

Technische Universität Ilmenau

# Elektrochemische Herstellung und Charakterisierung von Kupfer(I)-oxid für die photoelektrochemische Wasserspaltung

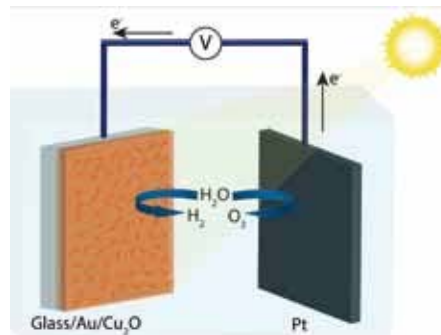
**Cu<sub>2</sub>O-basierte Photoelektroden sind vielversprechende Kandidaten für eine leistungsfähige Wasserspaltung durch Sonnenlicht zum Zweck der Energiegewinnung. Ein Projekt an der Technischen Universität Ilmenau arbeitet daran, mittels elektrochemischer Abscheidung einen Cu<sub>2</sub>O-Dünnsfilm zu erzielen.**

Die Herstellung von chemischen Brennstoffen durch Nutzung von Solarenergie ist eine attraktive und nachhaltige Lösung, um die Abhängigkeit von den begrenzten fossilen Brennstoffen zu verringern und den Treibhauseffekt abzuschwächen. Die direkte Nutzung von Sonneneinstrahlung zur photoelektrochemischen (PEC) Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff ist eine ideale, erneuerbare Methode, um Wasserstoff als chemischen Brennstoff zu produzieren. Bei diesem Prozess kommen Halbleiter-Photoelektroden zum Einsatz, welche die Fähigkeit haben, sowohl die Oxidation von Wasser zu Sauerstoff, als auch die Reduktion von Wasser zu Wasserstoff zu katalysieren (siehe Abbildung 1). Diese Fähigkeit wird durch ihre Bandlücke und die Position ihrer Leitungs- und Valenzbandkanten relativ zu den Wasser-Redox-Reaktionen bestimmt. Aber auch andere Anforderungen, wie die chemische Stabilität und Korrosionsbeständigkeit des Halbleiters, müssen berücksichtigt werden.

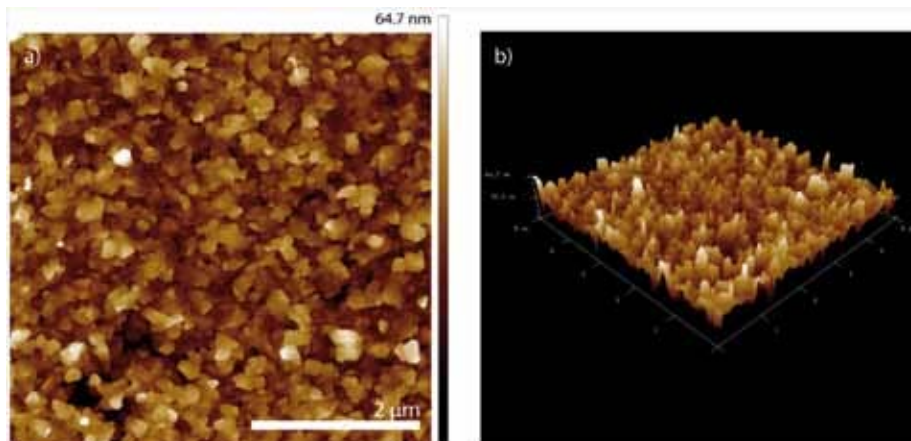
Seit der Entdeckung der PEC-Wasserspaltung im Jahr 1972, bei der Fujishima und Honda kristalline TiO<sub>2</sub>-Photoelektroden zur Elektrolyse von Wasser mittels Sonnenlicht verwendeten, wurde eine Vielzahl an Halb-

leitermaterialien untersucht. Dennoch ist die Herstellung einer langzeitstabilen und effizienten Halbleiter-Photoelektrode, die einen Sonnenlicht-zu-Wasserstoff-Wirkungsgrad von mindestens zehn Prozent aufweist, eine echte Herausforderung.

Aufgrund ihrer ausgezeichneten photoaktiven Eigenschaften sind kupferbasierte Halbleiter wie Kupfer(I)-oxid (Cu<sub>2</sub>O) aussichtsreiche Kandidaten. Cu<sub>2</sub>O ist ein p-Halbleiter mit einer direkten Bandlücke von ~2 eV. Das macht ihn zu einem effektiven Material für die Absorption von sichtbarem Licht, welches die größte Energiedichte im natürlichen Sonnenspektrum beinhaltet. Des Weiteren besitzt Cu<sub>2</sub>O eine geeignete Bandlückenposition für die Wasserspaltung. Dabei liegt das Leitungsband um 0,7 Volt negativer als das Potenzial für Wasserstoffentwicklung und das Valenzband höher als das Potenzial für Sauerstoffentwicklung.



**Abbildung 1: Schematische Darstellung der photoelektrochemischen Wasserspaltung mit einer Cu<sub>2</sub>O-Elektrode.**



**Abbildung 2: AFM-Aufnahme einer elektrochemisch hergestellten Cu<sub>2</sub>O-Schicht.**

## Zur Person



**Mario Kurniawan erlangte seinen Bachelorabschluss an der Swiss German University in Indonesien und seinen Masterabschluss an der University of Tokio in Japan. Während seines Masterstudiengangs forschte er an der Herstellung von nanostrukturierten Halbleitermaterialien für elektrochemische Anwendungen. Nun ist er Promotionsstudent im Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik der Technischen Universität Ilmenau.**

Die theoretische Betrachtung von Cu<sub>2</sub>O für PEC-Wasserspaltung zeigt, dass dieses Material einen Sonnenlicht-zu-Wasserstoff-Wirkungsgrad von 18,1 Prozent bei einem korrespondierenden Photostrom von -14,7 mA cm<sup>-2</sup> bei dem Referenzsonnenspektrum AM 1,5 erzielen kann. Diese Werte machen Cu<sub>2</sub>O-basierte Photoelektroden zu vielversprechenden Kandidaten für eine leistungsfähige Wasserspaltung durch Sonnenlicht.

Eine sehr einfache Methode, um einen dünnen Cu<sub>2</sub>O-Film bei niedrigen Kosten auf einer großen Fläche abzuscheiden, ist die elektrochemische Abscheidung. Im Rahmen eines Projekts erfolgt diese auf einem leitfähigen Substrat (siehe Abbildung 2), wobei Struktur und Gefüge über Konzentration, Temperatur und pH-Wert des Bads sowie die angelegte Spannung kontrolliert werden können. Das Hauptziel des Projekts ist es, einen stabilen photokatalytischen Cu<sub>2</sub>O-Dünnsfilm mit einem optimalen Sonnenlicht-zu-Wasserstoff-Wirkungsgrad für die PEC-Wasserspaltung zu erhalten. ■

Weitere Informationen:

Mario Kurniawan

Tel.: +49 (0)3677/69-3108

mario.kurniawan@tu-ilmenau.de

www.tu-ilmenau.de