

# **SIMULATIONSBASIERTE INTEGRATION GROSSSKALIGER ELEKTROLYSEURE UND DER EINFLUSS AUF DAS STROMÜBERTRAGUNGSNETZ**

**Julian BARTELS<sup>1</sup>**

## **Inhalt**

Im Zuge ihrer Wasserstoffstrategie [1] forciert die Europäische Kommission den systematischen Aufbau großskaliger Kapazitäten für Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff. Aus den Ausbauzielen der Europäischen Kommission für die Erzeugung von grünem Wasserstoff kann daher ein Bedarf an Elektrolyseuren abgeleitet werden, deren Betrieb die Bereitstellung erheblicher Mengen elektrischer Energie erfordert. Diese Arbeit stellt die simulationsbasierte Integration eines solchen elektrischen Großverbrauchers anhand eines Anwendungsfalls im deutschen Bundesland Schleswig-Holstein vor. Der Einfluss der Anlagenintegration auf die umgebende Infrastruktur des Stromübertragungsnetzes wird anschließend analysiert. Das Ziel ist die frühzeitige Identifikation von möglichen Versorgungsschwierigkeiten durch den geplanten Zubau von Wasserstoffproduktionskapazitäten.

## **Methodik**

Im beschriebenen Anwendungsfall wird der großskalige Elektrolyseur als einzelner Stromverbraucher im konstanten Betrieb abstrahiert. Die simulationsbasierte Integration wird mit dem Softwaretool PyPSA [2] umgesetzt. Hierzu wird der lineare Lastflussoptimierung in einer Ganzjahressimulation mit stündlicher Auflösung für die Modellregion durchgeführt. Die Optimierung minimiert die Gesamtsystemkosten und setzt die unterschiedlichen Energieerzeugungstypen gemäß einer Meritorder ein. Die erforderliche Stromübertragungsnetzinfrastruktur inklusive der 110kV-Netzebene steht durch das Projekt open\_eGo [3] zur Verfügung und ist die Grundlage zur Bewertung des Netzeinflusses.

Zur Bewertung der Elektrolyseurintegration werden die Änderungen der Leitungsauslastungen im Vergleich zu einem Referenzsimulationssystem ohne Elektrolyseur betrachtet. Um den Einfluss der Elektrolyseurgröße zu ermitteln, wurden diverse Simulationen mit variierendem elektrischem Stromverbrauch des Elektrolyseurs in Prozenten des Gesamtjahresverbrauchs von Schleswig-Holstein durchgeführt und analysiert.

## **Ergebnisse**

### ***Größe des Elektrolyseurs***

Aufgrund der Spezifikationen des Forschungsprojekts KEROSyN1002 wurde der Ort Heide im Westen Schleswig-Holsteins als Anwendungsfall für die Integration eines großskaligen Stromverbrauchers gewählt. Die Elektrolyseurgröße im Sinne des elektrischen Verbrauchs wurde zwischen 1% und 50% des Gesamtjahresstromverbrauchs Schleswig-Holsteins von 13,964 TWh variiert. Abbildung 1 zeigt drei auserwählte Simulationsergebnisse für den Verbrauch gemäß 1%, 15% und 40% sowie einen nationalen Überblick für das letztgenannte System.

---

<sup>1</sup> Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme, Carl-vonOssietzky-Straße 15, 26129 Oldenburg, Tel.: 0441 99906 138, julian.bartels@dlr.de, www.dlr.de/ve

<sup>2</sup> <https://www.kerosyn100.de/> (FKZ BMWi 03EIV051B)

