

Wasserelektrolyse muss Giga werden

Effiziente Elektrolyseverfahren sind entscheidend für eine klimaneutrale Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff gilt als „Wundermittel“ im Kampf gegen den Klimawandel und soll als ein wichtiger Energieträger dazu beitragen, dass Deutschland seine Klimaziele erreicht. Speziell mit „grünem“ Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien wie Solar oder Wind gewonnen wird, soll auch die energieintensive Chemieindustrie klimaneutral werden.

Die elektrochemische und energieintensive Spaltung (Elektrolyse) von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff ist seit rund 200 Jahren bekannt, aber erst heute rückt sie durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Fokus der großtechnischen Wasserstoffherstellung.

Bislang liefern sich verschiedene Elektrolysetechnologien ein Kopf-an-Kopf-Rennen um Volumina und wettbewerbsfähige Preise. Laut einem Übersichtsartikel, den Mitglieder des Carbon2Chem-Konsortiums veröffentlicht haben, ist der Energiebedarf bei der alkalischen Elektrolyse, beim Einsatz von PEM-Verfahren oder von Festoxidelektroden ähnlich. Die alkalische Elektrolyse ist weltweit in industriellem Maßstab im Einsatz, verwendet günstige, edelmetallfreie Materialien und ist langzeitstabil. Als Elektrolyt wird eine 20 bis 40%ige Kalilauge-Lösung genutzt.

Die Polymerelektrolytmembran (PEM)-Elektrolyse ist sehr dynamisch und für die Kopplung mit schwankenden Stromquellen besser geeignet als die alkalische Elektrolyse, benötigt aber für die Elektroden u. a. das seltene Edelmetall Iridium. Die Hochtemperatur- oder Feststoffoxidelektrolyse erfolgt bei Wassertemperaturen von über 500 bis 850 °C, als Elektrolyt kommt z. B. Zirkoniumdioxid zum Einsatz. Der spezifische Energiebedarf dieser Methode fällt im Vergleich zu PEM oder alkalischer Elektrolyse geringer aus. Sie eignet sich an Industriestandorten, an denen bereits Wasserdampf in großen Mengen und bei großen Temperaturen produziert wird.

Das Elektrolyseunternehmen Sunfire aus Dresden installiert aktuell den weltweit ersten Multi-Megawatt Hochtemperatur-Elektrolyseur zur Herstellung von grünem Wasserstoff in der Neste-Raffinerie in Rotterdam. Neste strebt als Hersteller von nachhaltigem Flugkraftstoff, erneuerbarem Diesel und nachhaltigen Rohstoffen für Kunststoffe eine klimaneutrale Produktion bis 2035 an. Die Hochtemperatur-Elektrolyse kann hierbei langfristig CO₂-Emissionen einsparen helfen. Insgesamt wird Sunfire zwölf Elektrolysemodule installieren und damit den weltweit größten Hochtemperatur-Elektrolyseur in einem industriellen Umfeld errichten. Nach der Inbetriebnahme, die für Anfang 2023 geplant ist,

wird die Anlage mehr als 60 kg grünen Wasserstoff aus erneuerbarem Strom und Wasserdampf pro Stunde produzieren.

Bedarf übersteigt Angebot

Der prognostizierte Bedarf an Elektrolyseanlagen für grünen Wasserstoff übersteigt bei weitem das aktuelle Angebot. Laut einer Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften besteht allein für die Industrie in Deutschland ein Bedarf von mindestens 20 GW installierter Elektrolyseleistung für die Herstellung von Wasserstoff im Jahr 2030. Installiert werden bis dahin maximal wohl aber nur 7,6 GW. Die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung geht bis 2030 von einem Wasserstoffbedarf von ca. 90 bis 110 TWh im Jahr aus und will bis 2030 eine Elektrolysekapazität von mindestens 10 GW aufbauen.

Doch das ist gemessen am Bedarf zu wenig. Je nach Studie kommen die Analysten zu unterschiedlichen Bedarfsmengen an Wasserstoff. So erwartet die Enervis Energy Advisors in der Studie „Wasserstoffbasierte Industrie in Deutschland und Europa“ (2021) von einem Wasserstoffbedarf für Deutschland von 110 TWh im Jahr 2030, 260 TWh in 2040 und 450 TWh in 2050 aus.

Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) kommt in seinem Umsetzungsvorschlag für den Umbau zu einem klimaneutralen Industrieland im Zielszenario im Jahr 2045 auf einen Wasserstoffbedarf von 237 TWh. Eine PwC-Studie von 2021 betrachtet den globalen Wasserstoffbedarf. Ausgehend von 2019 kommen die Gutachter zu einer Verdopplung des Bedarfs bis 2040 und bis 2070 sogar zu einer Versechsfachung des globalen Wasserstoffbedarfs.

