

**3. ÖPNV Innovationskongress**  
**Mobilitätskonzepte für Bus und Bahn**  
Freiburg, 13. – 14. März 2007

**Bericht aus dem Workshop 3: Technologie**  
**von Dipl.-Ing. Johannes W. Ebner,**  
**Strategie, Emissionen und Sicherheit**  
**Nutzfahrzeuge DaimlerChrysler AG**

**1. Wohin fährt der Bus? Neueste Entwicklungen bei Umweltaforderungen, Sicherheit, Komfort und Antriebstechnik**

**Siegbert Wenkle**

**Leiter Alternative Antriebe und Gesamtfahrzeug Brennstoffzelle EvoBus, Mannheim**

Der Referent stellte die Konzeptentwicklung vom Hochboden-Bus mit Chassis zum Niederflurbus und Low Entry-Bus als Kombination aus beiden Bustypen dar. Für Strecken mit höheren Fahrgastzahlen wünschen die Kunden Großraumbusse mit höherer Kapazität als die Gelenkbusse, jedoch ohne Einschränkungen in Fahr- und Nutzbarkeit.

Breiten Raum nahm die Erläuterung der Schritte zur Emissionsminderung beim Dieselmotor bis zur Stufe EURO V ein, durch die bereits geplante nächste Stufe EURO VI werden die Anforderungen nochmals deutlich verschärft.

Bei EURO IV/V konkurrieren verschiedene technische Lösungen zur Abgasnachbehandlung

- SCR (selektive katalytische Reduktion) als Kraftstoff sparende Lösung, allerdings mit einem zusätzlichen Betriebsstoff AdBlue und
- Abgasrückführung mit Partikelfilter bei etwas höherem Dieserverbrauch.

Neben Diesel hat EvoBus auch andere Antriebstechniken wie den Erdgasmotor (auch EEV) im Angebot, darüber hinaus laufen in Esslingen Trolleybusse. In Betriebsversuchen wurden dieselektrische Hybridbusse, dieselektrische Niederflurbusse mit Radnabenmotoren sowie 2 Generationen von Brennstoffzellenbussen erprobt.

Am Beispiel des EU-Projektes CUTE (Clean Urban Transport in Europe) wurde verdeutlicht, welche Herausforderungen Zulassung und Betrieb von 30 Brennstoffzellenbussen in 10 europäischen Städten stellen; dem stehen die Erfahrung aus dem Aufbau 10 unterschiedlicher H<sub>2</sub>-Versorgungen sowie Praxisergebnisse aus 1,6 Mio Fahrkilometern und mehr als 110 000 Betriebsstunden bei hoher Fahrzeugverfügbarkeit gegenüber.

Die Zukunft des Busantriebs sieht EvoBus nach Optimierung des Diesels zunächst in Hybridkonzepten – hier wurden im ÖPNV abhängig von den jeweiligen Einsatzbedingungen Einsparmöglichkeiten beim Kraftstoffverbrauch von bis zu 30 % errechnet. Bei der Entwicklung steht die Komponentenentwicklung/-optimierung für einen elektrischen Fahrentrieb im Fokus, der dann auch für die Folgetechnik Brennstoffzellenantrieb genutzt werden kann. Ein „Umweg“ über H<sub>2</sub>-Verbrennungsmotoren ist nicht vorgesehen.

In Sachen Sicherheit folgte ein kurzer Überblick über die verfügbaren Sicherheitssysteme wie einen optimierten Fahrerarbeitsplatz mit guter Rundumsicht und zusätzlicher Rückfahr-Kamera sowie Fahrerassistenzsysteme zur Spur- und Abstandshaltung sowie bestmögliche Bremsverzögerung. Aber auch der Komfort am Fahrerplatz (Klima, Ergonomie) trägt zur Konditionssicherheit bei.

## **2. Anspruchsvolle Umweltstandards – erste praktische Erfahrungen und Erkenntnisse mit EEV-Bussen in Frankfurt am Main**

**Burkhard Proske**

**Assistent der Geschäftsführung Alpina Bad Homburg GmbH**

Alpina war in Frankfurt bei der Ausschreibung für ein Linienbündel im ÖPNV erfolgreich. Gefordert wurden strenge Abgasstandards, niedriges Geräusch [ $< 77$  dB(A)], Klimatisierung sowie Barrierefreiheit. Für den Abgasstandard EEV (Enhanced Environmental Vehicles) kam in der Schlussbewertung einen Bonus zum Ansatz, der letztendlich für die Auftragserteilung entscheidend war.

