

Pressemitteilung

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft

Dr. Jelena Tomovic

12.08.2024

<http://idw-online.de/de/news838065>

Forschungsergebnisse, Forschungsprojekte
Chemie, Energie, Physik / Astronomie, Wirtschaft
überregional



Innovative Studie vom Fritz-Haber-Institut enthüllt neuen Weg in der Grünen Chemie

Eine kürzlich in *Nature Communications* veröffentlichte Studie von Forschenden der Abteilung Interface Science am Fritz-Haber-Institut stellt einen neuen Fortschritt im Kampf gegen den Klimawandel vor. Ihre Studie, „Reversible metal cluster formation on Nitrogen-doped carbon controlling electrocatalyst particle size with subnanometer accuracy“, präsentiert eine neuartige Methode zum Verständnis der Mechanismen der Kohlendioxid (CO₂)-Reutilisierung, die zu Treibstoffen und Chemikalien führt. Diese Arbeit ebnet den Weg für die weitere Optimierung dieses durch erneuerbare Elektrizität angetriebenen katalytischen Prozesses.

Im Kern dieser Entdeckung liegen die faszinierenden Eigenschaften von Katalysatoren, die aus ultradispersen Kupfer- und Stickstoffatomen bestehen, die in Kohlenstoff eingebettet sind. Während des elektrokatalytischen CO₂-Reduktionsprozesses (CO₂RR), einem Verfahren zur Umwandlung von CO₂ in nützliche Chemikalien, können diese Katalysatoren dynamisch von einzelnen Atomen zu kleinen Clustern und Metallpartikeln, bekannt als Nanopartikel, wechseln und dann wieder zurück, sobald das angelegte elektrische Potential aufgehoben oder auf einen positiveren Wert geändert wird. Diese Kontrolle über die reversible Transformation bietet einen Schlüssel zur Steuerung der Struktur des Katalysators und somit zur Kontrolle des Ergebnisses des CO₂RR-Prozesses, da die Produktselektivität stark von der Katalysatorstruktur abhängt.

Die Bedeutung der Ergebnisse

Die Fähigkeit, die Größe und Struktur der Katalysatorpartikel zu kontrollieren, ist herausfordernd bei der Hochskalierung der CO₂RR-Technologie für die praktische Anwendung. Zuvor machte die breite Verteilung der verschiedenen Reaktionsprodukte es schwierig, spezifische industriell relevante Chemikalien und Treibstoffe effizient zu produzieren. Diese Forschung bietet eine Methode zur präzisen Steuerung der Verteilung von CO₂RR-Produkten durch Manipulation des Zustands des Katalysators. Darüber hinaus ermöglicht das entwickelte Verfahren den Forschenden zu verstehen, welche strukturellen Merkmale des Katalysators für die Produktion spezifischer Reaktionsprodukte verantwortlich sind.

Wie der Prozess funktioniert

Die Technik beinhaltet abwechselnde elektrische Impulse. Ein angelegtes negatives (kathodisches) Potential ist erforderlich, um die CO₂-Umwandlung zu treiben, induziert aber auch die Bildung von Kupfernanopartikeln. Ein nachfolgender Impuls eines positiveren (anodischen) Potentials kehrt diesen Prozess um und zerlegt die Nanopartikel wieder in einzelne Atome. Durch Variation der Dauer dieser Impulse können die Forschenden die Größen der gebildeten Nanopartikel steuern und kontrollieren, ob der Katalysator hauptsächlich als einzelne Atome, ultrakleine Metallcluster oder größere metallische Kupfernanopartikel existiert. Jede Form des Katalysators eignet sich besser zur Produktion unterschiedlicher CO₂RR-Produkte. Beispielsweise sind einzelne Kupferatome effizient für die Wasserstoffproduktion,

kleine Cluster bevorzugen Methan und größere Nanopartikel sind am besten für die Ethylenproduktion geeignet.

Um die Transformation des Katalysators in Echtzeit zu überwachen und anzupassen, verwendete das Team operando schnelle Röntgenabsorptionsspektroskopie. Diese fortschrittliche, auf Synchrotron basierende Technik ermöglicht es Wissenschaftler*innen, den Katalysator während der Reaktion mit einer Auflösung im Subsekundenbereich zu beobachten und sicherzustellen, dass die optimalen Bedingungen für die gewünschten CO₂RR-Produkte gegeben sind.

