

Positionspapier

Zukunftsfähige Heizsysteme für Elektrobusse

Autoren: Werner Kraft (DLR), Dr. Stefan Hiebler (ZAE), Dr. Michael Sonnekalb (Konvekta AG), Jens Ernsting (Hannoversche Verkehrsbetriebe - ÜSTRA)

Aktuelle Zahlen belegen: die Verbreitung von Elektrofahrzeugen schreitet nur langsam voran. Zwar ist in der jüngeren Vergangenheit ein Zuwachs bei der Zahl der Neuzulassungen von PKW zu verzeichnen. Dies reicht jedoch bei weitem nicht aus, um das von der Bundesregierung ausgegebene Ziel von 1 Mio. Elektrofahrzeugen bis zum Jahr 2020 zu erreichen [1]. Gründe hierfür sind hohe Anschaffungskosten, mangelnde Verfügbarkeiten sowie geringe elektrische Reichweiten der Fahrzeuge. Besonders bei niedrigen Umgebungstemperaturen kommt es darüber hinaus zu einer weiteren Reduktion der Reichweite. Durch zusätzlichen Heizbedarf der Fahrgastzelle sind Reichweitenreduzierungen von bis zu 50 % keine Seltenheit [2].

Noch deutlicher zeichnet sich dieses Bild im Bereich des öffentlichen Personen Nahverkehrs (ÖPNV): laut aktuellster Zahlen des Kraftfahrt Bundesamtes (KBA) besitzen aktuell nur 0,23 % der in Deutschland zugelassenen Omnibusse einen lokal emissionsfreien, rein elektrischen Antrieb [3]. Dabei könnte besonders in den Ballungsgebieten die Qualität der Luft und damit auch die Lebensqualität in den Städten durch den Einsatz emissionsfreier Busse signifikant verbessert werden. Auf die gleichen Probleme wie potentielle Privatkäufer von Elektrofahrzeugen, stoßen jedoch auch die Verkehrsbetreiber. Kostet ein konventioneller, mit Dieselmotor betriebener, 12 m – Stadtbus ca. 240.000 €, so müssen für elektrisch angetriebene Stadtbusse mehr als doppelt so hohe Kosten von mindestens 500.000 € angesetzt werden [4]. Bedingt sind diese hohen Kosten durch vergleichsweise teure Traktionsbatterien (ca. 37 % Anteil an Gesamtkosten). Weiterhin schränken geringe Reichweiten die Betriebsfähigkeit ein. So berichten die Hannoverschen Verkehrsbetriebe (ÜSTRA), dass erste Tests mit Elektrobussen dieses Problem sehr deutlich zum Vorschein gebracht haben. Messungen haben ergeben, dass der Energieverbrauch zum Heizen an kalten Wintertagen mit bis zu 1,08 kWh/km im Vergleich zum Energieverbrauch für den Antrieb mit durchschnittlich 0,88 kWh/km deutlich höher liegt, also ein Großteil der teuer gespeicherten elektrischen Energie für die Beheizung der Fahrgastzelle aufgewendet werden muss und somit nicht mehr dem Antrieb zur Verfügung steht [5].

Dies ist auch der Grund, weshalb aktuell in den eigentlich als emissionsfrei geltenden Elektrobussen überwiegend Diesel-Brennstoffheizsysteme zum Einsatz kommen. Durch die Verbrennung von Diesel-Kraftstoff kann Heizenergie zwar ohne Einfluss auf die Reichweite des Fahrzeugs bereitgestellt werden - die lokale Emissionsfreiheit des Fahrzeugs geht damit jedoch verloren. Gerade vor dem Hintergrund der in manchen Städten bereits erteilten Fahrverbote für manche Diesel-PKW drängt sich damit die Frage nach der Akzeptanz von Diesel-Heizgeräten in Elektrobussen auf.

Im Sommer hingegen, also bei notwendiger Kühlung der Fahrgastzelle, wurden nur geringe Reichweitenverluste dokumentiert. Gründe hierfür sind die deutlich höhere Effizienz von Klimaanlage und die geringeren Temperaturdifferenzen zwischen Umgebung und Innenraum [4].

Soll der zukünftige ÖPNV also lokal emissionsfrei und damit mittels elektrischer Stadtbusse umgesetzt werden, müssen kostengünstige und schnell verfügbare Lösungen für die Beheizung von Elektrobussen im Winter entwickelt werden.