Leitprojekt H2Giga fördert Serienreife

Wie also soll die Produktion von effizienten und kostengünstigen Elektrolyseanlagen für eine großtechnische Wasserstoffherstellung gelingen? Hier kommt das H2Giga-Projekt der Wasserstoffindustrie ins Spiel, das im August 2021 gestartet wurde. Mit dem Leitprojekt unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit einem vorgesehenen Fördervolumen



von insgesamt etwa 740 Mio. EUR Deutschlands Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft. Die Wasserstoffleitprojekte bilden einen zentralen Beitrag zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Um den Bedarf an grünem Wasserstoff durch Wasserelektrolyse zu decken, ist eine serienmäßige Herstellung von Elektrolyseuren nötig. H2Giga verschreibt sich daher der Entwicklung serieller Produktion von Elektrolyseuren und bringt etablierte Elektrolyseurhersteller, Zulieferer aus verschiedenen Technologiebereichen und Universitäten zusammen, um etablierte Verfahren wie PEM-Elektrolyse, alkalische Wasserelektrolyse und Hochtemperatur-Elektrolyse bereit fürs Fließband zu machen.

Am Leitprojekt H2Giga sind Unternehmen wie Siemens Energy, Linde, MAN Energy Solutions, Thyssenkrupp, Sunfire, Schaeffler, Enapter oder WEW beteiligt. Von wissenschaftlicher Seite arbeiten Universitäten und Forschungseinrichtungen, darunter die RWTH Aachen, zahlreiche Fraunhofer-Institute sowie Institute der Helmholtz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft, an den Themen Materialforschung, Lebensdauer & Zelltests, Recycling, Fertigungstechnologien und Digitalisierung.

PEM-Elektrolyse geht auch mit weniger Iridium

Im Fokus der Weiterentwicklung steht auch die PEM-Elektrolyse, die im Jahr 2030 etwa 40 % des global benötigten Wasserstoffs liefern soll.

Um das zu erreichen, muss die Produktion von PEM-Elektrolyseuren aber zur Serienreife gebracht werden. Für die in den Elektrolyseuren verbauten Edelmetalle Iridium und Platin ist eine Rohstoffstrategie nötig, um den Bedarf an Katalysatoren langfristig bedienen zu können. Diese sind für die Spaltung von Wasser in der PEM-Elektrolyse unverzichtbar. Innerhalb des H2Giga-Leitprojekts zielen zwei Teilprojekte auf diese Serienreife ab, an denen auch Heraeus beteiligt ist. Der Hanauer Technologiekonzern ist für das Schließen des Wertstoffkreislaufs der kritischen Rohstoffe Iridium und Platin verantwortlich. Katalysatoren, die auf Iridium basieren, beschleunigen den Prozess der Sauerstoffentwicklung und somit die parallel ablaufende, platinkatalysierte Erzeugung von Wasserstoff. Das Unternehmen entwickelt Katalysatoren für die PEM-Elektrolyse mit geringem Edelmetallgehalt und Recyclinglösungen zur Rückgewinnung der wertvollen Edelmetalle.

Mit Greenerity in Alzenau beschäftigt sich ein weiteres Unternehmen aus der Rhein-Main-Region mit der Entwicklung innovativer Elektroden-technologie. Das Technologieunternehmen stellt Komponenten für die Wasserstoffherstellung (Elektrolysetechnologie) und für Brennstoffzellen her. Es handelt sich hier um Membran-Elektroden-Einheiten (MEA = Membrane-Electrode-Assembly) für Brennstoffzellen und Elektrolyseure, die bei Greenerity entwickelt und produziert werden. MEA sind sehr dünne, bis zu siebenlagige Komponenten aus unterschiedlich

zusammengesetzten Materialien in Schichten im Mikrometermaßstab. Kürzlich gelang es in einem Forschungsprojekt und in enger Zusammenarbeit mit Heraeus, die Beladung der Katalysatoren in den Membran-Elektroden-Einheiten um etwa den Faktor sieben auf unter 50 kg Iridium pro GW zu senken und zugleich die Zellspannung und damit die Leistung der MEA zu verbessern. Diese Schwelle wird von Experten als notwendig für eine Massenfertigung im Multi-GW-Maßstab eingestuft, um Einschränkungen durch die Materialverfügbarkeit zu vermeiden.

Während in den Forschungslaboren dieser Welt intensiv an der Effizienzsteigerung der Wasserelektrolyseverfahren gearbeitet wird, baut ITM Linde Electrolysis als ein führender Technologieanbieter von Elektrolyseuren bereits eine der weltweit größten Wasserstoffelektrolyseanlagen der Welt. Das Dresdner Unternehmen ist ein gemeinsames Joint Venture von ITM Power, einem britischen Elektrolysespezialisten, und dem Industriegaspezialisten Linde. Die Anlage entsteht am Chemiestandort Leuna in Sachsen-Anhalt und soll über ein Pipelinennetz grünen Wasserstoff für ansässige Industrieunternehmen und Tankstellen in der Region produzieren. Mit einer Leistung von 24 MW ist die Anlage derzeit der größte angekündigte PEM-Elektrolyseur weltweit.