Bei der Ausschreibung zur Fahrzeugbeschaffung gab es zunächst nur EEV-Angebote von 3 Herstellern, bei Auftragsvergabe waren dann aber 8 Anbieter bereit, solche Fahrzeuge zu liefern. Gekauft wurden 36 Solobusse von Volvo und 18 Midibusse von van Hool, jeweils mit Dieselantrieb, sowie 2 VW-Busse mit LPG-Antrieb von Kutsenits.

Im praktischen Einsatz der Fahrzeuge zeigten sich keine gravierenden Probleme, um kleinere Mängel kümmerten sich die Hersteller intensiv. Angemerkt wurde ein etwas höherer Zeitaufwand für die zusätzliche Betankung mit AdBlue, wobei der Kraftstoffverbrauch auf gleichem Niveau blieb wie bei den Vorgängerfahrzeugen.

Botschaften:

- EEV ist auch mit Dieselnbussen technisch möglich.
- Erfolgsfaktor in Frankfurt war ein Bonus für EEV bei der Ausschreibung der ÖPNV-Leistungen.

### **3. Nachrüstung von Linienbussen auf den Abgasstandard EURO IV/EEV**

**Axel Middendorf**

**DES**

Die CRT-Technik als technische Lösung zur zusätzlichen Partikelabscheidung bei EURO III-Fahrzeugen ist Basis für ein neues Nachrüstangebot der Firma Diesel Exhaust Systems. Mit einem nachgeschalteten SCR-System (Katalysator, AdBlue-Tank und Dosierung) und einem Sperrkatalysator zur Vermeidung von Ammoniakslupf soll der Abgasstandard EURO V und sogar EEV erreicht werden. Der Kraftstoffverbrauch ändert sich durch die Nachrüstung nicht.

Derzeit sind 10 für Euro V zertifizierte Fahrzeuge in der Flottenerprobung, an der EEV-Version des Nachrüstsystems wird noch gearbeitet. Ein modulares Konzept soll die Anpassung an verschiedene Motortypen ermöglichen.

Für eine Nachrüstung sind etwa 3 Tage Montagezeit in der Werkstatt erforderlich, die Nachrüstkosten liegen bei ca. 15 500 € für das SCR-System; wenn auch das CRT-System nachgebaut werden muss, steigen sie auf ca. 23 500 €.

Botschaft:

- Durch Nachrüstung können Fahrzeuge ab Modelljahr 2000 auf einen besseren Abgasstandard gebracht werden.
- Für einen Erfolg des Systems im Markt ist eine Förderung der Nachrüstung oder politischer Druck in Sachen Luftreinhaltung erforderlich.

#### **4. Optimierte Betriebsabläufe – Handlungsoptionen im sich verändernden Marktumfeld**

**Uwe Löschmann**

**Geschäftsführer SüdwestBus, Karlsruhe**

Neue Rahmenbedingungen im ÖPNV mit Ausschreibung von Linienbündeln, spezifischen Qualitätsanforderungen an Fahrzeuge und kurzen Reaktionszeiten erzwingen neue IT-Instrumente für Planung, Systemoptimierung und Angebotserstellung.

DB Stadtverkehr hat die Regionalbus-Gesellschaften ausgegründet und dort bislang noch recht unterschiedliche Strukturen. Nun steht die Aufgabe an, hierfür standardisierte IT-Lösungen zu entwickeln. Dabei sind vor allem die Themen Optimierung der Bus-Instandhaltung, Fahrzeugeinkauf und Flottenmanagements sowie insbesondere Dienst – und Umlaufplanung zu optimieren, ohne dass hierunter der Qualitätsstandard leidet.

Als gemeinsame Lösung ist das Planungssystem Microbus vorgesehen, es soll durch ein Zusatzsystem weiter optimiert werden, um auch neue Herausforderungen wie große Flotten im Stadtbusbereich oder den schrittweisen Wegfall der Fahrzeugförderung mit den daraus folgenden Konsequenzen (höheres Durchschnittsalter der Flotte, veränderte Instandhaltungskosten, Zusatzanforderungen durch Bestellvorgaben bis hin zum Relaunch von Fahrzeugen für einen längeren Lebenszyklus) zu beherrschen.

