

KRAFTWERK DER ZUKUNFT – KONZEPTIONIERUNG EINER POWER-TO-POWER ANLAGE ZUR NETZSTABILISIERUNG AUF BASIS TECHNO-ÖKONOMISCHER RANDBEDINGUNGEN

Fabian RADNER¹, Klaus ESSER², Markus SARTORY², Christoph REDTENBACHER³, Alexander TRATTNER²

Motivation

International werden große Anstrengungen unternommen, um fossil basierte Energiesysteme nachhaltiger zu gestalten und die Treibhausgasemissionen zu senken. Der Ausbau erneuerbarer Energiequellen wird dazu sukzessive vorangetrieben, wodurch der Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien im Stromnetz steigt. Das Energiesystem und speziell das Stromnetz wird dadurch vor große Herausforderungen im Hinblick auf Netzstabilität, Versorgungssicherheit und Resilienz gestellt. Ein vielversprechender Lösungsansatz ist insbesondere durch Power-to-X (PtX) Anlagen gegeben [1].

In **Hy2Power**, einem Forschungsprojekt im COMET Zentrum LEC EvoLET, wird ein Gesamttechnologiekonzept als potientes „Kraftwerke der Zukunft“ entwickelt. Der Fokus liegt auf dem Einsatz eines auf erneuerbaren Energien basierenden Kraftwerkskonzeptes unter Nutzung von CO₂-freien Wasserstofftechnologien.

Methodik

PtX-Anlagen bieten eine große Vielfalt an Einsatzszenarien – von der Sektorkopplung über die saisonale Energiespeicherung bis hin zur Netzstabilisierung. Sie zeichnen sich damit zunehmend als wichtiger Baustein für erneuerbare Energiesysteme ab. Durch ihre große Flexibilität und der Möglichkeit die Infrastruktur auf lokal individuelle Anforderungen hin anzupassen, werden zur Auslegung und Optimierung Simulationstools benötigt.

Am **HyCentA** wurde das Matlab/Simulink basierte Simulationsmodell **HYDRA** – Hydrogen Infrastructure Simulation and Optimization Model – entwickelt, welches die bestmögliche Nutzung der vielfältigen Potentiale von erneuerbaren, wasserstoffbasierten Infrastrukturen erlaubt [2]. **HYDRA** ermöglicht die techno-ökonomische Dimensionierung und Optimierung der Anlagentopologien und Betriebsstrategien von Wasserstoff-Betankungsinfrastrukturen und von PtX-Anlagen.

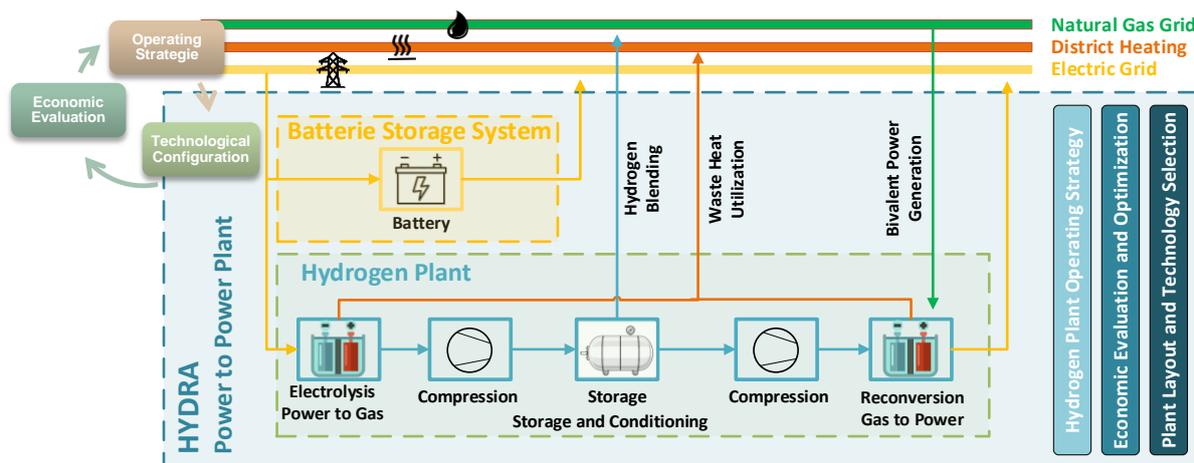


Abbildung 1: Modulares, technologieoffenes Power-to-Power Anlagenkonzept in HYDRA zur Netzstabilisierung und freien Markteinsatz im Projekt Hy2Power

¹ Fabian RADNER, HyCentA Research GmbH, Inffeldgasse 15, A-8010 Graz, 0316-873-9516, radner@hycenta.at, www.hycenta.at

² Klaus ESSER, Markus SARTORY, Alexander TRATTNER. HyCentA Research GmbH

³ Christoph REDTENBACHER, LEC GmbH, Inffeldgasse 19, A-8010 Graz, www.lec.at

Dazu können die Teilsysteme aus der Modulbibliothek beliebig miteinander kombiniert und verschaltet werden, siehe Abbildung 1. Die Anlage kann anschließend mit vorgegebenen oder individuell erstellten Betriebsstrategien beliebige Energieszenarien in variabler Detailtiefe abbilden und berechnen.

