

# Anforderungen an die Energiewirtschaft für alternative Antriebe im öffentlichen Verkehr

(6) Dekarbonisierung: Verkehrssektor

Klara MAGGAUER<sup>1(1)</sup>, Jürgen ZAJICEK<sup>(1)</sup>, Judith KAPELLER<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>AIT Austrian Institute of Technology

## Motivation und zentrale Fragestellung

Da Schwerlastfahrzeuge (LKW, Busse, Reisebusse) einen signifikanten Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehrssektor in der EU verursachen [1], sollte auf ihre Dekarbonisierung ein besonderer Fokus gelegt werden. Dafür braucht es Alternativen zu fossilen Antrieben. Als zentrale Fragestellung wird untersucht, wie groß das Potenzial von batterieelektrischen und Wasserstoffantrieben für Busse im öffentlichen Verkehr in zwei Gebieten in Ostösterreich ist. Dabei wird auf die technologischen und wirtschaftlichen Implikationen einer Umstellung auf sie eingegangen. Außerdem werden Strategien zur Erzeugung der erforderlichen Energie zum Umstieg auf die genannten alternativen Antriebe mit erneuerbaren Energien (Photovoltaik und Windkraft) behandelt. Die Untersuchungen stammen aus einer Studie [2].

## Methodische Vorgangsweise

Zur Bewertung des Einsatzes von batterieelektrisch- und Wasserstoff-betriebenen Bussen im öffentlichen Verkehr werden zwei konkrete Fallbeispiele untersucht, nämlich Busstrecken aus dem Liniennetz des Verkehrsbund-Ostregion (VOR) im Gebiet Großraum Schwechat und im Nordburgenland. Da sich die Länge der zurückzulegenden Strecken und die Dichte der Stationen in diesen Gebieten stark unterscheiden, bringen sie verschiedene Anforderungen an die eingesetzten Fahrzeuge mit sich. Zunächst werden deshalb die technologischen Spezifikationen von batterieelektrisch- und Wasserstoff-betriebenen Bussen erhoben, um ihre Eignung für einen Einsatz in den genannten Gebieten unter Einhaltung des Fahrplans beurteilen zu können. Danach wird anhand dessen jeweils der Fahrzeugbedarf für die beiden alternativen Technologien berechnet, der mit einer Umstellung auf sie einhergeht. In einem nächsten Schritt wird die notwendige Infrastruktur zur Ladung bzw. Betankung der batterieelektrisch- bzw. Wasserstoff-betriebenen Fahrzeuge dimensioniert. Darauf aufbauend wird eine wirtschaftliche Bewertung des Umstiegs auf die alternativ betriebenen Busse durchgeführt. Dabei werden die Kosten für die Anschaffung der Busse, Investitionskosten für die Lade- bzw. Betankungs-Infrastruktur, Personalkosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten und die Kosten für spezielle Werkstattausrüstung berücksichtigt. Schließlich wird analysiert, wie bei einem Umstieg auf batterieelektrisch- bzw. Wasserstoff-betriebene Busse die dafür notwendige Energie mit Erneuerbaren erzeugt werden kann. Konkret wird berechnet, wie viel Windkraft- und Photovoltaik-Leistung gebraucht werden würde.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In städtischen Gebieten wie dem Großraum Schwechat ist es möglich, die momentan eingesetzten Dieselmotoren 1:1 durch sowohl batterieelektrisch- als auch Wasserstoff-betriebene Busse zu ersetzen. In Regionalverkehrsgebieten wie dem Nordburgenland reicht die Reichweite der batterieelektrisch betriebenen Busse allerdings nicht für einen 1:1 Ersatz der Dieselmotoren aus, jene der Wasserstoff-betriebenen Bussen jedoch schon. Im Nordburgenland sind bei einer Umstellung auf batterieelektrische Busse also mehr Fahrzeuge anzuschaffen und dadurch ist mehr Personal notwendig.

Die Anschaffungskosten für die Busse und die Infrastruktur bei Wasserstoff-betriebenen Fahrzeugen übersteigen bei Weitem jene für batterieelektrisch-betriebene Fahrzeuge. Im Fall Großraum Schwechat heißt das, dass ein Umstieg auf Wasserstoff-betriebene Busse wesentlich teurer ist als auf batterieelektrische Busse. Im Nordburgenland übersteigen die Anschaffungskosten und die Personalkosten für batterieelektrische Busse nur deshalb jene für Wasserstoff-betriebene Busse, da wesentlich mehr batterieelektrisch-betriebene Fahrzeuge notwendig sind, um den Fahrplan einhalten zu können. Abbildung 1 zeigt einen Vergleich der Kosten für die beiden Technologien in den untersuchten Gebieten.

