

ANALYSE DES BETRIEBSVERHALTENS EINER POWER-TO-GAS ANLAGE MIT MODULARER HOCHDRUCK-PEM-ELEKTROLYSE

Markus SARTORY¹, Markus JUSTL¹, Alexander TRATTNER¹, Manfred KLELL¹

Problemstellung und Motivation

Zur Erreichung der Pariser Klimaziele ist rasches Handeln und ein Paradigmenwechsel des Energiesystems gefordert. Bis 2050 müssen die globalen Treibhausgas-Emissionen um mindestens 80 % (Basis 1990) reduziert werden, um die durchschnittliche Erderwärmung auf 2 °C zu beschränken. Maßnahmen zur Ausschöpfung von Energieeinsparungspotentialen, eine Steigerung der Effizienz des Energiesystems sowie ein umfassender Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung sind dazu unerlässlich. Mit zunehmendem Anteil regenerativer Stromproduktion, die durchwegs fluktuierenden Charakter aufweist, werden zur Anpassung von Stromerzeugungs- und Lastprofilen geeignete Speichertechnologien sowie Regelleistungen zur Stabilisierung der Stromverteilernetze notwendig. Nach heutigem Stand der Technik kommen zur Langzeitspeicherung großer Energiemengen neben Pumpspeicherkraftwerken nur chemische Energieträger wie Wasserstoff und synthetisches Methan, erzeugt aus Wasserstoff und CO₂ in Frage. Wasserstoff als kohlenstofffreier Energieträger und Energiespeicher ist der Schlüssel zur Verringerung der Abhängigkeit fossiler Energien.

Inhalt

Im österreichischen Pilotprojekt „wind2hydrogen“ wurde eine modulare Hochdruck-PEM-Elektrolyseanlage zur Herstellung von Wasserstoff geplant, behördlich genehmigt, aufgebaut und betrieben. Die in Abbildung 1 dargestellte Power-to-Gas Pilotanlage mit einer Anschlussleistung von 100 kW wurde am Standort einer bestehenden Erdgasverteilerstation, in unmittelbarer Nähe eines Windparks, realisiert. Wasserstoff wird mittels asymmetrischer Hochdruckelektrolyse bei 163 bar erzeugt und ohne mechanische Verdichtung in Druckgas-Versandbehälter abgefüllt oder in das Erdgasnetz eingespeist. Im Rahmen des mehrjährigen Pilotbetriebs wurde die Anlage nach erfolgreicher Durchführung von stationären und dynamischen Charakterisierungstests mit unterschiedlichen Lastprofilen betrieben und die Kopplung mit regenerativer Stromerzeugung der Windkraftanlage demonstriert.



Abbildung 1: wind2hydrogen – Hochdruck-PEM-Elektrolyseanlage

Ergebnisse

Im Rahmen des Pilotbetriebs wurde die Elektrolyseanlage mit unterschiedlichen Betriebsweisen (Abbildung 2) und daraus abgeleiteten Lastprofilen, insbesondere in Abhängigkeit der fluktuierenden Windstromerzeugung, betrieben. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Gesamtanlage wurde der Elektrolyseur in der ersten Phase des Pilotbetriebs stationär bei Nennlast betrieben.

¹ HyCentA Research GmbH, Inffeldgasse 15, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-9501, office@hycenta.at, www.hycenta.at

Anschließend wurden grundlegende Charakterisierungstests in stationären Teillast-Betriebspunkten innerhalb des möglichen Lastbereiches unter Variation der Betriebsstrategie durchgeführt. Im Vergleich zum eingeschränkten Lastbereich (40 bis 100 %) einer vergleichbaren Hochdruckelektrolyseanlage in Ein-Stack-Ausführung ermöglicht die modulare Bauweise den flexiblen Betrieb innerhalb eines weiten Lastbereiches von 3 bis 100 % der Nennlast. Das dynamische Verhalten der Elektrolyseanlage wurde durch Aufschalten von Sprungfunktionen und Ermittlung der Sprungantworten analysiert. Die geforderte Reaktionszeit von höchstens 30 Sekunden für die Teilnahme und Qualifizierung am Regelenergiemarkt als Primärregel-leistung wurde ohne weitere Optimierungsmaßnahmen eingehalten.

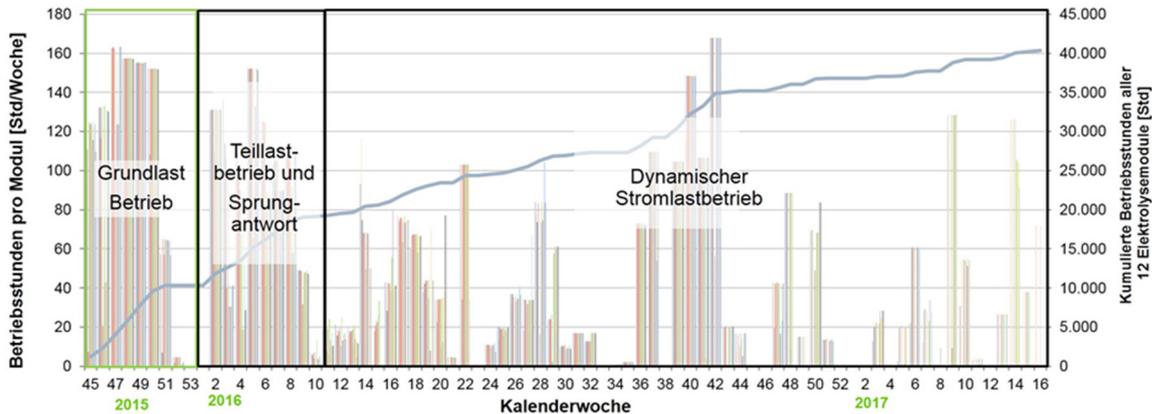


Abbildung 2: Betriebsstundenverlauf und Testphasen im Rahmen des Versuchsbetriebs

In der letzten Phase des Pilotprojekts wurde der dynamische Stromlastbetrieb mit unterschiedlichen Betriebsweisen (windgeführter, strompreisgeführter oder Regellastbetrieb) untersucht. Optimierungspotenziale hinsichtlich Betriebsstrategie und Anlagenkonfiguration wurden identifiziert.

Parallel zu den experimentellen Untersuchungen wurde ein Simulationsmodell für die Elektrolyseanlage erstellt und mithilfe der Messergebnisse validiert. In Simulationsstudien wurden Parametervariationen, wie die Variation des Wasserstoffproduktgasdrucks, zur weiteren Optimierung der Prozessführung und Anlagenkonfiguration durchgeführt.

Im Gesamtverlauf des mehrjährigen Pilotbetriebs wurden in mehr als 40.350 Modul-Betriebsstunden 4610 kg Wasserstoff produziert und mehr als 7.400 Start-Stopp-Zyklen durchlaufen, wodurch die Dauerhaltbarkeit und Robustheit der Anlage demonstriert werden konnten.

Hinweis

Das Projekt wind2hydrogen wurde in Zusammenarbeit von OMV Gas & Power GmbH, Energieinstitut an der JKU Linz, HyCentA Research GmbH, Fronius International GmbH und EVN AG durchgeführt und im Rahmen der FTI-Initiative eMISSION vom Klima- und Energiefonds gefördert.