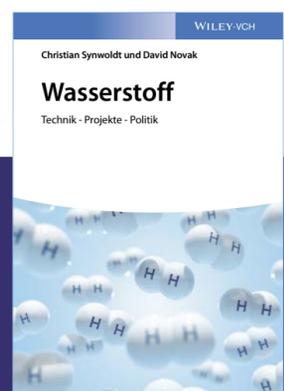
Fazit

Die Wasserelektrolyse zur Erzeugung von grünem Wasserstoff ist

auf einem guten Weg. Bleibt am Ende aber noch zu klären, welches Wasser überhaupt für die Elektrolyse geeignet ist. Der Rohstoff für alle Elektrolysearten ist immer noch entmineralisiertes Wasser, also Reinstwasser. Dafür wird natürliches Trinkwasser oder Brunnenwasser genutzt. Dieses muss zuvor in Vollentsalzungsanlagen entmineralisiert werden, um später Schäden an den Membranen und Elektroden der Elektrolyseure durch Salzablagerungen zu verhindern. Schön wäre es natürlich, anstelle von knappem Süßwasser das Salzwasser der Meere zu nutzen. Ein internationales Team von der School of Chemical Engineering der Universität Adelaide könnte hier vor einen Durchbruch stehen. Das Forscherteam entwickelte einen PEM-Elektrolyseur, der Wasserstoff aus Meerwasser erzeugt, ohne dass dieses vorbehandelt werden muss. Möglich wird dies durch einen speziell beschichteten Katalysator, der die Elektroden vor Korrosion und Ablagerungen schützt. Noch funktionierte das Ganze nur im Labormaßstab, aber in Zukunft könnte diese Innovation für die Gewinnung von Wasserstoff auf hoher See oder in küstennahen Gebieten mit wenig Süßwasser für die Wasserstoffwirtschaft einen weiteren Meilenstein darstellen.

Jörg Wetterau, CHEManager

WILEY-VCH



Der alternative Energieträger Wasserstoff Umsetzungsorientierter Überblick über technologische, wirtschaftliche und politische Aspekte

Wasserstoff Technik - Projekte - Politik

Christian Synwoldt, David Novak. 79,90 Euro. ISBN 978-3-527-34988-3

Wasserstoff etabliert sich zunehmend als ernstzunehmender Energieträger in Ergänzung bzw. als Alternative zu konventionellen, fossilen Brennstoffen.

Das Buch befasst sich mit Technologie und Anwendungen des alternativen Energieträgers Wasserstoff und den ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen, die auf eine Erhöhung des Wasserstoffanteils am europäischen Energiemix abzielen. Die Autoren behandeln dabei im Tech-

nologie-Teil die chemischen und physikalischen Eigenschaften, die Herstellung von Wasserstoff im industriellen Maßstab, dessen Transport und Speicherung sowie die Hauptanwendungsfelder Mobilität, Elektrizitätsversorgung und Wärmeversorgung. Im Ökonomie-Teil widmen sich die Autoren den staatlichen und privatwirtschaftlichen Aktivitäten in Deutschland und Europa, die eine Ausweitung des Wasserstoffanteils am Energiemix zum Ziel haben.

Beschleunigung der Energiewende

GETEC wird Wasserstofflieferant

Der GETEC Park.Emmen macht den nächsten Schritt zur Anwendung von Wasserstoff in industriellem Maßstab. Mit Sitz in Emmen, Niederlande, wurde der Industriepark bereits für die Beimischung von ca. 20 % Wasserstoff umgebaut. Derzeit wird an einer Umstellung für die Nutzung von 100 % Wasserstoff gearbeitet.

Ausgehend vom Park in Emmen unterstützt die GETEC Plattform Niederlande Unternehmen aus Industrie und Immobilienwirtschaft auf ihrem Weg zur Klimaneutralität. Ergänzend zu den Dienstleistungen der Multi-Client-Site bietet die Plattform ein breites Spektrum an klimafreundlichen und intelligenten Energielösungen für den gesamten Benelux-Raum.

Im Industriepark sind nun die Weichen für einen vollständigen Verzicht von CO₂ gestellt. Damit der grüne Wasserstoff fließen kann, wurde der Park an die Pipelines des Wasserstoffnetzes angeschlossen, das in den kommenden Jahren in Betrieb gehen wird. Derzeit arbeiten Ingenieure von GETEC und Hynetwork Services an der notwendigen Infrastruktur, wie einer Ventilstation sowie einer Wasserstofflieferung. Darüber hinaus hat sich das Unternehmen bei Hynetwork Services erworben, die Rolle des Wasserstofflieferanten selbst zu übernehmen. Die erforderlichen Anlagen, um den grünen Wasserstoff aus dem nationalen Wasserstoffnetz zu beziehen, wurden bereits beauftragt. (bm)

wiley-vch.de/ISBN9783527349883