

1 Zellhalter für Messungen von MEAs bei tiefen Temperaturen.

2 Tafel-Plots eines Pt/C Katalysators bei verschiedenen Temperaturen.

## KOMPONENTEN-UNTERSUCHUNGEN FÜR PEM-BZ BEI TIEFEN TEMPERATUREN

### Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal

Ansprechpartner

Dr. Carsten Cremers  
Telefon +49 721 4640-665  
carsten.cremers@ict.fraunhofer.de

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)

### Einführung

Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen (PEM-BZ) sind eine vielversprechende Alternative für die Mobilität der Zukunft. In ihnen wird Wasserstoff elektrochemisch oxidiert bzw. Sauerstoff aus der Luft reduziert um Strom zu generieren. Dabei entsteht lediglich Wasser als Endprodukt.

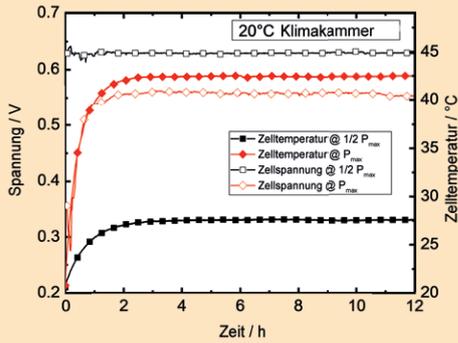
### Herausforderung tiefe Temperaturen

Im Hinblick auf den Einsatz der PEM-BZ im Mobilitätssektor ist vor Allem das Verhalten bei niedrigen Außentemperaturen (etwa beim Betrieb im Winter) und bei Kaltstartbedingungen von Bedeutung. Da die PEM-BZ üblicherweise bei 60 bis 80 °C betrieben wird, entstehen hier Bedingungen, die nicht dem optimalen Betriebspunkt entsprechen, bei denen die PEM-BZ dennoch gut funktionieren muss. Bei solchen Bedingungen ist nicht nur die Aktivität von Bedeutung, son-

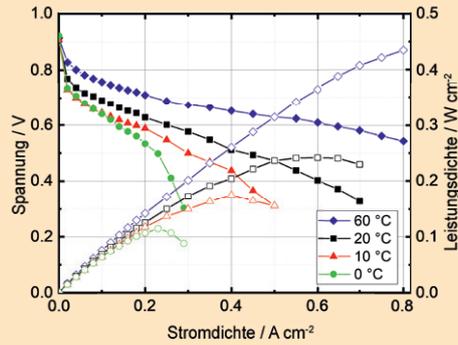
dern es ist auch wichtig, die Degradation der Komponenten zu verstehen, vor allem wenn man zum Beispiel Eiskristallbildung mit einbezieht.

### Ansatz Kalttests

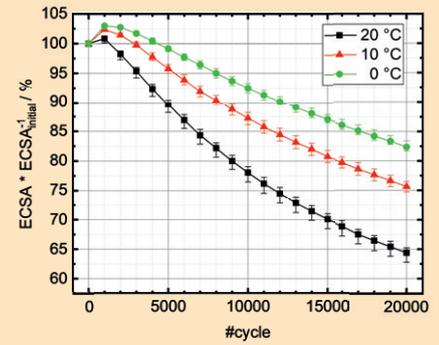
Um Komponenten wie Katalysatoren, Gasdiffusionsschichten oder Membranen auf ihre Eignung bei tiefen Temperaturen hin zu evaluieren werden am Fraunhofer ICT verschiedene Untersuchungen bei tiefen Temperaturen (je nach Test -5 bis 25 °C) durchgeführt. Ein besonderer Fokus unserer Forschung liegt dabei auf den elektrochemischen Eigenschaften der Materialien, sowie der Bestimmung der Degradationsmechanismen. Unsere Expertise umfasst ebenfalls die Herstellung der Komponenten für die entsprechenden Untersuchungen, zum Beispiel Katalysatorsynthese oder die Anfertigung von Membran-Elektroden-Einheiten.



