

**CEST – Kompetenzzentrum für  
Elektrochemische  
Oberflächentechnologie**

Programm: COMET

Förderlinie: COMET-Zentrum

Projekttyp: Soxfucell, 06/21-12/23,  
strateg. project



## ANGRIFF DER SAUREN GASE: BRENNSTOFFZELLEN FÜR EINE NACHHALTIGE ENERGIEVERSORUNG

EINE NEUE MESSTECHNIK ERMÖGLICHT ES AUFZUKLÄREN WIE SAURE GASE DIE REAKTIVITÄT VON ELEKTRODENOBERFLÄCHEN IN FESTOXIDBRENNSTOFFZELLEN VERSCHLECHTERN.

Festoxidbrennstoffzellen sind eine vielversprechende Technologie, mit der nachhaltige Brennstoffe wie Wasserstoff mit hohem Wirkungsgrad in elektrische Energie umgewandelt werden können. Da sie im Betrieb hohe Temperaturen benötigen (700-900 °C), sind sie vor allem für den stationären Betrieb und als Kleinkraftwerke geeignet. Obwohl die Entwicklung dieser Brennstoffzellen in den letzten Jahren große Schritte nach vorne gemacht hat, ist ein limitierender Faktor nach wie vor die Reaktion an der Lufterlektrode, an der Sauerstoff in die Brennstoffzelle eingebaut wird, der danach durch die Brennstoffzelle transportiert wird und dort mit dem Wasserstoff zu Wasser reagiert. Es ist bis heute problematisch, ein Material mit einer guten Reaktivität für diesen Sauerstoffeinbau zu finden, das gleichzeitig stabil gegen im Betrieb auftretende Degradationsprozesse ist. In diesem Projekt war es Forschern der TU Wien und des CEST (Centre for Electrochemistry and

Surface Technology) mittels einer neu entwickelten Messmethode erstmals möglich, den Mechanismus einer dieser Degradationsprozesse aufzuklären und damit einen wichtigen Beitrag zu der Entwicklung von reaktiven und stabilen Materialien zu leisten.

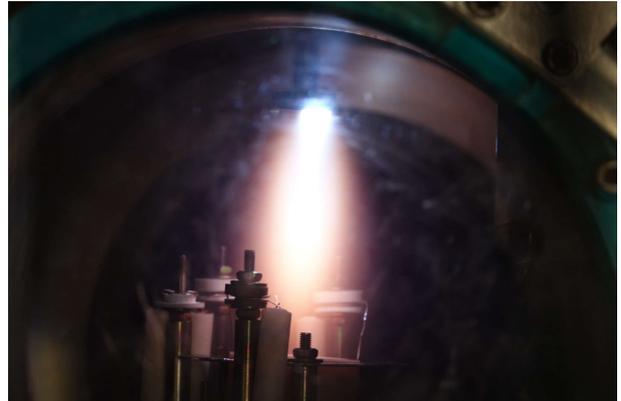
### Untersuchungen auf wirklich sauberen Oberflächen

Ein kritischer Aspekt in der Forschung zu Degradationsprozessen ist die Frage, wie man überhaupt die Reaktivität einer wirklich sauberen Oberfläche untersuchen kann. Üblicherweise kann nur schwer gewährleistet werden, dass eine Probe zwischen Herstellung und Messung nicht Umwelteinflüssen ausgesetzt ist, die möglicherweise ihre Performance signifikant beeinflussen. In diesem Projekt war es möglich, die Reaktivität einer Oberfläche in den ersten Momenten nach der Probenherstellung zu messen. Dabei werden die Proben mittels gepulster Laserdeposition (Pulsed

## SUCCESS STORY

Laser Deposition, PLD) hergestellt, bei der eine sehr dünne Schicht eines Materials auf einem beheizten Substrat aufwächst. Mittels eines neuen Messsetups war es bei dieser Herstellungsmethode nun möglich, die Probe direkt in der Vakuumkammer, in der sie beschichtet wird, elektrisch zu kontaktieren und ihre Reaktivität für Sauerstoffeinbau zu messen (in-situ-PLD oder i-PLD).

