

150 kW REVERSIBLES HOCHTEMPERATURELEKTROLYSE- /BRENNSTOFFZELLENSYSTEM ZUR FLEXIBILISIERUNG DER ENERGIEVERSORGUNG

Vanja SUBOTIĆ¹, Markus KOROSCHETZ², Benjamin KÖNIGSHOFER¹, Fabian MUTSCHLECHNER², Martin HOCHFELLNER², Christoph HOCHENAUER¹

Motivation

Die Energieversorgung, mit dem Ziel, den Primärenergieverbrauch sowie die Umweltbelastung zu reduzieren, erfordert neue und innovative Wege zur umweltfreundlichen und hocheffizienten Energieerzeugung. Durch den steigenden Bedarf an Energie und dem zeitgleichen Versuch schädliche Umwelteinflüsse zu minimieren, rücken erneuerbare Energien immer stärker in den Fokus. Der zunehmende Anteil volatiler, erneuerbarer Energien aus Solar- und Windkraftwerken in der europaweiten Stromproduktion führt zu größeren Unsicherheiten bei der Planung und Vorhersage verfügbarer Kapazitäten, was eine Herausforderung bezüglich Versorgungssicherheit und Netzstabilität darstellt. Um die dafür notwendigen Leistungsreserven gering zu halten und dadurch einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, ist eine größere Flexibilität der Energieversorgungssysteme notwendig, welche beispielsweise durch den Ausbau von Speichersystemen erreicht werden kann, die in Zeiten eines Stromüberangebotes die Energie zwischenspeichern und bei Bedarf wieder ins Netz einspeisen [1][2]. Die Kopplung erneuerbarer Energie mit reversiblen Brennstoffzellen/Elektrolysezellen ist aufgrund der hohen Effizienz und flexiblen Betriebsmöglichkeit eine vielversprechende Zukunftstechnologie für die Bereitstellung und Speicherung von „sauberer“ Energie. Dabei emittieren sie wenig bis gar keine Schadstoffe. Neben der Umwandlung von nachhaltigen Energieträgern (wie z.B. Windstrom) im Brennstoffzellenbetrieb können in derselben Zelle im Elektrolysebetrieb hochreiner Wasserstoff und Sauerstoff, aber auch andere wertvolle Brennstoffe wie Syngas oder Methan, erzeugt werden. Dadurch soll zum Beispiel zukünftig das Erdgas in den Gasversorgungsnetzen immer „grüner“ gemacht werden und damit die ökologischen und gesellschaftlichen Probleme der konventionellen Energiewirtschaft reduziert sowie eine umweltfreundliche und effiziente Energiezukunft gesichert werden.

Funktionsprinzip

Eine Brennstoffzelle wandelt die chemische Energie des kontinuierlich zugeführten Brennstoffs und des Oxidators direkt in elektrische und thermische Energie um, ohne zusätzliche Umwandlungsverluste (siehe Abbildung 1). Man unterscheidet zwischen Niedrigtemperatur- und Hochtemperatur-brennstoffzellen. Niedertemperatur-Brennstoffzellen erfordern hochreinen Wasserstoff für ihren Betrieb und benötigen dabei teure Edelmetallkatalysatoren wie z.B. Platin. Oxidkeramische Hochtemperatur-Brennstoffzellen oder Festoxidbrennstoffzellen (engl. Solid Oxide Fuel Cells – SOFC) zeichnen sich durch ihre herausragende Brennstoffflexibilität und durch die Verwendung von kostengünstigen Katalysatoren, wie z.B. Nickel, aus. SOFCs können beispielsweise mit Kohlenwasserstoffen wie Methan oder Reformationsprodukten aus Kerosin, Diesel oder Ethanol aber auch mit Ammoniak betrieben werden. SOFCs können sowohl als Brennstoffzellen als auch als Elektrolyseur betrieben werden, wobei sie im ersten Fall elektrischen Strom aus einem Brenngas erzeugen und im Elektrolysebetrieb unter Zuführung von elektrischer Energie eine thermodynamisch ungünstige Reaktion antreiben. Dies wird oft auch als Power-to-Gas bezeichnet. Für diese beiden Prozesse wurden traditionell getrennte Systeme verwendet. Das herausragende Alleinstellungsmerkmal von Festoxidzellen, im Vergleich zu anderen ähnlichen Technologien, ist, dass durch die Umkehrung der elektrischen Stromrichtung sowohl der Brennstoffzellen- als auch der Elektrolysebetrieb in einem System möglich ist. [3][4]

¹ Institut für Wärmetechnik/Technische Universität Graz, Inffeldgasse 25b, Tel. 0316/873-7319, Fax. 0316/873-7305, www.iwt.tugraz.at