An einer potentiellen Lösung für dieses Problem arbeiten Forscher am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt an seinem [Institut für Fahrzeugkonzepte](#) in Stuttgart: Durch im Vergleich zur Batterie kleine, leichte und v.a. kostengünstige Wärmespeicher könnte der Heizbedarf im Winter vollständig gedeckt werden. Als Wärmespeichermaterial greifen die Forscher dabei erstmalig auf Metalllegierungen wie z.B. Aluminium-Silizium zurück – kein unbekannter Werkstoff, wird dieser doch bereits millionenfach zur Herstellung von Kolben in Verbrennungsmotoren verwendet und konnte damit seine Eignung für den Serieneinsatz im Automobil unter Beweis stellen. Zur Speicherung thermischer Energie werden die als [metallische Phasenwechselmaterialien](#) bezeichneten Speichermaterialien erhitzt und aufgeschmolzen – auf Temperaturniveaus von bis zu 650 °C können so Speicherdichten im Gesamtsystem erreicht werden, welche aktuelle Traktionsbatterien um den Faktor 2 bis 2,5 übertreffen. Wird der Hauptkostentreiber Batterie durch ein entsprechendes Wärmespeichersystem ergänzt, kann diese deutlich kleiner ausgeführt werden. Das Fahrzeug wird insgesamt günstiger, die Reichweite im Winter bleibt erhalten und die Reduktion der Masse des Fahrzeugs senkt zudem den Verbrauch. Auch an die Recyclebarkeit und die Verwendung entsprechend verfügbarer Rohstoffe haben die Forscher bei der Konzeptionierung ihrer Wärmespeichersysteme bereits gedacht – könnten doch beide zuletzt genannten Aspekte die künftige Massenherstellung von Batterien vor große Herausforderungen stellen [6] [7].

Neben der Wärmespeicherung auf hohem Temperaturniveau und ausschließlich in Metallen, arbeitet das DLR zusammen mit dem Bayerischen Zentrum für angewandte Energieforschung ([ZAE Bayern](#)) an einem kombinierten Wärmespeichersystem ([DuoTherm](#)). Die Kombination von Hoch- und Niedertemperaturspeichermaterialien ermöglicht dabei eine weitere Steigerung der Effizienz des Fahrzeugsystems. „Thermische Verluste, die vor allem bei der Schnellladung der Batterie entstehen, können in dem sogenannten Niedertemperaturspeicher zwischengespeichert und während der Fahrt zur Innenraumheizung genutzt werden“, so Dr. Stefan Hiebler, Leiter der mit dem DLR kooperierenden Gruppe „Thermische Energiespeicher“ am ZAE Bayern aus Garching. Auch die Industrie hat das Potential der Technologie bereits erkannt. „Neueste am Markt verfügbare Wärmepumpensystem können den Reichweitenverlust im Winter zwar bereits abschwächen, diesen jedoch nicht vollständig verhindern. Wärmespeichersysteme können hier eine optimale Ergänzung bieten, um diese Lücke zu schließen“, so Dr. Michael Sonnekalb, Entwicklungsleiter der Konvekta AG, Hersteller von Klimatisierungs- und Heizsystemen für Omnibusse aus dem hessischen Schwalmstadt.

Bis zur Markteinführung der vielversprechenden Technologie ist es jedoch noch ein weiter Weg. Als erster Schritt um diesen möglichst rasch zu bestreiten, ist die Bündelung der Kompetenzen in Deutschland zwingend erforderlich. Nur durch Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Verkehrsbetreibern, kann eine anwendungsorientierte Technologieentwicklung zügig vorangetrieben werden. Sofern die entsprechenden Rahmenbedingungen dies zulassen, könnte eine erste Technologiedemonstration im Fahrzeug und die Darstellung entsprechender Potentiale innerhalb

weniger Jahre erfolgen und damit die Vision eines kosteneffizienten und lokal emissionsfreien ÖPNV mit Elektrobussen auf Deutschlands Straßen ein Stück näher rücken.

Literaturverzeichnis

- [1] P. Bandelin, „1 Million Elektro-Pkw bis 2020: Studie hält Ziel für utopisch,“ 11 Juli 2018. [Online]. Available: <https://aiomag.de/1-million-elektro-pkw-schafft-deutschland-die-e-mobilitaetsziele-9321>. [Zugriff am 30 August 2018].
- [2] H. Grossmann, Pkw – Klimatisierung – Physikalische Grundlagen und technische Umsetzung, Berlin Heidelberg: Springer, 2013.
- [3] Kraftfahrt-Bundesamt, *Fahrzeugzulassungen - Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen zum 1. Januar 2018*, Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt, 2018.
- [4] Knotte, *Ansätze zur Standardisierung und Zielkosten für Elektrobusse*, Dresden: Fraunhofer IVI, 2017.
- [5] ÜSTRA, *Evaluierung des Pilotprojekts mit drei Elektrobussen*, Hannover, 2018.
- [6] M. Lindinger, *Der Preis der E-Mobilität*, Frankfurt: FAZ, 2018.
- [7] s. m. c. germany, „Lithium-Ionen-Batterien – Wie ressourcenabhängig ist Elektromobilität?,“ 11 Oktober 2017. [Online]. Available: <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/fact-sheet/details/news/lithium-ionen-batterien-wie-ressourcenabhaengig-ist-elektromobilitaet/>. [Zugriff am 30 August 2018].