

Einleitung

Linienbusse verursachen nach Flugzeugen und Personenkraftwagen die drittmeisten klimaschädlichen Emissionen pro Personenkilometer¹. Ein Technologiewechsel ist vor diesem Hintergrund eine zentrale Stellschraube im Kampf gegen den Klimawandel. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, in etablierten organisatorischen Prozessen in Bezug auf Liniennetz und Fahrplan den technischen Herausforderungen der Elektromobilität Rechnung zu tragen. Ein Reichweitenmanagementsystem kann bei der Umstellung unterstützen.

Herausforderungen

Die Elektrifizierung von Busflotten des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) stellt eine zentrale Bestrebung im Kontext Energie und Klimaschutz dar. Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) schätzt, dass die Zahl der im Einsatz befindlichen Elektrobusse im ÖPNV von ca. 100 (Stand: 13.02.2019) in den nächsten Jahren auf ca. 900 steigt². Gerade in Schleswig-Holstein ist die effiziente Nutzung des regional erzeugten Windstroms eine große Chance. Darüber hinaus liegen für städtisch geprägte Verkehrsverbünde die Vorteile der Flotten-Elektrifizierung in der Reduzierung des innerstädtischen Verkehrslärms so-

-
- 1 Umweltbundesamt (2020, 11. März). Emissionsdaten [Online Artikel]. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr am 03.07.2020.
 - 2 VDV (2019, 13. Februar). Zwischenbilanz Elektrobusse im ÖPNV [Online Artikel]. Abgerufen von <https://www.lok-report.de/news/deutschland/verkehr/item/9557-vdv-zwischenbilanz-elektrobusse-im-oepnv.html> am 10.10.2019.

wie der lokalen Stickoxid- und Feinstaubbelastung. Dadurch stehen Busunternehmen allgemein und insbesondere das Fahrpersonal vor neuen Herausforderungen.

Die knappen Reichweitenressourcen und die hohen Anschaffungspreise von Elektrobusen stellen eine Barriere für die breite Einführung dieser Technologie dar. Zwar bieten bereits heute auf dem Markt erhältliche Elektrobusse technisch mögliche Reichweiten von bis zu 250 km, mit denen theoretisch ca. 70% der Umläufe in einer typischen Großstadt wie Lübeck abgedeckt werden könnten. Demgegenüber steht jedoch ein mehr als doppelt so hoher Anschaffungspreis im Vergleich zu konventionell angetriebenen Dieselbussen. Eine Amortisierung des höheren Anschaffungspreises durch die niedrigeren Betriebskosten pro Kilometer kann dadurch begünstigt werden, dass die Batteriegröße an die tatsächlichen Anforderungen angepasst wird und die elektrisch zurückgelegten Kilometer möglichst maximiert werden.

Eine zentrale Herausforderung der Maximierung der genutzten Kilometer stellen die sogenannten psychologischen Reichweittenschwellen³ dar (Abbildung 1). Diese führen dazu, dass die technisch mögliche Reichweite auf eine tatsächlich genutzte Reichweite reduziert wird. Durch intransparente und unverständliche Anzeigen im Bus wird ein substanzieller Anteil der Batteriekapazität als Sicherheitspuffer vorgehalten und bleibt damit ungenutzt. Darüber hinaus ist die effizientere Nutzung der technischen Reichweite aufgrund mangelnder Systemunterstützung bei Kompetenzerwerb und Handlungssteuerung für das Fahrpersonal meist herausfordernd.

3 Franke, T., & Krems, J. F. (2013). Interacting with limited mobility resources: Psychological range levels in electric vehicle use. *Transportation Research Part A*, 48, 109–122.

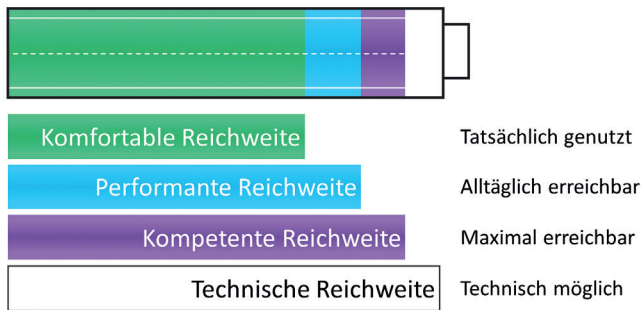


Abbildung 1: Psychologische Reichweiteschwellen⁴

Zusammengefasst kann ein nutzerzentriertes Reichweitenmanagement also wesentlich dazu beitragen, die komfortablen Reichweiten von Elektrobussen durch Reduzierung der Unsicherheiten anzupassen und für das Fahrpersonal transparenter darzustellen und damit letztendlich die nutzbare Reichweite zu steigern.

