

Entwurf, Konstruktion und Aufbau eines Hochdruck-Anionenaustauschmembran-Wasserelektrolyse(AEMWE)-Stacks basierend auf hydraulischer Einzelzellverpressung

Autoren: Tamineh Haddadi, Florian Wirkert, Jeffrey Roth, Norbert Kazamer, Michael Brodmann

Motivation

Grüner Wasserstoff spielt eine besondere Rolle bei der Dekarbonisierung der Energiewirtschaft. Mit Hilfe der Elektrolyse kann aus Wasser direkt Wasserstoff und Sauerstoff hergestellt werden. Wenn die elektrische Energie aus regenerativen Quellen bereitgestellt wird, werden bei diesem Vorgang keine Schadstoffe produziert und der Wasserstoff ist somit klimaneutral [1].

Stand der Technik

Die bekanntesten Technologien für die Niedrigtemperatur-Wasserelektrolyse sind die alkalische Wasserelektrolyse (AWE) und die Protonenaustausch-Membran-Wasserelektrolyse (PEMWE). Die PEMWE ist kompakt, hat ein dynamisches Betriebsverhalten und modulares Zelldesign, ist aber abhängig von teuren Materialien, z.B. Platin und Iridium und somit unwirtschaftlich für die Massenproduktion. Die Langzeitstabilität und die Kosteneffizienz sind die bekannten Vorteile von AWE, aber der niedrige Betriebsdruck und "Cross-over of gas" zählen zu den Nachteilen der AWE. Die Anionenaustausch-Membran-Wasserelektrolyse (AEMWE) dagegen, kombiniert die Vorteile beider Technologien [2], siehe Abbildung 1.

AWE	PEMWE	AEMWE
Uedle Metalle	Kompakt	Kompakt
Übergangsmetalle	Feststoffelektrolyte (Protonen-Austausch-Membran)	Feststoffelektrolyte (Anion-Austausch-Membran)
Stark alkalisch (20%-40%) KOH	Hohe Stromdichte	1 M KOH
Gas crossover	Dynamischer Betrieb	Übergangsmetalle (Ni-Co)
	Hochdruck-Wasserstoff Produktion	
	Teure Edelmetalle (Ir-Pt)	

Abb. 1: Gegenüberstellung der bekanntesten Technologien für die Niedrigtemperatur-Wasserelektrolyse

Gegenstand der Untersuchungen

In dieser Arbeit wird ein neuartiger Stack für die AEMWE beschrieben. Dieser Stack unterscheidet sich vom Stand der Technik durch den modularen Ansatz, der durch eine hydraulische Verpressung auf Einzelzellbasis ermöglicht wird. Im Gegensatz zur klassischen mechanischen Verpressung erlaubt die hydraulische Verpressung zudem den Betrieb des Elektrolyseur-Stacks bei hohen Ausgangsdrücken [3]. In Abbildung (2) wird der Stack im Querschnitt dargestellt.

Aufgrund der hohen angestrebten Produktionsdrücke lag ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit auf der Ausarbeitung des Dichtungskonzepts sowie der Prüfung eines geeigneten Dichtungsmaterials. Ausgehend von chemischen Beständigkeitsstabellen wurde ein geeignetes Dichtungsmaterial (EPDM) für den Einsatz in Kalilauge (KOH) ausgewählt sowie die Konstruktion für den Einsatz dieser Dichtung angepasst. Zusätzlich wurde das Material hinsichtlich seiner Beständigkeit gegenüber den verwendeten Prozessmedien, insbesondere 1 M KOH sowie der im Elektrolyseur produzierten Gase Wasserstoff und Sauerstoff untersucht. Hierfür wurde eine Probe in einem experimentellen Aufbau sowohl mit den Gasen als auch mit der Lauge in Kontakt gebracht und durch Temperatureinwirkung beschleunigt gealtert.

