



1 Einführung von Elektrobussen
in Hamburg.

ELEKTRISCHE BUSSYSTEME – EINFÜHRUNGSKONZEPTIONEN

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Institutsleiter
Prof. Dr. Matthias Klingner

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thoralf Knoté
Telefon +49 351 4640-628
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

www.ivi.fraunhofer.de

Hintergrund

Steigende Preise für fossile Kraftstoffe, der Wunsch nach Unabhängigkeit von den Schwankungen internationaler Rohstoffmärkte sowie die Notwendigkeit des lokalen Umwelt- und des globalen Klimaschutzes veranlassen viele Verkehrsunternehmen, die Einführung rein elektrisch angetriebener Linienbusse in Betracht zu ziehen.

Elektromobilität ist kein Neuland für Verkehrsunternehmen, fahren doch bereits seit über 100 Jahren Straßenbahnen und teilweise auch Obusse in deutschen Städten. Diese können jedoch bei unzureichender Fahrgastnachfrage nicht wirtschaftlich betrieben werden bzw. wird ihre Einführung durch hohe Investitionskosten für die Infrastruktur behindert. Hinzu kommen in vielen Fällen stadt- oder straßengestalterische Vorbehalte gegenüber Fahrleitungen. Insgesamt ist das Interesse an Bussen mit Elektroenergiespeichern für den fahrleitungslosen Betrieb deutlich gewachsen.

Ausgangssituation

Neue Entwicklungen bei Elektroenergiespeichern und Leistungselektronik ermöglichen bereits heute, aber vor allem in naher Zukunft, Konzepte für rein elektrisch angetriebene Linienbusse, die noch vor wenigen Jahren als nicht realisierbar galten. Bisher bezogen rein elektrisch angetriebene Busse ihre Energie fast ausschließlich linienförmig über Fahrleitungen (Obusse). Inzwischen können aber auch Konzepte umgesetzt werden, bei denen fahrzeugseitige Elektroenergiespeicher punktuell nachgeladen werden und eine Fahrleitung nicht notwendig ist. Die Umsetzbarkeit solcher Technologieansätze hängt jedoch von den jeweiligen Eigenschaften einer Linie bzw. eines Liniennetzes ab. Hierzu zählen

- die Linienlänge,
- die Umlaufzeit bzw. Pausengestaltung,
- das zu überwindende Höhenprofil,
- Fahrgastzahlen sowie
- Reise- und Fahrgeschwindigkeiten.



2



3

Leistungsangebot

Nach dem Prinzip »Das Mögliche vom Unmöglichen unterscheiden – Zukunftsperspektiven erkennen« bietet das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI Beratungsleistungen hinsichtlich der Einführung rein elektrischer Linienbusse an.

Basierend auf einem umfangreichen Wissen und Erfahrungen im Umgang mit elektrischen Speicher- und Antriebstechnologien erfolgt eine Analyse von Buslinien bzw. Liniennetzen hinsichtlich der Möglichkeiten einer schrittweisen Einführung batteriebetriebener Elektrobusse. In die Betrachtungen werden darüber hinaus auch Konzepte der linienförmigen Energiezufuhr in Form von Fahrleitungen bzw. induktiver Ladung einbezogen. Sofern möglich, wird ein Konzept für die schrittweise Einführung elektrisch angetriebener Linienbusse erarbeitet, das sich auf einen kurz- bis mittelfristigen Zeithorizont erstreckt.

Die Untersuchungen verlaufen ergebnisoffen. Am Ende darf bzw. muss ggf. auch die Erkenntnis stehen, dass sich eine Linie derzeit und in absehbarer Zukunft nicht für den Einsatz elektrisch angetriebener Linienbusse eignet. Die mit der Einführung einer bestimmten Technologie verbundenen Risiken werden klar kommuniziert.

Fragen der Energieeffizienz, der Umweltbilanz, aber auch der Kosten, sind ebenfalls Bestandteil der Arbeiten.

Umfang der Arbeiten

Im ersten Schritt werden die relevanten **Liniencharakteristiken** für das Antriebskonzept aufgenommen. Stellt sich nach einer überschlüssigen Betrachtung heraus, dass eine Linie oder ein Teilnetz für batteriebetriebene Linienbusse geeignet sein könnte, wird im zweiten Schritt mit Hilfe leistungsfähiger Simulationswerkzeuge eine detaillierte **Energie- und Leistungsbilanzrechnung** durchgeführt. Für die Modellierung der Fahrzeuge und hierbei insbesondere des Speicher-Antriebsstrangs kann auf herstellernerneutrale, auf Wunsch und bei Verfügbarkeit jedoch auch auf herstellerspezifische Konfigurationen zurückgegriffen werden.

Als Ergebnis stehen neben Aussagen zur Eignung einer Linie für batteriebetriebene Elektrobusse Informationen hinsichtlich

- der notwendigen Speichergöße,
- der Leistungsanforderungen sowie
- eventuell notwendiger Änderungen im Betriebsablauf

zur Verfügung.

Im dritten Schritt werden die **Anforderungen an den Elektroenergiespeicher und den Antriebsstrang** mit verfügbaren bzw. in absehbarer Zukunft realisierbaren Technologien abgeglichen.

Die Ergebnisse dienen den Verkehrsbetrieben als Entscheidungsgrundlage und eignen sich als Grundlage für die Erstellung von Lastenheften.

Einführungskonzeption

Wichtigster Bestandteil einer Einführungskonzeption sind Aussagen über die zeitlich gestaffelte Beschaffung und Indienststellung elektrisch angetriebener Linienbusse. Hinzu kommen Informationen hinsichtlich

- der Werkstattausrüstung,
- der Schulung von Werkstattmitarbeitern und Fahrern sowie
- zu beachtender Vorschriften und Sicherheitsrisiken.

Ausgewählte Referenzen

Das Fraunhofer IVI hat Einführungskonzeptionen für viele verschiedene Städte und Verkehrsverbände erstellt. So unter anderem für

- Berlin (BVG),
- Düsseldorf (Rheinbahn AG),
- Köln (KVB AG),
- Hamburg (Hochbahn AG, Abb. 1),
- Bonn (SWB-Verkehr GmbH),
- das gesamte Busnetz des Landkreises München (MVV GmbH),
- das gesamte Busnetz der Stadt Aachen (Stadtverwaltung Aachen).

2 *Städtisches ÖPNV-Liniennetz.*

3 *Schnellladefähiger Elektrobus des Fraunhofer IVI.*