

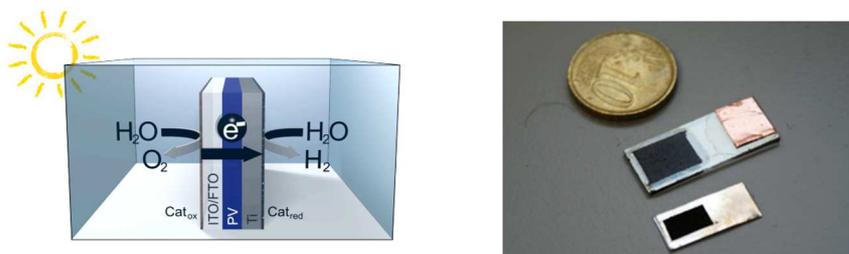
## „Künstliche Blätter“ für die Produktion des solaren Brennstoffs H<sub>2</sub>: Neue Herausforderungen für die Katalyse

Prof. Dr. Philipp Kurz, Institut für Anorganische und Analytische Chemie,  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Albertstraße 21, 79104 Freiburg

Die Speicherung von Sonnenenergie in chemischen Verbindungen gelingt biologischen Systemen durch die Prozesse der Photosynthese. Dabei findet eine klare „Aufgabenverteilung“ bezüglich der einzelnen Teilreaktionen statt und so gibt es in der photosynthetischen Reaktionskette von grünen Pflanzen und Algen jeweils spezielle Verbindungen für die zentralen Reaktionsschritte Lichtabsorption, Ladungstransport und Katalyse.<sup>1</sup>



In den letzten Jahren ist zunehmend klar geworden, dass es für eine intensivere Nutzung erneuerbarer Energien vor allem das Problem der chemischen Energiespeicherung zu lösen gilt. Dafür könnten verschiedene nutzbare Verbindungen (H<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>OH, NH<sub>3</sub> etc.) erzeugt werden könnten (s. Gleichung).<sup>2</sup> Für die Umwandlung von Sonnenenergie ist dabei das Konzept der „künstlichen Blätter“ wiederentdeckt worden. In diesen werden durch die Kopplung von Halbleitermaterialien und Katalysatoren Geräte konstruiert, die eine direkte Umwandlung von solarer in chemische Energie möglich machen (Abb. links).<sup>3</sup>



**Abbildung.** links: schematischer Aufbau eines „künstlichen Blattes“ für die lichtgetriebene Wasserspaltung. rechts: Prototypen von mit Manganoxid beschichteten Elektroden für die Anodenseite des Blattes (Cat<sub>ox</sub>).

Wie im biologischen Vorbild werden in einem solchen künstlichen Blatt jeweils „Spezialmaterialien“ für die einzelnen Teilreaktionen eingesetzt: die Lichtabsorption erfolgt durch eine Photovoltaikeinheit („PV“ in der Abb.), der Ladungstransport durch metallische / oxidische Schichten (FTO, Ti,...) und die Produktbildung durch Heterogenkatalysatoren für die Oxidation (Cat<sub>ox</sub>) und Reduktion (Cat<sub>red</sub>). Für alle Komponenten gibt es eine Vielzahl möglicher Verbindungen und Architekturen, die derzeit weltweit intensiv untersucht und optimiert werden.

Meine Arbeitsgruppe beschäftigt sich in diesem Kontext besonders mit der Entwicklung geeigneter Katalysatoren für die Wasseroxidation. Im Gegensatz zu den derzeit in kommerziellen Elektrolyseuren eingesetzten Anoden müssen diese im künstlichen Blatt nur geringe katalytische Stromdichten umsetzen (~5mA·cm<sup>-2</sup>), dabei für diese Anwendung aber sehr günstig, effizient (kleine Überspannungen) und robust sein. Wir haben dafür in den letzten Jahren erfolgreich die Synthese gemischter Manganoxide<sup>4</sup> studiert und optimiert und testen diese nun Anoden-Prototypen für die elektrochemische Wasseroxidation (Abb. rechts).

Der Vortrag wird in einem ersten Teil Chancen und Herausforderungen des Konzepts der künstlichen Blätter vorstellen. Im zweiten Teil werden im Detail neue Ergebnisse zur Wasseroxidationskatalyse durch Manganoxide präsentiert.

### Literatur

- 1 J. Barber, *Chem. Soc. Rev.*, 2009, **38**, 185–196.
- 2 A. Thapper et al. *Green*, 2013, **3**, 43–57.
- 3 a) D. G. Nocera, *Acc. Chem. Res.*, 2012, **45**, 767–776; b) K. S. Joya, Y. F. Joya, K. Ocakoglu and van de Krol, Roel, *Angew. Chem.*, 2013, **125**, 10618–10630
- 4 C. E. Frey, M. Wiechen and P. Kurz, *Dalton Trans.*, 2014, **43**, 4370-4377.