

ENERGIE

# NACHHALTIGE GASDIFFUSIONSELEKTRODEN FÜR ALKALISCHE ENERGIEWANDLER

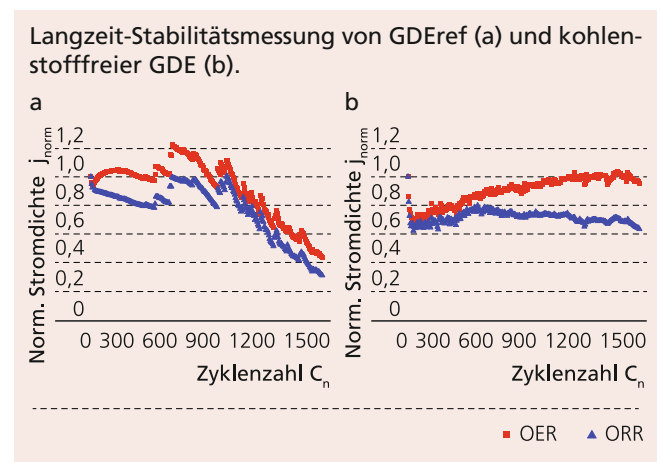
M.Sc. Artur Bekisch, Dr. Karl Skadell, Dr. Matthias Schulz, Dr. Roland Weidl, Prof. Michael Stelter

Sauerstoff-Gasdiffusionselektroden (GDE) spielen eine zentrale Rolle in alkalischen Energiewandlern wie Metall-Luft-Batterien (z. B. Zn/O<sub>2</sub>) und Polymer-Membran-Elektrolyseuren (z. B. AEM-EL). Sie ermöglichen chemische Reaktionen, wie die Sauerstoff-Bildung (OER) oder -Reduzierung (ORR), dabei stellt die OER den eigentlichen »Flaschenhals« für energieeffiziente Batterie- und Elektrolyse-Technologien dar. Die GDE bestehen nach aktuellem Stand der Technik aus Kohlenstoff, Elektro-Katalysatoren und PTFE (hydrophober Binder), davon ist besonders der Kohlenstoff korrosionsanfällig. Dies führt zu einer verkürzten Lebenszeit der GDE und einem Ausfall der Batterie oder des Elektrolyseurs. Um dem entgegenzuwirken, wurde eine kohlenstofffreie und damit korrosionsstabile GDE entwickelt, die bifunktional agiert, also zu beiden Reaktionen (OER und ORR) in der Lage ist. Durch eine elektrochemische Abscheidung von Manganoxid auf Nickel-Schaum wurde eine kohlenstofffreie GDE hergestellt (Bild 1). Proben wurden charakterisiert und anhand elektrochemischer Messungen mit einer kommerziellen GDE (GD<sub>Eref</sub>) verglichen. Gemessen und verglichen wurde jeweils die Sauerstoff-Bildung und -Reduzierung der kommerziellen und der kohlenstofffreien GDE. Ein Zyklus bildet jeweils eine abgeschlossene Sequenz von OER und ORR. Die Proben wurden bis zu 1500 Zyklen betrieben und auf ihre Langzeit-Stabilität hin untersucht (Graphik rechts). Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden GDE – mit deutlichen Vorteilen für die kohlenstofffreie GDE. Die Graphik zeigt deutlich die Kohlenstoffkorrosion der GD<sub>Eref</sub> (a). Ab Zyklus 900 beginnt der Leistungsabfall, dieser setzt sich konstant fort bis zu einem Gesamtverlust von etwa 60 %. Die kohlenstofffreie GDE dagegen zeigt ein weitestgehend stabiles Verhalten für 1500 Zyklen. Nach einem kurzen Leistungsabfall in den ersten

Zyklen von etwa 35 %, steigt die Leistungsfähigkeit zur OER (rot) und zur ORR (blau) wieder an. Anschließend bleibt die ORR auf konstantem Niveau, während die OER bis zum letzten Zyklus weiter ansteigt.

Die Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial dieser kohlenstoff- und edelmetalfreien Gasdiffusionselektroden, welche Bifunktionalität sowie höhere Stromdichten und Spannungen in alkalischen Metall-Luft-Batterien und Polymer-Membran-Elektrolyseuren ermöglichen.

Diese Arbeit wurde im Rahmen eines Stipendiums der Reiner Lemoine Stiftung finanziert.



1 Nickel-Schaum mit Manganoxid: Beschichtung in 100 µm- und 200 nm-Darstellung.