

REVERSIBLE UND RÄUMLICH GETRENNTE ELEKTROLYSE- BRENNSTOFFZELLENSYSTEM IM ENERGIENETZ MIT ERNEUERBARER ERZEUGUNG

David BANASIAK¹, Thomas KIENBERGER¹

Motivation und zentrale Fragestellung

Der europäische Green Deal [1] und das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz [2] legen in Österreich die Grundsteine für die Entwicklung der zukünftigen Energieversorgung. Der steigende Anteil an fluktuierender Einspeisung aus PV- und Windkraft und deren räumliche Verteilung [3] führen zu Lastsituationen im elektrischen Leitungsnetz, die sowohl einen Ausbau von Leistungen als auch Flexibilitäten erfordern [4]. Die Sektorkopplung von Strom und Gas kann Flexibilitäten für kurz und Langzeitausgleich bereitstellen. In diesem Kontext werden in der gegenständlichen Arbeit Systeme mit Elektrolyse- und Brennstoffzellenfunktion in derselben Einheit (reversible EC/FC-Systeme) und räumlich getrennten EC- und FC-Systeme als Technologien zur Sektorkopplung untersucht und miteinander verglichen. Damit ermöglichen wir die Einschätzung der Anwendungspotentiale dieser beiden Ausführungen mit Hilfe von technoökonomischen Analysen und können Anwendungsszenarien vorschlagen.

Methodische Vorgangsweise

Die durchgeführte technoökonomische Systemanalyse basiert auf dem Modell von Banasiak et al. [5]. Damit wird die Wirtschaftlichkeit in verschiedene, zeitlich fein-aufgelöste Strom- und Wasserstoffpreisszenarien berechnet und wir analysieren in welchen Fällen ein reversibles System wirtschaftliche Vorteile gegenüber getrennten Systemen aufweist. Für das reversible EC/FC-System untersuchen wir weiters die Auswirkungen der Kosten der H₂-Speicherung vor Ort. Beim getrennten System wird angenommen, dass diese über das Gasnetz und die dort integrierten Speicher geschieht. Das weitere Vorgehen unserer Arbeit umfasst eine Analyse der Vor- und Nachteile von reversiblen und räumlich getrennten EC-FC-Systemen, welche in Tabelle 1 zu sehen ist.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der beiden räumlichen Varianten für reversiblen Wasserstoffspeicherung

	Reversibles H ₂ -System	Räumlich getrenntes H ₂ -System
+	<ul style="list-style-type: none">• Höhere Systemauslastung durch Nutzung von Komponenten in beiden Betriebsmodi (für rSOC-System):<ul style="list-style-type: none">○ verringerte Investitionskosten○ Ressourcenschonung• Lastverschiebung zu günstigeren Strompreisen (Energiespeicher)• Eigenverbrauchserhöhung bei PV-Wind-Anlagen mit nahem Verbraucher• Inselbetrieb• Notstromversorgung	<ul style="list-style-type: none">• Elektrolyse bei fluktuierenden Erzeugern und Brennstoffzelle bei Energieverbraucher:<ul style="list-style-type: none">○ Elektrische Netzentlastung durch Energieübertragung über H₂-Gasnetz○ Nutzung von Standortvorteilen für Elektrolyse und Brennstoffzelle• Design für spezifischen Betriebsmodus erlaubt höhere Systemeffizienzen
-	<ul style="list-style-type: none">• Standorte Integrationsmöglichkeiten für beide Betriebsmodi sind begrenzt.	<ul style="list-style-type: none">• H₂-Infrastruktur/Logistik für Transport und Speicherung von H₂ von EC- zu FC-Standort notwendig.