Ein zentrales Ergebnis dieser Versuche war, dass wirklich saubere, frisch hergestellte Oberflächen um ein Vielfaches reaktiver als alle zuvor in der Literatur beschriebenen Proben sind. Mittels moderner Oberflächenanalytik konnte daraufhin festgestellt werden, dass, sobald solche Oberflächen aus der PLD-Kammer entnommen werden und in einer herkömmlichen Messatmosphäre untersucht werden, kleinste Spuren von sauren Gasen an der Oberfläche haften bleiben (z.B. schwefelhaltige Gase oder CO<sub>2</sub>), die den Sauerstoffeinbau substanziell beeinträchtigen. Dazu reichen schon extrem kleine Mengen dieser Gase, die in herkömmlichen Messständen de facto nicht vermeidbar sind, weshalb es bis zu den hier durchgeführten i-PLD-Versuchen nicht möglich war, tatsächlich saubere Oberflächen zu untersuchen. In der weiteren Folge konnte außerdem der Wirkungsmechanismus dieser Gase aufgeklärt werden, die dazu führen, dass Ladung zwischen Oberfläche und Gasmolekülen verschoben wird und so die Oberfläche für eine weitere Reaktion mit Sauerstoff deaktiviert wird.



Copyright Matthäus Siebenhofer, Foto eines PLD-Laserpulses, der Material aus einem Target herauslöst, das daraufhin auf der Probenoberfläche aufwächst. Die Probe ist in einer neuartigen Messvorrichtung montiert (unten), die es erlaubt, die Probe während des PLD-Prozesses elektrisch zu kontaktieren.

### Der Weg zum optimalen Elektrodenmaterial

Nach dieser Entdeckung stellt sich sofort die Frage, wie man solche Degradationsprozesse eventuell vermeiden kann. Im Laufe der Untersuchungen an der TU Wien und am CEST stellte sich heraus, dass es tatsächlich die äußerste Oberfläche ist, die bestimmt, wie empfänglich das Material für eine Kontamination mit sauren Gasen ist, und dass nicht alle Materialien gleich empfindlich gegenüber dieser Kontamination sind. In Folgeversuchen, die ebenfalls die i-PLD Methode verwendeten, konnten die Forscher feststellen, dass die Modifikation von solchen Oberflächen mit anderen Materialien (z.B. ultradünne Oxidschichten im sub-Nanometer Bereich) ebenfalls einen signifikanten Effekt auf den Sauerstoffeinbau hat und diesen sogar deutlich beschleunigen kann.

Eine Strategie, um hoch reaktive Oberflächen zu erzeugen, die gleichzeitig stabil gegenüber Degradationsprozessen sind, könnte also sein, die ideale Oberflächenmodifikation zu finden, die den perfekten Kompromiss zwischen Reaktivität und Stabilität bietet. Wenn es gelingt, ein solches Material zu entwickeln, würde das für nachhaltige Energieumwandlungssysteme einen großen Schritt nach vorne bedeuten und die lokale Stromerzeugung aus Wasserstoff wesentlich erleichtern.

## SUCCESS STORY



---

### Projektkoordination (Story)

Dr. Matthäus Siebenhofer  
Junior Researcher  
CEST

T +43 (0) 2622 – 22266 - 0  
office@cest.at

### Kurztitel COMET-Zentrum / COMET-Projekt

#### Trägerorganisation/ Konsortialführung

Viktor Kaplan-Straße 2  
2700 Wiener Neustadt  
T +43 (0) 2622 22266 – 0

office@cest.at  
www.cest.at

### Projektpartner

- TU Wien, Österreich
- Montanuniversität Leoben, Österreich

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung/ der Konsortialführung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Weitere Informationen zu COMET: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)