Implikationen für zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen

Diese Studie bietet nicht nur ein tieferes Verständnis des Verhaltens von Katalysatoren und der drastischen strukturellen Transformationen, die während des Betriebs stattfinden können. Sie beleuchtet die CO₂-Reduktionsreaktion (CO₂RR) und zeigt, wie die Kontrolle der Katalysatorstruktur den Prozess beeinflussen kann. Während die Forschung potenzielle Wege für technologische Anwendungen in der Reduzierung von Treibhausgasen und der Produktion von grünen Chemikalien und Treibstoffen aufzeigt, ist sie in erster Linie ein bedeutender Fortschritt in der wissenschaftlichen Untersuchung und bereitet den Weg für zukünftige Fortschritte auf diesem Gebiet.

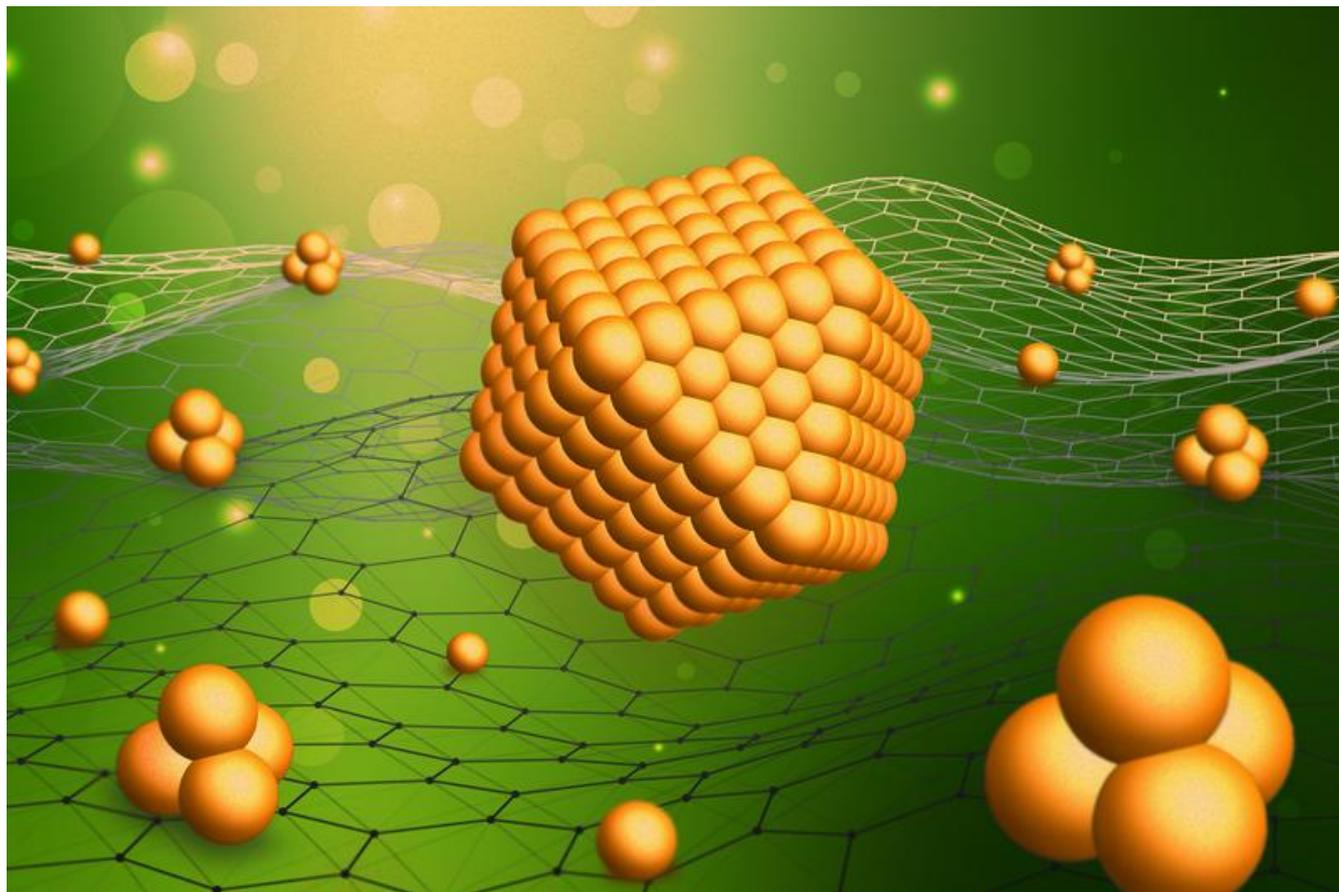
wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Janis Timoshenko
janis@fhi-berlin.mpg

Originalpublikation:

<https://www.nature.com/articles/s41467-024-50379-w#citeas>

URL zur Pressemitteilung: https://www.fhi.mpg.de/1586741/2024-07-22_Rev_Metal_Cluster



neuer Weg in der Grünen Chemie

© FHI

© FHI