² VERBUND Thermal Power GmbH, Weißeneggweg 1, 8410 Neudorf ob Wildon, Tel. +43 (0)50 313-38927, www.verbund.com

Forschungsprojekt Hotflex

Im Rahmen des Forschungsprojekts Hotflex, das vom Verbund in Kooperation mit der TU Graz und dem Cleantech-Unternehmen Sunfire durchgeführt wird, wird ein 150 kW leistungsstarkes, reversibles Elektrolyse-/ Brennstoffzellensystem am Kraftwerksstandort Mellach errichtet und vollständig in das bestehende, hochmoderne GuD-Mellach integriert. Dabei soll einerseits der im Elektrolysebetrieb erzeugte Wasserstoff direkt in die interne Erdgasversorgung des GuD-Mellach eingespeist und folglich in den Gasturbinen mitverfeuert werden. Durch die hohen Wirkungsgrade der GuD (ca. 60%) und der SOEC (>80%) erreicht man einen Round-Trip-Wirkungsgrad von rund 50%, was sehr gut ist. Dadurch ist es zukünftig möglich, dass Großgasturbinen auf H₂-Basis zur Stabilisierung der Energieversorgungsnetze herangezogen werden. Dies ist von großem Vorteil, da zum Aufrechterhalten der Netzfrequenz rotierende Massen, im Energieversorgungssystem, notwendig sind. Andererseits wird das für den Reformierbetrieb (Brennstoffzellenbetrieb) benötigte Erdgas und der für die Reformierung benötigte Wasserdampf von der bestehenden GuD-Anlage bereitgestellt. Die anlagentechnische Planung und Errichtung inkl. IBS, der Forschungsanlage wird unter Federführung von der VERBUND Thermal Power GmbH durchgeführt. Der Forschungsbetrieb in Mellach soll ab Februar 2020 starten.

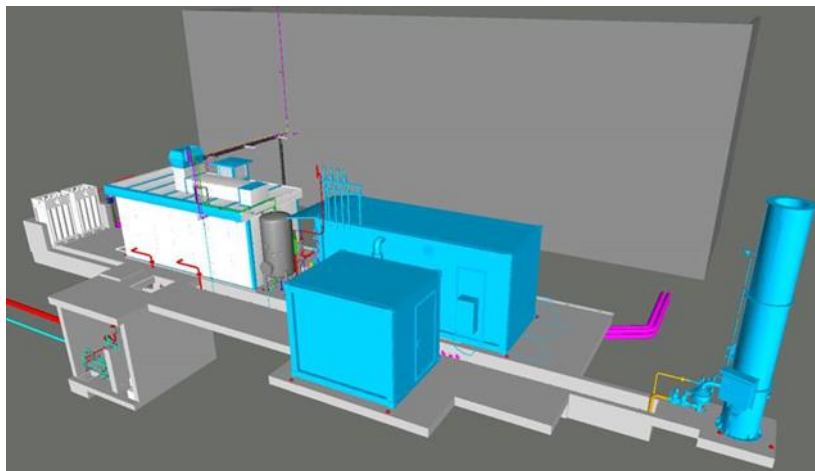


Abbildung 1: 3D-Ansicht der Forschungsanlage in Mellach

Ausblick und Schlussfolgerungen

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags werden die aktuellsten Probleme sowie die Fortschritte der zukunftsorientierten reversiblen Brennstoffzellentechnologie näher dargestellt. Weiter werden die Forschungsergebnisse, die im Rahmen des „HotFlex“ Projektes gewonnen werden, gezeigt. Diese Ergebnisse sind von großer Bedeutung für die zukünftige Anwendung der reversiblen SOC-Technologie in der Industrie.

Danksagung

Die Autoren möchten der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG danken, die das Projekt „HotFlex“ Flexible Hochtemperaturelektrolyse/Brennstoffzelle (Projekt Nr.: 872391) fördert. Weiters wird ein Teil des Forschungsprojekts durch die FCHJU „Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking“ gefördert, wofür wir ebenfalls unseren Dank aussprechen möchten.

Referenzen

- [1] Cebulla et al., „Electrical energy storage in highly renewable European energy,“ Journal of Energy, p. 211–223, 2017.
- [2] Perna et al., „Designing and analyzing an electric energy storage system,“ Energy Conversion and Management, p. 381–395, 2017.
- [3] R.O'Hayre, S.-W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz (2009), Fuel Cell Fundamentals, John Wiley & Sons, Inc.
- [4] K. Kendall and M. Kendall, High Temperature Solid Oxide Fuel Cells for the 21st Century – Fundamentals, Design and Application, 2015, Academic Press