Basierend auf den Ergebnissen der Simulationsstudien erfolgt die techno-ökonomische Analyse und Bewertung um z.B. Business-Cases zu identifizieren. Weiters werden Anlagenbetriebsweisen bewertet und die Identifikation des geeigneten Technologieportfolios zur Wasserstoffherzeugung und Nutzung wird ermöglicht.

Ergebnisse und Ausblick

Im Projekt **Hy2Power** wurde das Einsatzpotential des Modells **HYDRA** für Power-to-Power (PtP) Anlagen demonstriert. Mittels einer umfangreichen Simulationsstudie wurden unterschiedliche Technologiekombinationen zur Energiespeicherung, Wasserstoffherzeugung und Verstromung des Wasserstoffes miteinander kombiniert. Als Randbedingung wurde festgelegt, dass die Anlage vorrangig temporären Überschuss an Elektrizität (negativer Regelleistung) mittels Elektrolyse in Form von Wasserstoff in einem geeigneten Speichersystem oder mittels Batteriespeichersystemen zwischenspeichern soll. Der erzeugte Wasserstoff wird im Falle einer Schwankung (positive Regelleistung) mit einem Verstromungsmodul in Form von elektrischer Energie ins Stromnetz eingespeist.

Umfang der techno-ökonomischen Optimierung:

Umwandlungs- und Speichertechnologien:

- Brennstoffzelle, bivalente VKM & Gasturbine
- Alkalische und PEM-Elektrolyse
- Batteriespeicher und H₂-Gasspeicher

Untersuchte Betriebsregime:

- Positive und negative Primär- und Sekundärregelleistung mit flexiblen Arbeitspunkten der Anlage
- Freier Markteinsatz der Elektrolyse, der Rückverstromung und des Batteriespeichers

Untersuchte Sektorkopplungs-Potentiale:

- Koppelung der Anlage an das Gasnetz
- Koppelung der Anlage an das Stromnetz
- Wärmeauskopplung zur Abwärmenutzung

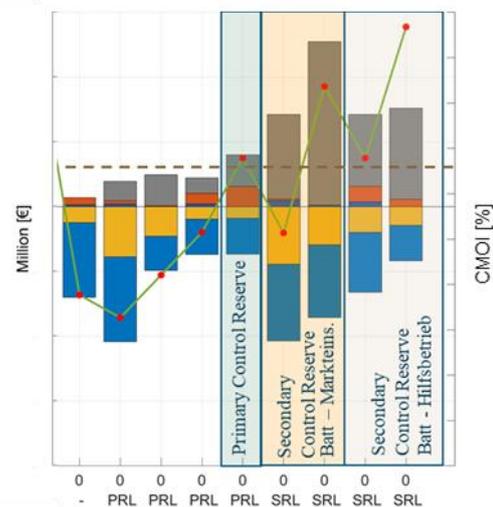


Abbildung 2: Auswertung der techno-ökonomischen Analyse der PtP-Anlagen zur Netzstabilisierung im Projekt Hy2Power

Aus der durchgeführten Simulationsstudie konnten die einzelnen Technologien sowie die definierten Einsatzszenarien technisch und wirtschaftlich bewertet und verglichen werden, siehe Abbildung 2. Basierend auf den Ergebnissen der Simulationsstudie wurde die Anlagentopologie im Bereich von 15 MW und das dazugehörige Betriebsregime für den weiteren Projektverlauf identifiziert.

Projektleitung: LEC GmbH **Projektpartner:** INNIO Jenbacher GmbH & Co OG, VERBUND Thermal Power GmbH & Co KG, Graz University of Technology - Institute of Internal Combustion Engines and Thermodynamics, HyCentA Research GmbH, AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Gefördert im Rahmen des COMET Programms durch BMK, BMDW und den Ländern Steiermark, Tirol und Wien. Das COMET Programm wird durch die FFG verwaltet.

Referenzen

- [1] Trattner, A.; Klell, M.; Radner, F. Sustainable Hydrogen Society – Vision, Findings and Development of a Hydrogen Economy using the example of Austria. International Journal of Hydrogen Energy, 2021
- [2] Radner, F. - Unleashing the Potential of PtX-Facilities with HYDRA. Hydrogen Infrastructure Simulation and Optimization Tool. WHTC. online, 6/21/2021.