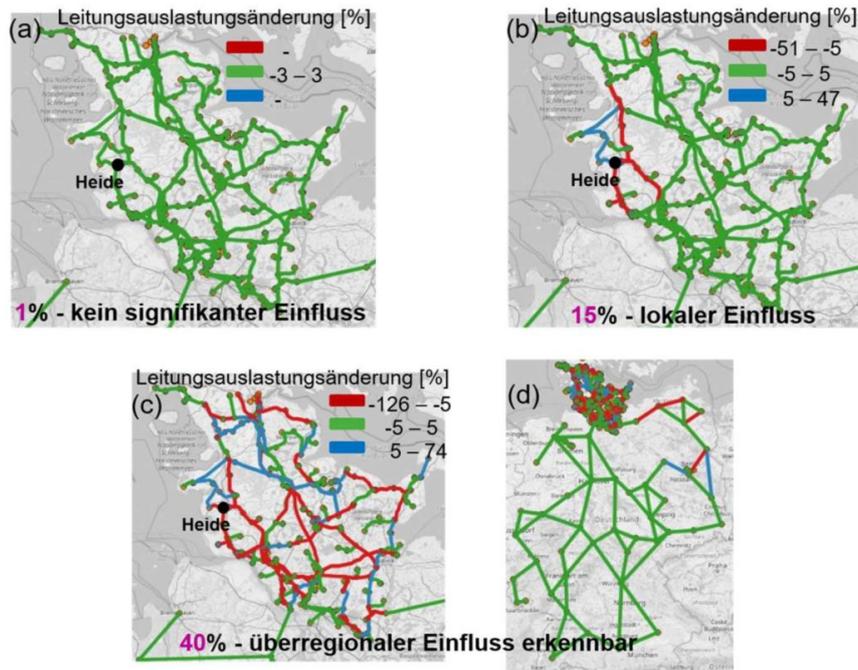


Abbildung 1: Visualisierung der prozentualen Leitungsauslastungsänderungen für Elektrolyseurgrößen, die (a) 1%, (b) 15% und (c) 40% des Gesamtjahresstromverbrauchs Schleswig-Holsteins entsprechen. Die Leitungsauslastungsänderungen wurden im Vergleich zu einer Referenzsimulation ohne Elektrolyseur ermittelt, wobei rote Leitungen eine negative Differenz, blaue Leitungen eine positive Differenz und grüne Leitungen einen Toleranzbereich von  $\pm 5\%$  darstellen. Zusätzlich zeigt (d) den nationalen Überblick für das Simulationssystem in (c)

Für eine Elektrolyseurgröße, die 1% des Gesamtjahresstromverbrauchs von Schleswig-Holstein entspricht, variieren die Leitungsauslastungsänderungen im Jahresdurchschnitt zwischen  $\pm 3\%$  (s. Abbildung 1 (a)). Die Änderung der Leitungsauslastung wird hierbei mithilfe einer weiteren Referenzsimulation des Systems ohne Elektrolyseur ermittelt. Die resultierenden Änderungen für eine solche Elektrolyseurkapazität werden als unkritisch eingestuft. In Abbildung 1 (b) wurde die Elektrolyseurgröße auf 15% des Jahresverbrauchs erhöht, was zu einer signifikanten, aber lokal begrenzten Änderung der Leitungsauslastung führt. Als Toleranzwert für eine signifikante Änderung wurde 5% festgelegt. Rot gefärbte Leitungen zeigen eine negative Differenz aus der Subtraktion der Leitungsauslastung für das System mit Elektrolyseur und dem System ohne Elektrolyseur. Blaue Leitungen identifizieren entsprechend positive Differenzen. Für die Elektrolyseurgröße gemäß 40% des Jahresverbrauchs in Abbildung 1 (c) sind hingegen nahezu sämtliche Leitungen stark betroffen und es sind in Abbildung 1 (d) zudem überregionale Einflüsse auf die Leitungen in weiteren Bundesländern zu erkennen.

Diese Analyse zeigt die Notwendigkeit einer individuellen Betrachtung der lokalen Stromversorgung bei der Integration von Elektrolyseuren und schätzt deren Einfluss auf den Netzbetrieb in Abhängigkeit des jeweiligen Stromverbrauchs ab.

## Referenzen

- [1] Europäische Kommission, „ec.europa.eu,“ [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf). [Zugriff am 30.11.2021].
- [2] T. Brown, J. Hörsch und D. Schlachtberger, „PyPSA: Python for Power System Analysis,“ *Journal of Open Research Software*, 6 (1) 2018.
- [3] open\_eGo Mitwirkende, „Projektwebseite open\_eGo,“ [Online]. Available: <https://openegoproject.wordpress.com/>. [Zugriff am 30.11.2021].