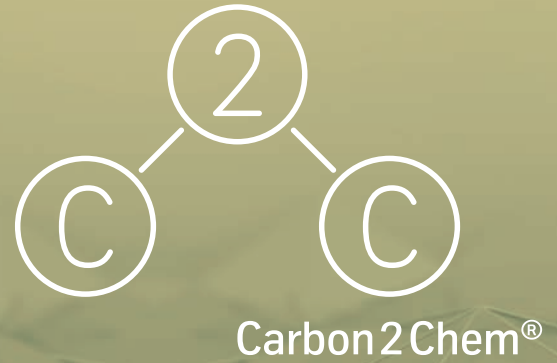


Teilprojekt L1

Instationärer Betrieb eines Wasserelektrolyseurs zur Bereitstellung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff

Projektergebnisse für den Zeitraum 2016 bis 2020



PROJEKTZIELE

Die Wasserelektrolyse hat in der ersten Phase des Verbundprojektes Carbon2Chem® eine Schlüsselrolle eingenommen, da Wasserstoff als Edukt für die Umsetzung der Hüttengase erzeugt wird und in Zeiten eines Überangebots auf den Strommärkten eine Energiesenke realisiert werden kann. Damit kann die Elektrolyse die Funktion der Netzstabilisierung übernehmen. Verfügbarkeit und Reinheit des elektrolytisch erzeugten Wasserstoffs sind zentral für das Gelingen der chemischen Downstream-Prozesse. Die bevorzugte Verwendung von Strom aus regenerativen Quellen zur Herstellung von Wasserstoff mit einem geringen Kohlendioxid (CO₂)-Footprint geht mit einem fluktuierenden Stromangebot und einem dynamischen Betrieb der Wasserelektrolyseure einher, wofür konventionelle Elektrolyseure nicht optimiert sind. Die wesentliche Herausforderung des Teilprojektes L1 bestand somit in der Adaption der Wasserelektrolyse an eine dynamische Fahrweise und in der Integration in das cross-industrielle Netzwerk.

PROJEKTINHALTE

Zum Nachweis der Langzeitstabilität wurden Elektrolysesysteme im Labor- und Technikumsmaßstab nach einem längeren Betrieb unter dynamischen Bedingungen auf mögliche Schädigungen untersucht. An der ZBT – Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH in Duisburg erfolgten vergleichende Untersuchungen zum Betrieb eines kommerziellen alkalischen (AEL), eines PEM- und eines Hochtemperaturelektrolyse-Systems (HTEL) im Maßstab von 20 bis 40 kW. Ergänzend wurden PEM-Stacks mit fluktuierenden Betriebsprofilen im Labor getestet, um deren Stabilität und die Mechanismen aufgetretener Schädigungen zu untersuchen. thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers (tkUCE) führte zwecks Auswahl neuer Membranen, Anoden- und Kathodenmaterialien sowie Dichtungskonzepte den Betrieb eigener alkalischer Systeme mit Leistungsklassen von bis zu 200 kW durch. Hinsichtlich der kommerziellen Umsetzung wurden ein Scale-up auf einen 2 MW Technikumselektrolyseur durchgeführt und der dynamische Betrieb im MW-Maßstab untersucht. Für die Bewertung der Marktfähigkeit der Elektrolysesysteme wurden die experimen-

tellen Arbeiten von thyssenkrupp Industrial Solutions AG (tkIS) durch ökologische und ökonomische Betrachtungen begleitet.

PROJEKTERGEBNISSE

Die generelle Eignung der AEL-, PEM- und HTEL-Elektrolysesysteme für den dynamischen Betrieb im Labormaßstab wurde in vergleichenden Untersuchungen nachgewiesen. Im Rahmen der Untersuchungen zur Alterung an PEM-Elektrolysestacks im Labor konnten künstliche neuronale Netze zur Modellierung und Simulation der Zellspannungsdegradation erfolgreich eingesetzt werden. Die technische Machbarkeit des dynamischen Betriebs der AEL im MW-Maßstab wurde über eine Versuchsdauer von mehreren Wochen anhand des täglichen An- und Abfahrens, des strompreisgeführten Lastwechsels sowie in Langzeitversuchen nachgewiesen. Zudem wurde die Anlage für die Primärregelung qualifiziert. Die Wasserelektrolyse wurde somit im Rahmen des Carbon2Chem®-Verbundprojektes sowohl im industriellen Maßstab als auch im Langzeitbetrieb erprobt und steht für die kommerzielle Anwendung bereit. Hinsichtlich der Marktfähigkeit wurde die AEL als die Elektrolysetechnologie mit dem derzeit größten Potenzial identifiziert, während die PEM- und die HTEL-Elektrolyse noch Entwicklungspotenzial aufweisen.

PROJEKTPARTNER

- thyssenkrupp AG (Koordinator), vertreten durch die Tochtergesellschaften thyssenkrupp Industrial Solutions AG (tkIS) und thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers (tkUCE)
- ZBT – Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH (ZBT)

PUBLIKATIONEN

1. Seibel, C. and Kuhlmann, J.-W. (2018), Dynamic Water Electrolysis in Cross-Sectoral Processes. *Chemie Ingenieur Technik*, 90: 1430-1436. <https://doi.org/10.1002/cite.201800114>.
2. Tenhumberg, N. and Büker, K. (2020), Ecological and Economic Evaluation of Hydrogen Production by Different Water Electrolysis Technologies. *Chemie Ingenieur Technik*, 92: 1586-1595. <https://doi.org/10.1002/cite.202000090>.
3. Bahr, M., Gusak, A., Stypka, S. and Oberschachtsiek, B. (2020), Artificial Neural Networks for Aging Simulation of Electrolysis Stacks. *Chemie Ingenieur Technik*, 92: 1610-1617. <https://doi.org/10.1002/cite.202000089>.