

Energieumwandlung Herausforderungen bei der Entwicklung von Elektrokatalysatoren

Leistungsfähige Katalysatoren sind für die Energieumwandlung entscheidend. Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung schaffen es derzeit aber selten in die Praxis.

Bei der regenerativen Energiegewinnung wird oft mehr Strom erzeugt, als unmittelbar gebraucht wird. Mithilfe elektrochemischer Verfahren könnte man die überschüssige Energie speichern oder nutzbar machen. Obwohl seit 20 Jahren intensiv an den dafür erforderlichen Katalysatoren geforscht wird, geht es nur in kleinen Schritten voran. Was sich in der Forschung ändern müsste, um effiziente, stabile und selektive Katalysatoren für die industrielle Anwendung zu entwickeln, beschreiben Dr. Justus Masa vom Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, Prof. Dr. Corina Andronescu von der Universität Duisburg-Essen und Prof. Dr. Wolfgang Schuhmann von der Ruhr-Universität Bochum in einem Übersichtsartikel. Er ist am 30. Juni 2020 online in der Zeitschrift „Angewandte Chemie“ erschienen.

Chemische Reaktionen für die Energieumwandlung

Drei chemische Reaktionen würden sich besonders für die Energieumwandlung eignen: die Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff, welche später zur Energieerzeugung in Brennstoffzellen genutzt werden können; die Umwandlung von Stickstoff in Ammoniak, einen wichtigen Ausgangsstoff für die chemische Industrie; sowie die elektrochemische Umsetzung von CO₂ in weitere Ausgangsstoffe für die Industrie, etwa Ethylen.

Aktivität, Selektivität und Stabilität von Katalysatoren

Die Autorin und Autoren schildern in ihrem Übersichtsartikel, dass Forschung an neuen Katalysatoren stets drei Faktoren im Blick haben muss: Aktivität, Selektivität und Stabilität. Die Aktivität beschreibt, wie leistungsfähig ein Katalysator bei einem bestimmten Energieeinsatz ist. Von Selektivität spricht man, wenn es gelingt, die gewünschte Substanz ohne verunreinigende Nebenprodukte zu erzeugen. Die Stabilität gibt an, wie leistungsfähig ein Katalysator auf Dauer ist.

„Viele Publikationen behaupten eine hohe Aktivität, Stabilität und Selektivität von Elektrokatalysatoren für wichtige Energieumwandlungsreaktionen, aber es fehlen Belege“, sagt Wolfgang Schuhmann, Leiter des Bochumer Zentrums für Elektrochemie und Mitglied im Exzellenzcluster Ruhr Explores Solvation, Resolv (solvation.de).

Kluft zwischen Grundlagenforschung und Anwendung

Unter anderem kritisieren Masa, Andronescu und Schuhmann, dass gerade der Stabilität von Katalysatoren häufig nicht genug Bedeutung beigemessen werde. „Die Unterbewertung der Katalysatorstabilität ist zu einem großen Teil für die große Kluft zwischen scheinbar aufregenden Durchbrüchen beim Design aktiver Katalysatoren und der praktischen Umsetzung solcher Katalysatoren in technischen Anwendungen verantwortlich“, schreiben sie.

Das Team benennt fünf Faktoren, die den Schritt von der Forschung in die Praxis behindern:

- Die Leistung und Materialeigenschaften von Katalysatoren unterscheiden sich unter anwendungsrelevanten Bedingungen von denen unter Laborbedingungen.
- Es fehlen definierte Richtlinien, um die Leistungsfähigkeit von Katalysatoren beurteilen und vergleichen zu können.
- Oft sind ungeeignete Charakterisierungsmethoden im Einsatz, um die Leistung der elektrokatalytischen Reaktionen zu erfassen.
- Es ist zu wenig über die aktiven Zentren der Katalysatoren und deren langfristige Stabilität bekannt. Beispielsweise werden Einflüsse der umgebenden Lösungsmittelmoleküle und Ionen auf die Funktionsweise vernachlässigt.
- Um die Aktivität eines Katalysators zu bestimmen, muss seine tatsächliche Oberfläche bekannt sein. Häufig sind Nanopartikel-Ensembles als Katalysatoren im Einsatz, für die gängige Verfahren zur Oberflächenbestimmung nicht geeignet sind.

In ihrem Artikel belegen Justus Masa, Corina Andronescu und Wolfgang Schuhmann anhand experimenteller Ergebnisse, wie wichtig es ist, die Stabilität von Katalysatoren stets integriert mit ihrer Aktivität zu denken. Sie schlagen verschiedene Methoden vor, mit denen sich die Aktivität zuverlässig messen lässt, und verweisen dabei auf die Nanoelektrochemie. Wenn Nanopartikel-Ensembles als Katalysatoren genutzt werden, sollten einzelne Nanopartikel charakterisiert werden, nicht Partikel-Ensembles, da sonst Interferenzen entstehen. Zuletzt fordern die Autorin und Autoren einen Paradigmenwechsel beim Katalysatordesign. Sie listen vielversprechende Ansätze, die die gewünschten Produkte hochselektiv hervorbringen könnten.

Die Universitätsallianz Ruhr

Seit 2007 arbeiten die drei Ruhrgebietsuniversitäten unter dem Dach der Universitätsallianz Ruhr (UA Ruhr) strategisch eng zusammen. Durch Bündelung der Kräfte werden die Leistungen der Partneruniversitäten systematisch ausgebaut. Unter dem Motto „gemeinsam besser“ gibt es inzwischen über 100 Kooperationen in Forschung, Lehre und Verwaltung. Mit mehr als 120.000 Studierenden und nahezu 1.300 Professorinnen und Professoren gehört die UA Ruhr zu den größten und leistungsstärksten Wissenschaftsstandorten Deutschlands.

Originalveröffentlichung

Justus Masa, Corina Andronescu, Wolfgang Schuhmann: Electrocatalysis as the nexus for sustainable renewable energy. The Gordian knot of activity, stability, and selectivity, *Angewandte Chemie International Edition*, 2020, DOI: 10.1002/anie.202007672
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.202007672?af=R>

Pressekontakt

Prof. Dr. Wolfgang Schuhmann
Analytische Chemie
Zentrum für Elektrochemie
Fakultät für Chemie und Biochemie
Ruhr-Universität Bochum
Tel.: +49 234 32 2620
E-Mail: wolfgang.schuhmann@rub.de

(Herausgeber der Pressemitteilung: Ruhr-Universität Bochum)