

1



2

Auszug aus dem Jahresbericht 2020  
Zur aktuellen Website: [www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

# MESSVERFAHREN ZUR BEURTEILUNG VON MATERIALIEN FÜR WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN

Die Energiewende ist zentral für eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Mit dem Ziel, eine nachhaltige Energieversorgung zu realisieren, steht in Deutschland die Entwicklung klimafreundlicher Wasserstofftechnologien verstärkt im Fokus. Neben der Infrastruktur und Speicherung von Wasserstoff sind spezielle Materialeigenschaften maßgeblich. Die Brennstoffzelle ist ein Beispiel für die Energiegewinnung aus Wasserstoff. In der Anwendung müssen die Komponenten einer Brennstoffzelle teils konträre Anforderungen erfüllen, so wird z. B. von der Bipolarplatte eine hohe Korrosionsbeständigkeit und gleichzeitig hohe elektrische Leitfähigkeit gefordert. Um eine qualitative Messung dieser Eigenschaften zu ermöglichen und damit die Oberflächenbeschichtungen und -modifikationen hinsichtlich dieser Anforderungen zu verbessern, hat das Fraunhofer IST zusammen mit dem Institut für Oberflächentechnik (IOT) der TU Braunschweig geeignete Messverfahren für die Beurteilung von verschiedenen Materialien und Oberflächenbehandlungen entwickelt.

## Herausforderungen in der Brennstoffzellenentwicklung

Die Brennstoffzelle birgt ein großes Potenzial zur nachhaltigen Energieversorgung. Eine Brennstoffzelle besteht aus mehreren Stacks. Ein Kernelement innerhalb eines Stacks bildet die Bipolarplatte (BPP), die zeitgleich verschiedene Aufgaben erfüllt. Neben der elektrischen Verbindung der Zellen ist sie für die Kühlung und den Transport der Reaktionsgase bzw. Reaktionsprodukte über eine Kanalstruktur zuständig. Daraus ergeben sich verschiedene Anforderungen an die Eigenschaften der Bipolarplatte wie z. B. eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit, eine hohe Korrosionsbeständigkeit, niedrige Kosten für das Material und die Fertigung oder eine hohe Gasdichtigkeit. Der serientaugliche Einsatz von kostengünstigen metallischen Bipolarplatten wird derzeit durch die geforderte Korrosionsbeständigkeit in Kombination mit ausreichender elektrischer Leitfähigkeit begrenzt.

## Korrosionsmessstand

Die Grundlage für die elektrochemische Korrosionsmessung von Werkstoffen bildet ein Potentiostat. In der Messzelle wird das zu untersuchende Material in Kontakt mit einem Elektrolyten gebracht und als Arbeitselektrode geschaltet. Durch das Anbringen einer Zellspannung fließt elektrischer Strom zwischen dem Substrat und der Gegenelektrode, während das Elektrodenpotential zwischen dem Substrat und der Referenzelektrode, z. B. Ag/AgCl, gemessen wird. Der Messaufbau am Fraunhofer IST wurde dabei so weit modifiziert, dass eine Prüfung gemäß der festgelegten Vorgabe des Department of Energy (DoE) erfolgen kann.

7



9

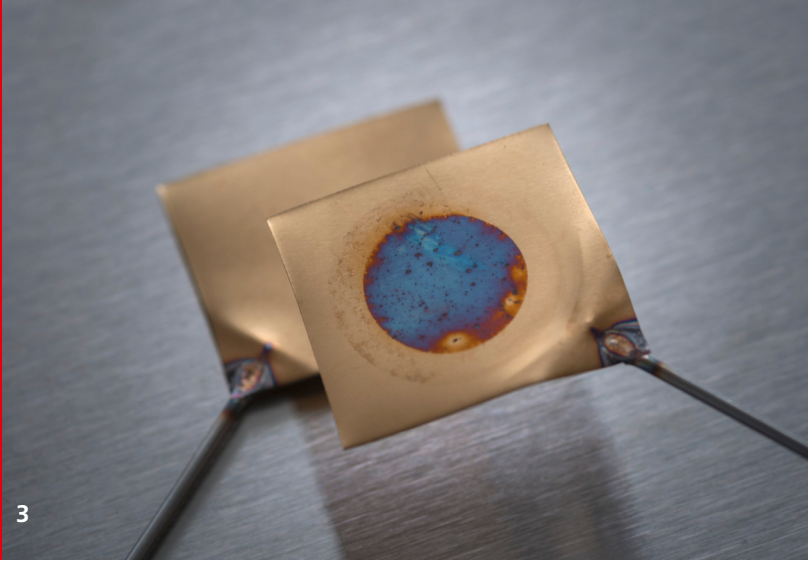


11



13





- 1 Kontaktwiderstandsmessgerät.
- 2 Korrosionsmessstand.
- 3 Korrosionserscheinungen an einer beschichteten Probe.

Folgende Prüf-Variationen sind möglich:

- Messung mit konstanter Spannung (statisch) oder über einen definierten Bereich (dynamisch)
- Variation des Elektrolyten (z. B.  $H_2SO_4$  und  $NaCl$ ), der Begasung ( $O_2$  und  $N_2$ ) und der Referenzelektroden
- Variation in der Temperierung und der Bepflügelung mit verschiedenen Gasen.

#### Gerät zur Kontaktwiderstandsmessung

Mit einer umgebauten Materialprüfmaschine der Firma Zwick können Oberflächen analysiert werden. Hierzu zählt der Kontaktwiderstand, der den elektrischen Widerstand einer Kontaktfläche beschreibt und damit ein Maß für die Leitfähigkeit einer Oberfläche darstellt. Bei derartigen Leitfähigkeitsuntersuchungen ist es gängig, die Normalkraft in bestimmten Grenzen zu variieren. Um die Messung gemäß des DOE durchführen zu können, wurde am Fraunhofer IST eine modifizierte Messmethode entwickelt und validiert. Die nachstehende Tabelle fasst die möglichen Messmethoden zusammen.

#### Nutzen der Messverfahren für die Anwendung

Durch die entwickelten Messverfahren ist es möglich, Materialien und Schichtsysteme für die Anwendung in der Wasserstofftechnik zu vergleichen, zu beurteilen und durch ein tiefergehendes Verständnis der Zusammenhänge weiterzuentwickeln. Weitere Anwendungsmöglichkeiten, bei denen diese Messverfahren und -methoden die Materialcharakterisierung unterstützen können, sind zum Beispiel Tanks, Rohre oder Ventile für die Speicherung und den Transport von Wasserstoff.

	Davis-Methode	Wang-Methode	Am Fraunhofer IST modifizierte Messmethode
<b>Eignung</b>	Vergleichszwecke (vorher / nachher)	Übergangswiderstände	Übergangswiderstände
<b>Besonderheit</b>	Schnelle Beurteilung der Oberflächenmodifikation	Erfüllt Vorgabe des DOE	Erfüllt Vorgabe des DOE (korreliert mit der Wang-Methode)
<b>Präparationsaufwand</b>	Gering, da nur vergleichend	Hoch, da nur gültig für Proben mit gleichen Oberflächeneigenschaften auf beiden Seiten (Rauheit, Schichtdicke, etc.)	Gering, da valide für einseitig behandelte Proben

Vor- und Nachteile verschiedener Messmethoden des Kontaktwiderstands.

#### KONTAKT

Phillip Marvin Reinders, M. Sc.  
 Telefon +49 531 2155 835  
 phillip.reinders@ist.fraunhofer.de