Lösungsansätze und Zielsetzung

Um den Betrieb von Elektrobussen in ÖPNV Betrieben zu ermöglichen, werden aktuell vor allem wirtschaftliche Real-Tests durchgeführt, in denen Elektrobusse Umläufe – also die geplante Gesamtstrecke eines Fahrzeugs an einem Tag – von Diesebussen übernehmen. Das Thema Reichweite wird als organisatorische Herausforderung in der Umlaufplanung angesehen, was dazu führt, dass das Fahrpersonal kaum für das Thema sensibilisiert wird. Ansatzpunkte für die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit sind damit meist die Automatisierung des Betriebshofmanagements, die Fortschrittlichkeit des Batteriesystems und der Betrieb der Ladeinfrastruktur.

4 Franke, T., & Krems, J. F. (2013). Interacting with limited mobility resources: Psychological range levels in electric vehicle use. *Transportation Research Part A*, 48, 109–122.

In dieser Betrachtungsweise wird ein wichtiger Faktor für die Energieeffizienz von technischen Systemen vernachlässigt: der Mensch⁵.

Schon heute liefern die meisten Elektrobusse bereits umfangreiche Fahrdaten und -informationen und können diese auch an Herstellerdatenbanken versenden. Das Unternehmen ViriCiti (<https://viriciti.com/de/>) nutzt diese Daten aus Elektrobussen um ÖPNV-Betrieben und Busherstellern Informationen zu Lade- und Fahrzeiten, aber auch Energieverbräuchen auf bestimmten Routen zu liefern. Zusätzlich können individuelle Berichte des Fahrpersonals erstellt werden, die laut ViriCiti zu einer Reichweitensteigerung von bis zu 30% führen können⁶.

In Anbetracht der unterschiedlichen psychologischen Reichweitschwellen (s. o.) kann aber angezweifelt werden, ob allein ein solcher Bericht bereits zu einer Reichweitensteigerung führt. Vielmehr sollte ein nutzerzentriertes System alle psychologischen Reichweitschwellen adressieren und dadurch versuchen, die Reichweite zu erhöhen. Das bedeutet konkret, dass das System ...

1. ... durch Trainings, Lernanwendungen oder eine handlungsnahen Assistenz die Energieeffizienz der Fahrweise und damit die kompetente Reichweite erhöht.
2. ... durch streckenbezogene Energieeffizienz-Informationen und die Darstellung des Zusammenhangs von Energie und anderen Zielen (z. B. Fahrgastkomfort, Zeit) die performante Reichweite erhöht.
3. ... durch transparentere, nachvollziehbare, verständliche und anpassbare Anzeigen das Verständnis für Reichweiten und damit die komfortable Reichweite erhöht.

5 Franke, T., Gorges, D., & Arend, M. G. (2019, September). The Energy Interface Challenge. Towards Designing Effective Energy Efficiency Interfaces for Electric Vehicles. In *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 35–48). ACM.

6 ViriCiti (2019, 19. Dezember). Dienstleistungen für Elektrofahrzeuge [Website]. Abgerufen von <https://viriciti.com/de/telematics-electric-vehicles/> am 19.12.2019.

Im nachfolgenden Leitfaden wird eine Methode der Entwicklung eines nutzerzentrierten Reichweitenmanagements am Beispiel des NuR.E Demonstratorsystems beschrieben, das diese Ziele adressiert. Als Benutzerschnittstelle ist ein Tablet im Elektrobus verbaut. Die Fahrdaten werden über den Hersteller an das NuR.E System übermittelt und dort weiterverarbeitet, sodass sie für die Realisierung von Fahreranzeigen im Tablet verwendet werden können. Entscheidend ist die nutzerzentrierte Entwicklung der Anzeigen, also die Einbindung des Fahrpersonals und weiteren Stakeholdern.

