



1 Versuchsfahrzeuge der Dresdner Verkehrsbetriebe AG (Bildquelle: DVB AG).

LINIENEINSATZANALYSE VON HYBRIDBUSSEN

Ausgangssituation

In den letzten Jahren stellten verschiedene Bushersteller erste Prototypen von Hybridbussen der Öffentlichkeit vor. Die Firma Solaris Bus & Coach S. A. lieferte den Dresdner Verkehrsbetrieben (DVB) AG sowie den Leipziger Verkehrsbetrieben (LVB) GmbH bereits in den Jahren 2005/2006 jeweils ein seriennahes Fahrzeug, das mit einem leistungsverzweigten Hybridsystem des Getriebeherstellers Allison Transmission ausgerüstet ist. Die zweite Generation, mit verkleinertem Verbrennungsmotor, angetriebener C-Achse sowie verbesserter Kühlung des Antriebstrangs, ist seit 2008 u. a. bei der üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG im Einsatz.

Die Anschaffung zukünftiger Hybridbusse erfordert neben der ökologischen auch die Berücksichtigung ökonomischer Faktoren. So müssen sich die anfallenden Mehrkosten über die Produktlebensdauer durch Kraftstoffeinsparungen, Verschleißreduktion und Wartungsarmut amortisieren.

Projekthalte

Zur objektiven Bewertung von Hybridbussen wurden die Fahrzeuge in Dresden, Leipzig sowie Hannover in umfangreichen Messkampagnen mit konventionell angetriebenen Dieselnbussen verglichen (Abb. 1) und im Zuge einer repräsentativen Messkampagne durch das Fraunhofer IVI die Daten der beiden Testfahrzeuge im täglichen Linieneinsatz aufgezeichnet und ausgewertet. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich jeweils über 12 Monate, wobei die Fahrzeuge täglich zwischen 16 und 18 Stunden im Einsatz waren.

Der parallele Fahrzeugeinsatz erfolgte auf Linien, die für das zu testende Hybridfahrzeug besonders große Verbrauchseinsparungen erwarten ließen. Die Linien wurden unter Berücksichtigung von Fahrgastaufkommen, Höhenprofil sowie Haltestellenabstand für die Analyse in charakteristische Streckenabschnitte aufgeteilt. Zusätzliche Auswertungen entsprechend gewünschter zeitlicher Intervalle, bspw. Ferienzeiten, Messetermine oder Haupt- und Nebenverkehrszeiten, waren ebenfalls möglich.

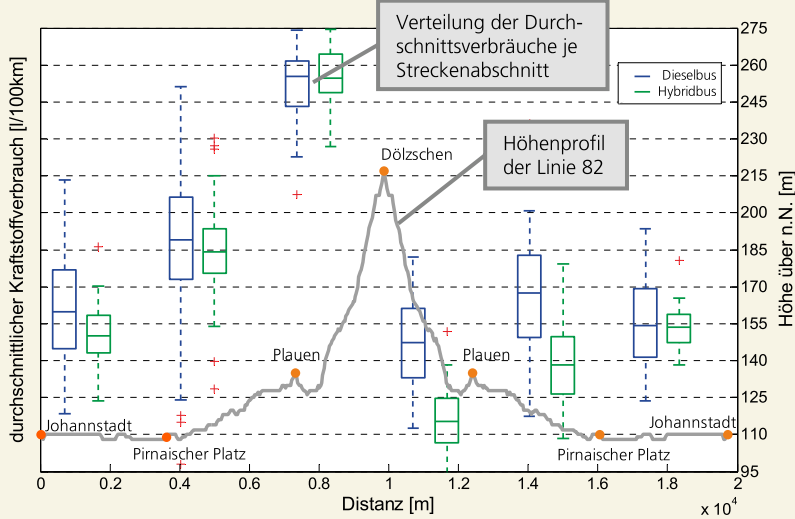
Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Institutsleiter
Prof. Dr.-Ing. Matthias Klingner

