

AUSWIRKUNGEN VON WASSERSTOFFMOBILITÄT AUF DEN EUROPÄISCHEN STROMSEKTOR

Benjamin LUX^{1*}, Benjamin PFLUGER², Frank SENSFUSS³

Motivation und zentrale Fragestellung

Mit dem Klimaabkommen von Paris 2015 hat die Staatengemeinschaft ihren Willen zur Bekämpfung des anthropogen verursachten Klimawandels bekräftigt und sich zum Ziel gesetzt, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur möglichst auf 1,5 °C - höchstens jedoch auf 2 °C - über das präindustrielle Niveau zu begrenzen. Von zentraler Bedeutung zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele ist eine weitgehende Dekarbonisierung des Verkehrssektors, auf den im Jahr 2015 etwa 26 % der europäischen Treibhausgasemissionen entfielen (European Environment Agency 2017). Der technologische Lösungsraum zur Emissionsreduktion im Verkehr umfasst neben der Elektrifizierung und der ressourcenbedingt begrenzten Nutzung von Biokraftstoffen auch den Einsatz von Wasserstoff oder strombasierten Kohlenwasserstoffen. Welchen Anteil insbesondere Wasserstoff an einer klimafreundlichen und kosteneffizienten Lösung haben kann, ist Gegenstand der aktuellen politischen und wissenschaftlichen Diskussion. Die Bewertung von Wasserstoff in diesem Transformationsprozess muss dabei unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit dem Gesamtenergiesystem erfolgen: Einerseits erhöht die klimaneutrale Wasserstoffherzeugung den Bedarf an erneuerbarem Strom. Andererseits hat Wasserstoff durch seine kostengünstige und langfristige Speicherbarkeit das Potenzial, über den Verkehrssektor hinaus, die Flexibilität des Gesamtenergiesystems zu erhöhen und den Netzausbaubedarf im Stromsektor zu senken. Für diesen Konferenzbeitrag leitet sich daraus folgende Forschungsfrage ab:

Welche Auswirkungen hat die Nutzung von Wasserstoff als zentraler Energieträger im Verkehrssektor auf die Entwicklung des europäischen Stromsektors?

Methodik

Untersucht wird die Fragestellung mit dem Energiesystemmodell *Enertile*⁴, welches exogen vorgegebene Strom-, Wärme- und Wasserstoffnachfragen durch eine Kostenoptimierung des Erzeugungs- und Infrastrukturmixes zur Deckung bringt. Neben der stündlichen Auflösung in den betrachteten Stützjahren zeichnet sich das Modell durch die hohe räumliche Auflösung bei der Bestimmung der Erneuerbare Energien Potenziale und die Verwendung realer Wetterdaten aus. Im Rahmen dieses Konferenzbeitrages werden die Länder der Europäischen Union für das Stützjahr 2050 betrachtet.

Erkenntnisse über die Auswirkungen von wasserstoffbasierter Mobilität auf die Entwicklung des Europäischen Stromsektors werden mit Hilfe eines modellbasierten Szenarienvergleichs ermittelt. Als Referenz dient das *Basisszenario* der BMWi Langfristszenarien (Pfluger et al. 2017), welches sich durch den hohen Freiheitsgrad des Modells zur Erreichung einer kostenoptimalen Lösung der Energiewende auszeichnet. Langfristig gelingt die Dekarbonisierung des Verkehrssektors hier durch eine weitgehende Elektrifizierung des Individual- und Schwerlastverkehrs, sowie den Einsatz von Biokraftstoffen im Flug- und Schiffsverkehr. Demgegenüber steht ein neuentwickeltes Szenario *Wasserstoffmobilität*, in welchem der Kraftstoffbedarf im Verkehr - sofern technisch möglich - durch Wasserstoff gedeckt wird.

¹ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Breslauer Straße 48 76139 Karlsruhe, +49 721 6809-474, benjamin.lux@isi.fraunhofer.de, www.isi.fraunhofer.de

² Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Breslauer Straße 48 76139 Karlsruhe, +49 721 6809-163, benjamin.pfluger@isi.fraunhofer.de, www.isi.fraunhofer.de

³ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Breslauer Straße 48 76139 Karlsruhe, +49 721 6809-133, frank.sensfuss@isi.fraunhofer.de, www.isi.fraunhofer.de

⁴ <http://www.enertile.eu>

Ergebnisse

Aus dem Vergleich der Modellergebnisse beider Grenzpfade lassen sich Rückschlüsse über den Einfluss der Wasserstoffmobilität auf den europäischen Stromsektor ziehen:

- Die Verwendung von Wasserstoff erhöht den Bedarf an Stromerzeugung gegenüber einer direkten Nutzung von Strom im Verkehr, aufgrund des zusätzlichen Umwandlungsschrittes bei der Wasserstoffherstellung und den damit verbundenen wirkungsgradbedingten Verlusten. Gegenstand dieser Untersuchung ist, wie sich die zusätzliche Stromnachfrage auf den Ausbau der Erneuerbaren Energien und die konventionelle Stromerzeugung in Europa auswirkt. Im Fokus stehen sowohl mögliche Verschiebungen zwischen den Technologien im Erzeugungsmix, als auch mögliche regionale Verschiebungen zwischen Erzeugungsstandorten in Europa.
- Die fluktuierende und dargebotsabhängige Stromerzeugung aus Sonnen- und Windenergie vergrößert die Herausforderung, Stromerzeugung und -verbrauch zu jedem Zeitpunkt auszugleichen. Im Basisszenario der BMWi Langfristszenarien erfolgt der kosteneffiziente Ausgleich insbesondere durch einen umfassenden Ausbau des europäischen Übertragungsnetzes (Pflüger et al. 2017). Dieser stellt sicher, dass wetterbedingte regionale Versorgungsengpässe häufig überregional ausgeglichen werden können. Die weitgehende Deckung des Kraftstoffbedarfs im Verkehrssektor durch Wasserstoff an Stelle von Strom direkt stellt eine zusätzliche Flexibilitätsoption dar. Durch die kostengünstige und langfristige Speicherbarkeit von Wasserstoff lassen sich Versorgungsengpässe zeitlich ausgleichen. Es wird untersucht, welchen Einfluss diese alternative Form der Flexibilität auf den Ausbau der europäischen Stromnetze hat.
- Neben dem Einsatz als Kraftstoff im Verkehr hat Wasserstoff durch Rückverstromung das technische Potenzial als reiner Stromspeicher zu fungieren und als Konkurrenztechnologie zum Stromnetzausbau Flexibilität bereitzustellen. Im Konferenzbeitrag wird das ökonomische Potenzial dieser Flexibilitätsoption eruiert und seine Auswirkungen auf den Stromnetzausbau überprüft.
- Im Zentrum des Transformationsprozesses im Energiesystem steht die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Deshalb werden die Auswirkungen von Wasserstoffmobilität auf die europäischen CO₂ Emissionen im Verkehr- und Stromsektor dargestellt.

Referenzen

European Environment Agency (2017): Greenhouse gas emissions from transport. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-10>, zuletzt aktualisiert am 23.10.2017, zuletzt geprüft am 24.11.2017.

Pflüger, Benjamin; Tersteegen, Bernd; Franke, Bernd et al. (2017): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Studie im Auftrag des BMWi. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Consentec GmbH; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.