---

<sup>1</sup> Jungautorin, Giefinggasse 4, 1210 Wien, +43 664 78588129, klara.maggauer@ait.ac.at

In Bezug auf die Energieeffizienz schneiden Wasserstoff-betriebene Fahrzeuge durch die schlechtere Effizienz der Brennstoffzellen und die Energieverluste während der Elektrolyse ebenfalls wesentlich schlechter ab als batterieelektrische Busse.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Untersuchungen die technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen einer Umstellung auf alternative Antriebsformen im öffentlichen Verkehr aufzeigen.

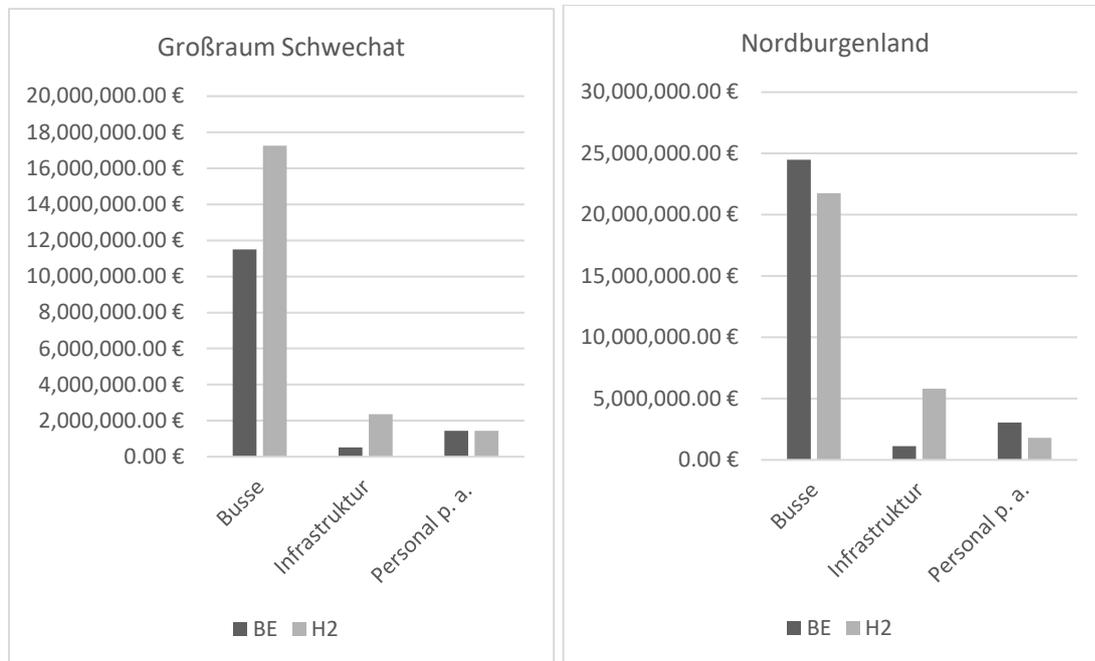


Abbildung 1: Übersicht über die Bus- und Infrastruktur-Investitionskosten und die Personalkosten für eine Umstellung auf batterieelektrisch (BE) und Wasserstoff (H2) betriebene Busse im Großraum Schwechat und im Nordburgenland. Wartungs- und Instandhaltungskosten sowie Kosten für spezielle Werkstattausrüstung sind nicht dargestellt.

## Literatur

- [1] European Environment Agency (EEA), „Reducing greenhouse gas emissions from heavy-duty vehicles in Europe,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/publications/co2-emissions-of-new-heavy>. [Zugriff am 21 11 2022].
- [2] J. Zajicek, J. Kapeller und K. Maggauer, „ATHU114 LOW CARB MOBILITY Anforderungen an die Energiewirtschaft für alternative Antriebe im öffentlichen Verkehr,“ 2022. [Online]. Available: [https://www.vor.at/fileadmin/CONTENT/Bilder/Projekte/ATHU114\\_Low\\_Carb\\_Mobility\\_Endbericht\\_Energiewirtschaft\\_extern.pdf](https://www.vor.at/fileadmin/CONTENT/Bilder/Projekte/ATHU114_Low_Carb_Mobility_Endbericht_Energiewirtschaft_extern.pdf). [Zugriff am 21 11 2022].