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Breitkopf
Telefon +49 351 4640-642
matthias.breitkopf@ivi.fraunhofer.de



2

Messtechnik

Mit Hilfe eines Echtzeit-Controllers konnten alle verfügbaren Zustandsgrößen des bordseitigen Datenbusses (CAN) und der Fahrgastzählanlage sowie die aktuelle GPS-Position für jeden Weg- und Zeitpunkt exakt aufgezeichnet werden (Abb. 2). Die Kenngröße Kraftstoffmenge wurde durch Messungen mit einem Kraftstoffdurchflusssensor verifiziert und in regelmäßigen Intervallen mit den Tankdaten der Verkehrsbetriebe abgeglichen.

Die gewonnenen Messdaten, aus denen sich Beschleunigungs-, Strecken-, Geschwindigkeits-, Leistungs- und Verbrauchsprofile für jedes Fahrzeug und für jeden gewünschten Zeitraum generieren lassen, wurden dazu in einer Datenbank hinterlegt. Entwickelte Computerprogramme gestatten eine schnelle und sichere Aufbereitung und Auswertung der Rohdaten.

Leistungen

Mit Hilfe von Testfahrten auf ÖPNV-Linien sowie mit standardisierten Testzyklen im Prüfgelände können wichtige Erkenntnisse zur nachweisbaren Antriebsstrangoptimierung und zum korrekten Fahrzeugvergleich ermittelt werden.

Die im Linieneinsatz ermittelbaren Daten können durch das Fraunhofer IVI bezüglich des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs je Streckenabschnitt, Zeitintervall und in Abhängigkeit von den Fahrgastzahlen, der Durchschnittsgeschwindigkeit und der Fahrplanabweichung bewertet werden. Der Vorteil der Messmethode liegt dabei in der genauen Lokalisierung der potentiellen Energieeinsparabschnitte.

Kosten-/Nutzenanalysen berücksichtigen alle innerhalb eines Testzeitraums auftretenden sowie zukünftig abschätzbaren Kosten für Anschaffung, Zinsen, Ausrüstung, Schulung, Wartung und Instandhaltung je Fahrzeug. Szenarien der weiteren Preisentwicklung der Betriebsstoffe sowie der Haltbarkeit der Antriebsbatterien und der damit verbundenen Neuanschaffungen erlauben Prognosen, unter welchen Voraussetzungen sich die Mehrkosten für das Hybridsystem amortisieren bzw. wie groß der Differenzbetrag nach der regulären Nutzungsdauer zueinander ausfällt.

Simulationen und Berechnungen erlauben Rückschlüsse auf weitere Einsparpotentiale durch Fahrzeugweiterentwicklungen. So kann u. a. abgeschätzt werden, wieviel Kraftstoff durch eine Stopp/Start-Automatik, bei der mechanischen Entkopplung der Nebenverbraucher, bei Einsatz eines prädiktiven Energiemanagements und bei der Verwendung eines kleineren Dieselmotors (Downsizing) eingespart werden können. Darüber hinaus ist es möglich, den Kraftstoffverbrauch auf weiteren Linien eines Netzes zu prognostizieren bzw. mögliche Einsparungen durch Modifikationen an der Liniencharakteristik abzuschätzen.

Für die Marktfähigkeit der Hybridtechnologie ist deren Akzeptanz durch das Fahrpersonal, das Werkstattpersonal sowie durch die Fahrgäste von großer Bedeutung. Mit umfassenden Befragungskampagnen können die Bedienbarkeit, die Fahreigenschaften, die Wartungsfreundlichkeit sowie die Auswirkungen auf die Innenraumgestaltung der Fahrzeuge bewertet und mögliche Problemlösungen angeboten werden.

Referenzen

- Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG
- SaxHybrid

2 Verteilung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs je Streckenabschnitt auf der Linie 82 (jetzt Linie 62) in Dresden.