3



4



5

### Rotierende Ring-Scheibenelektrode

Für die Evaluierung von Katalysatoren stehen am Fraunhofer ICT Rotierende Ring-Scheiben-Elektroden (RRDE) zur Verfügung. Mit diesen lassen sich unter Anderem Aussagen über den kinetischen Strom, die Aktivierungsenergie, die Katalysator-degradation oder den Reaktions-mechanismus treffen. In unserer Messzelle ist eine Abkühlung bis  $-5\text{ °C}$  (je nach Elektrolyt) möglich. Abbildung 2 zeigt die Tafelsteigung für die Sauerstoffreduktions-reaktion an einem Pt/C Katalysator bei verschiedenen Temperaturen.

### Einzelzelltests

Um Katalysatoren oder andere Komponenten anwendungsorientiert zu untersuchen und zu optimieren, werden am Fraunhofer ICT Membran-Elektroden-Einheiten (MEAs) in Einzelzellmessungen charakterisiert. Es besteht dabei auch die Möglichkeit eigene MEAs herzustellen. Wir bieten daher an Fertigungsparameter, wie Binderanteil, Katalysatorbeladung oder Vorbehandlungen einzelner Komponenten zu variieren und deren Effekte zu untersuchen. Andere Zellkomponenten wie GDLs, Membranen oder Bipolarplatten können ebenso in der Einzelzelle charakterisiert werden.

Die Einzelzellen befinden sich in einem Aufbau, der weitestgehend der eines industriell interessanten Stacks mit lediglich einer einzigen Zelle entspricht. Somit lassen sich systemrelevante Ergebnisse mit einem geringen Materialeinsatz erzielen. Der

Betrieb in unserer Klimakammer erlaubt die Regelung der Außentemperatur von  $-70$  bis  $+180\text{ °C}$ , sowie die Regelung der Umgebungs- und der Gasbefeuchtung für beide Elektroden. Mittels Temperatur-sensoren kann die Wärmeentwicklung während der Reaktion und der Temperaturverlauf in der Zelle verfolgt werden (3). Typische Messungen umfassen Strom-Spannungskennlinien (4), Impedanzspektren und Langzeitmessungen bei konstantem Strom oder Potential. Es können außerdem beliebige Accelerated Stress Tests (AST) in der Klimakammer gefahren werden, wie auch Versuche zu Kaltstart und Start-Stopp Bedingungen.

### Degradation

Eine starke Expertise am Fraunhofer ICT ist die Degradation und wir sind in der Lage verschiedene Untersuchungsmethoden zu koppeln, um Aussagen zur Komponentendegradation oder Vergiftung durch Schadgase zu treffen. Dabei kommt zum Beispiel die Differentielle Elektrochemische Massenspektrometrie (DEMS) zum Einsatz. Ein von uns erzieltetes Ergebnis zeigt etwa eine deutlich verringerte Pt/C Degradation bei niedrigen Temperaturen (5).

### Unsere Expertise

Basierend auf unseren Messungen können wir abschließend nicht nur Aussagen zur Leistung und Degradation treffen, sondern auch Empfehlungen zu Betriebspunkten und -strategien ableiten.

Unsere Kompetenzen umfassen:

- Katalysatoren und Träger
- Poröse Transportschichten und Gasdiffusionsschichten
- Membran-Elektroden-Einheiten
- RDE und RRDE Messungen an Katalysatoren bis  $-5\text{ °C}$  (je nach Elektrolyt)
- Einzelzellmessungen in der Klimakammer ( $-70$  bis  $+180\text{ °C}$ )
- Langzeit- und Degradations-untersuchungen
- Accelerated Stress Tests
- Untersuchung verschiedener Gaszusammensetzungen und Schadgase

### Mögliche Anwender

Hersteller von:

- Katalysatoren und Katalysatorträgern
- Protonenaustauschmembranen und Bindern
- Gasdiffusionsschichten
- Bipolarplatten
- MEAs

Nutzer und Interessierte an:

- Brennstoffzellen und Wasserstoff-technologie
- erneuerbare Energien

3 Temperaturverlauf in einer Einzelzelle bei  $20\text{ °C}$  und  $200\text{ mA cm}^{-2}$  bzw.  $600\text{ mA cm}^{-2}$ .

4 Strom-Spannungskennlinien einer  $0,4\text{ mg cm}^{-2}$  Pt/C MEA bei  $0$  bis  $60\text{ °C}$

5 Verlauf der elektrochemisch aktiven Oberfläche eines Pt/C Katalysators während AST.