthese von MSA in einer solchen PEC-Zelle benötigte Energie beträgt nur ein Siebtel des Energiebedarfs herkömmlicher MSA-Produktionsverfahren.

„Das System ist flexibel und kann auch andere wertvolle Chemikalien herstellen, die derzeit am Standort benötigt werden“, erklärt Abdi. Der Vorteil ist, dass die festen Komponenten der PEC-Anlage, die den größten Teil der Investitionskosten ausmachen, gleichbleiben; lediglich der Hydrierkatalysator und das Einsatzmaterial müssen ausgetauscht werden. „Dieser Ansatz bietet eine Möglichkeit, die Produktionskosten für grünen Wasserstoff erheblich zu senken und erhöht die wirtschaftliche Machbarkeit der PEC-Technologie“, sagt Abdi. „Wir haben das Verfahren sorgfältig durchdacht, und der nächste Schritt besteht darin, im Labor zu testen, wie gut die gleichzeitige Herstellung von Wasserstoff und MSA in der Praxis funktioniert.“

contact for scientific information:

Dr. Fatwa Abdi, fatwa.Abdi@helmholtz-berlin.de

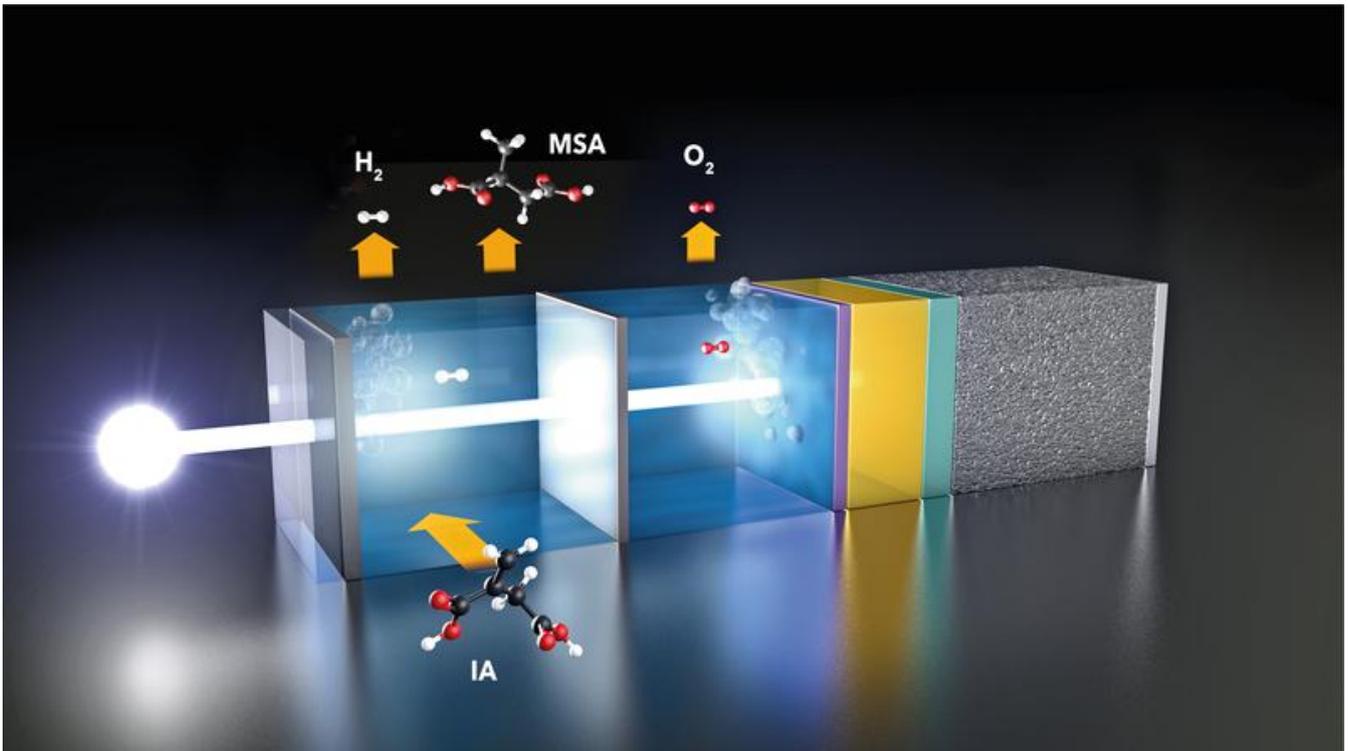
Original publication:

Nature communications (2023):

Sustainable H₂ production and hydrogenation of chemicals in a coupled photoelectrochemical device – a life cycle net energy assessment; Xinyi Zhang, Michael Schwarze, Reinhard Schomäcker, Roel van de Krol, and Fatwa F. Abdi.

DOI: 10.1038/s41467-023-36574-1

<https://www.nature.com/articles/s41467-023-36574-1>



Licht fällt auf die Photoelektrode (rechts) und erzeugt eine Spannung für die Elektrolyse von Wasser. An der linken Elektrode bildet sich Wasserstoff. Ein Teil reagiert mit Itaconsäure (IA) weiter zu wertvoller Methylbernsteinsäure (MSA).

M. Künsting / HZB