Wichtiges Ziel ist eine große Flexibilität des Systems, um in den jeweiligen Gesellschaften auch spezifische Analysen, z.B. für make or buy Entscheidungen in Fahrzeugservice und Fahrzeuginstandhaltung durchführen zu können.

Durch eine reduzierte IT-Komplexität mit definierten Referenzsystemen werden deutliche Verbesserungspotentiale gesehen. Doch setzen externe Anforderungen z.B. in Verbundbereichen in einzelnen Segmenten (RBL, Fahrscheindrucker) Grenzen für eine Vereinheitlichung.

Die Diskussion befasste sich mit der Frage, ob nicht die Gestaltung von Fahr- und Netzplänen höhere Rationalisierungspotentiale bietet als der Dienstplan. Effizienzpotentiale von 5% und mehr durch solche Systeme wurden eher in Frage gestellt

## **5. Bald ohne Diesel? Welche Alternativen haben wir?**

**Dr. Ruprecht Brandis**

**Büro für Politik und Kommunikation, Deutsche BP Aktiengesellschaft, Berlin**

Nachdem in der politischen Diskussion zur Zeit der Klimaschutz im Zentrum steht, hat BP mit der Princeton University Handlungsoptionen für diesen Sektor untersucht, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf dem Niveau von 2000 zu halten.

Ergebnis für den Verkehrssektor mit heute ca. 21 % Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen war, dass er bis 2050 seine Kraftstoffeffizienz mindestens verdoppeln muss, um bei einem dann etwa drei mal so großen Fahrzeugpark seinen Beitrag zur Emissionsminderung zu leisten.

Erdgas als Alternativkraftstoff ist hierbei Nischenlösung und vor allem lokal/regional von Interesse. Brennstoffzellen und Wasserstoff werden erst auf lange Sicht wesentliche Beiträge zur Klima-Entlastung leisten können.

Große Hoffnungen ruhen auf Biokraftstoffen der 2. Generation (Synthesekraftstoffe), für die ein Anteil von bis zu 30 % in 2050 für möglich gehalten wird – dabei ist aber die Nutzungskonkurrenz mit anderen Verbrauchssektoren zu beachten.

Die Herstellkosten für Biodiesel der 2. Generation liegen heute noch um den Faktor 2 bis 3 über denen für Diesel aus Rohöl. Nach BP-Berechnungen ergibt sich eine Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen für Biodiesel (umgeestertes Pflanzenöl) bei einem Rohölpreis von 75 bis 88 \$/Barrel, für BTL (Synthesekraftstoff) jedoch erst bei 150 ... 160 \$/Barrel.

Nach Meinung des Referenten ist für den ÖPNV Erdgas eine umweltfreundliche und auch wirtschaftliche Alternative zu Diesel mit ausreichender Verfügbarkeit. Europa sei umgeben von Erdgasvorräten, die per Pipeline erschlossen werden können; die geplante Einführung der LNG-Technik ermögliche auch Ferntransporte aus anderen Regionen. Und die bis 2018 festgeschriebene niedrige Erdgas-Besteuerung in Deutschland sichere langfristig attraktive Kraftstoffpreise.

Die Versorgung mit fossiler Energie insgesamt ist nach Einschätzung der BP durch vorhandene und wahrscheinliche Reserven, bessere Fördertechnik und neue Funde für dieses Jahrhundert

gesichert. Doch ist und bleibt die regionale Konzentration der Reserven und das Auseinanderfallen von Verbrauchs- und Reservezentren ein nicht nur politisches Problem.

In der Diskussion wurde deutlich, dass BTL in relevanten Mengen erst etwa Mitte des nächsten Jahrzehnts verfügbar sein wird. Für seine Produktion sind Großanlagen mit hohen Kosten und aufwendiger Logistik für Rohstoffe erforderlich. Deren Bau und Betrieb übersteige die Möglichkeiten der heute mittelständischen Biokraftstoffwirtschaft.

GTL ist keine wirkliche Alternative zu BTL. Die Emissionsbilanz der Herstellung flüssiger Kraftstoffe aus Erdgas ist deutlich schlechter, deshalb eignet sich diese Technik eher zur Verwendung von sonst nicht nutzbaren Erdgasüberschüssen.