¹ Lehrstuhl für Energieverbundtechnik / Montanuniversität Leoben, Parkstraße 31 8700 Leoben, 00433842 402 5401, evt@unileoben.ac.at, www.evt-unileoben.at

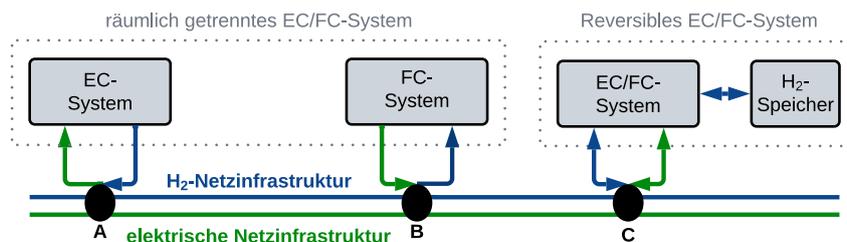


Abbildung 1 Unterscheidung von räumlich getrenntem und reversiblen EC/FC-Systemen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Unsere Untersuchungen zeigen, dass für ein reversibles EC/FC-System, H₂-Speicherkosten von unter 8 €/kWh_{H₂} eine Grundvoraussetzung für einen robusten wirtschaftlichen Betrieb sind. Es wird erwartet, dass diese Kosten bei Anschluss an unterirdische Speicher direkt oder über Netzinfrastruktur zukünftig erreicht werden. Diese Option mit Netzeinspeisung kommt jedoch nur für Elektrolyseleistungen im Megawattbereich in Frage. Für die Anwendung im Gebäudesektor und in den Sonderanwendungsfällen des Inselbetriebes und Notstromversorgung muss auf teurere lokale Speicherung zurückgegriffen werden.

Eine weitere Voraussetzung für reversible Systeme sind Systemintegrationsmöglichkeiten für EC- und FC-Betrieb. Für den EC-Betrieb kommen Standorte mit lokaler erneuerbarer Erzeugung in Frage. Noch besser ist es wenn Abwärme der Industrie zur Dampfversorgung einer Hochtemperaturelektrolyse (SOEC) zur Verfügung steht [6]. Im FC-Betrieb muss ein Eigenbedarf für die erzeugte elektrische und thermische Energie bestehen. Damit erhöht sich die Wirtschaftlichkeit durch effiziente Eigennutzung von erneuerbarer Erzeugung.

Räumlich getrennte EC/FC-Systeme eignen sich besser für Standorte, in denen nur eine dieser Kopplungsmöglichkeiten erfüllt wird. Zudem können räumlich getrennte EC/FC-Systeme als Alternative zu Netzausbaumaßnahmen dienen [4]. Zusätzlich wird eine Langzeitenergiespeicherung durch die Sektorkopplung geschaffen, diese adressieren allerdings auch reversible Systeme.

Referenzen

- [1] [1] European Commission 2019 The European Green Deal COM/2019/640 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52019DC0640> Accessed 27 Nov 2023
- [2] [2] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2022 Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG) (The Renewable Energy Expansion Act) StF: BGBl. I Nr. 150/2021 (NR: GP XXVII RV 733 AB 982 S. 115. BR: 10690 AB 10724 S. 929.) [CELEX-Nr.: 32018L2001, 32019L0944, 32019L0692]: EAG <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619> Accessed 27 Nov 2023
- [3] [3] Sejkora C, Lindorfer J, Kühberger L, Kienberger T 2021 Interlinking the Renewable Electricity and Gas Sectors: A Techno-Economic Case Study for Austria *Energies* 14 6289. <https://doi.org/10.3390/en14196289>
- [4] [4] Greiml M, Fritz F, Steinegger J, Schlömicher T, Wolf Williams N, Zaghi N et al. 2022 Modelling and Simulation/Optimization of Austria's National Multi-Energy System with a High Degree of Spatial and Temporal Resolution *Energies* 15 3581. <https://doi.org/10.3390/en15103581>
- [5] [5] Banasiak D, Gallaun M, Kienberger T 2023 Untersuchung der Kopplung eines rSOC-Systems zur Industrie https://iewt2023.eeg.tuwien.ac.at/download/contribution/fullpaper/155/155_fullpaper_20230214_143254.pdf Accessed 28 Nov 2023
- [6] [6] Banasiak D, Gallaun M, Rinnhofer C, Kienberger T 2023 Integration of a rSOC-system to industrial processes *Energy Conversion and Management: X* 20 100425. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2023.10042>