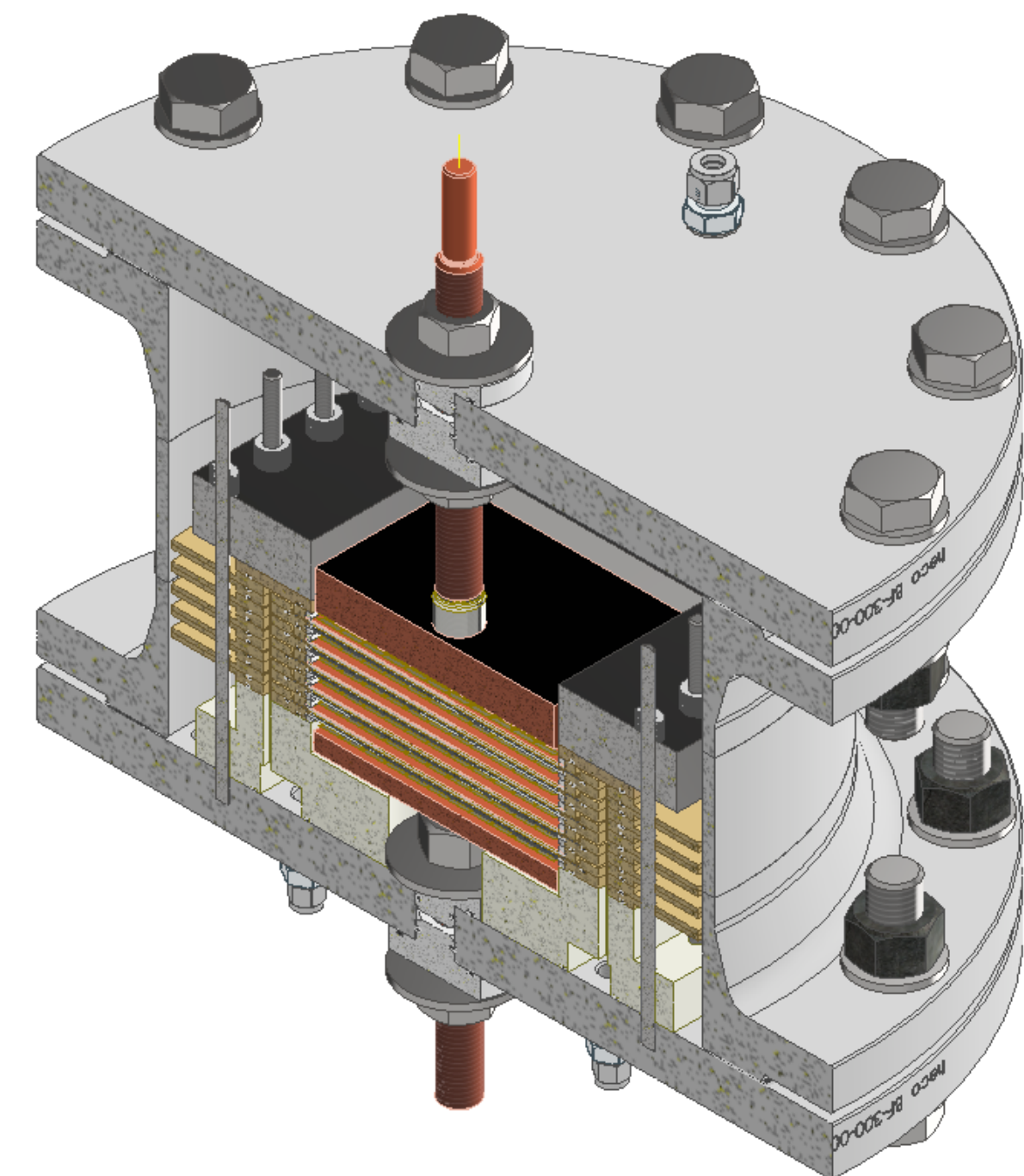


Abb. 2: Querschnitt des Elektrolyseur-Stacks

Literatur

- [1] Ackerman S. Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Vergleich von AEM-Membran-Elektroden-Einheiten, Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2018
- [2] Vincent et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, 81(2), 1690-1704
- [3] Wirkert et al., Int. J. of Hydrogen Energy, 2020, 45(2), 1226-1235

Die präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen der laufenden Forschungsprojekte NEWELY "Next Generation Alkaline Membrane Water Electrolysers with Improved Components and Materials" NUMBER 875118 (Mittelgeber: EU) und AEM-ruhr (Mittelgeber: BMBF) erarbeitet.