

Entwicklung und techno-ökonomische Analyse von Betriebsstrategien für Elektrolyseure im Umfeld von Stadtwerken

(Masterarbeit)

Autor: Julian Berg
Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Aaron Praktiknjo
Betreuung: Jan Priesmann, M. Sc.

Kurzfassung

Die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehende Zunahme der Volatilität in der Stromerzeugung hat einen wachsenden Bedarf an Flexibilität und Speichermöglichkeiten im Energiesystem zur Folge. Im Rahmen der Power-to-Gas-Technologie können Wasserstoff und dessen Syntheseprodukte zu einer Kopplung der energieverbrauchenden Sektoren beitragen und somit zu einer sektorübergreifenden Reduktion der Treibhausgasemissionen führen.

Stadtwerke zeichnen sich durch ihre physische Nähe zu relevanten Infrastrukturen der Strom-, Wärme- und Gasversorgung, sowie dem öffentlichen Nahverkehr aus. Weiterhin besitzen Stadtwerke technische und kommerzielle Kompetenzen in den Bereichen der Energieversorgung und betreiben deutlich mehr Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien als andere Energieversorgungsunternehmen. Somit bieten Stadtwerke ein großes Potential zur Integration von Elektrolyseuren in ihre Energieinfrastruktur.

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Fragestellung, welche standortspezifischen Faktoren sowie techno-ökonomische Parameter die Treiber für einen wirtschaftlichen Betrieb von Elektrolyseuren im Umfeld von Stadtwerken darstellen. Hierzu werden die Vermarktungsoptionen für die aus dem Elektrolyse-Verfahren entstehenden Produkte Wasserstoff, Sauerstoff sowie Abwärme analysiert und die Möglichkeiten zur Teilnahme an den Regelleistungsmärkten untersucht.

Im Verlauf der Arbeit wird ein Simulationsmodell mit einer dazugehörigen Betriebsstrategie für eine fiktive Elektrolyse-Anlage entwickelt, anhand dessen sich eine optimierte Betriebsweise abbilden lässt. Hierzu wird eine Betriebsstrategie als gemischt-ganzzahliges-lineares-Optimierungsmodell formuliert und im Simulationsmodell implementiert.

Die Ergebnisse dieser Masterarbeit zeigen, dass die von dem Standort abhängigen Strombezugsoptionen, bedingt durch mögliche Reduzierungen der Stromnebenkosten, einen wesentlichen standortspezifischen Faktor für einen wirtschaftlichen Betrieb der Elektrolyse-Anlage darstellt. Weitere techno-ökonomische Parameter, die einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben, sind die Auswahl der für Anwendungsfall optimalen Elektrolyse-Technologie, mögliche Förderungen, sowie der Zugang zu lokalen Absatzmärkten. Vor allem der Mobilitätssektor stellt durch die im Verhältnis zu anderen Wasserstoff-Absatzmärkten hohen Benchmark-Preise einen attraktiven Zielmarkt dar.

Abstract

The increased volatility of electricity generation associated with the expansion of renewable energies technologies has resulted in a growing need for grid flexibility and storage options in the energy system. With power-to-gas technology, hydrogen and its synthesis products can

con-tribute to a coupling of the energy-consuming sectors and thus lead to a cross-sectoral reduction of greenhouse gas emissions.

Municipal utilities are characterised by their physical proximity to relevant infrastructures of electricity, heat and gas supply, as well as public transport. Furthermore, municipal utilities have technical and commercial expertise in the areas of energy supply and operate significantly more renewable energy plants than larger non-municipal energy supply companies.

Thus, municipal utilities offer a greater potential for integrating power-to-gas electrolyzers into their energy infrastructure.

This thesis focuses on the question of which site-specific factors and techno-economic parameters are the drivers for the economic operation of electrolyzers in the environment of municipal utilities. Concerning this, the marketing options for the products hydrogen, oxygen, and heat loss resulting from the electrolysis process are analysed and the possibilities for participation in the balancing power markets are examined.

Throughout the course of the work, a simulation model with an associated operating strategy for a fictitious electrolysis plant will be developed, on the basis of which an optimized operating mode can be depicted. For this purpose an operation strategy is formulated as a mixed-integer linear optimization model and implemented in the simulation model.

The results of this master thesis show that the electricity procurement options dependent on the location, due to possible reductions in ancillary electricity costs, represent a significant site-specific factor for the economic operation of an electrolysis plant. Further techno-economic parameters that have a major impact on the economic efficiency of these plants are the selection of the optimal electrolysis technology for the application, possible subsidies, and access to local sales markets. The mobility sector is an especially attractive target market due to high benchmark prices compared to other hydrogen sales markets.