

## **Medienorientierung Busbeschaffung 2014**

### **Andrea Elisabeth Knellwolf: Head Public Affairs & Generalsekretärin des VR: Busflotte für Basel besser als der Stand der Technik**

Basel will eine Busflotte, welche in puncto Emissionen dem jeweiligen Stand der Technik entspricht. Seit 2007 ist dieses Prinzip im öV-Gesetz verankert. Bereits bei der letzten Busbeschaffung begnügte sich die BVB jedoch nicht damit, die gesetzlich geforderten Grenzwerte zu einzuhalten, sondern erreichte durch gezielte Massnahmen wie z.B. den Einsatz des Partikel-Filters, dass klar besser Emissionsgrenzwerte erreicht werden konnten. Auch mit der anstehenden Busbeschaffung nach der Euro-VI-Norm soll für Basel wiederum ein „Standard-Plus“ erreicht werden.

### **Jürg Baumgartner, Direktor: Vision emissionsfrei**

Mittelfristig will die BVB mit ihren Bussen weniger Lärm und weniger Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) produzieren. Gleichzeitig soll eine hohe Beweglichkeit gewahrt bleiben, um möglichst rasch auf Änderungen reagieren zu können. Die BVB wählt für diese Ziele den besten derzeit erhältlichen Bus. Gleichzeitig will die BVB selber bestehende Antriebstechnologien in der Praxis testen und mit Lieferanten und Partnern weiterentwickeln. Damit soll erreicht werden, dass der Flottenverbrauch ab 2020 niedriger und der Schadstoffausstoss tiefer ist als beim besten Standard. Auch die Lärmreduktion soll weiter gehen, als die aktuellen Vorschriften verlangen.

Es ist die Vision der BVB, definierte Zonen des Netzes emissionsfrei bedienen zu können. Die BVB will kundenfreundlich, zuverlässig, nachhaltig, sauber, leise, wirtschaftlich und komfortabel Personen transportieren.

### **Marcel Kuttler, Leiter Technik: Anstehende Beschaffung**

Die BVB muss in einem ersten Schritt zwei Drittel der Busflotte ersetzen. Es handelt sich dabei um Dieselsebusse von MAN, welche die Euro-II-Norm erfüllen und mit Partikelfilter ausgerüstet sind. Insgesamt werden 52 Fahrzeuge ersetzt.

Die BVB will 46 Gelenkbusse sowie 6 sogenannte Gelenk-Plus-Busse (längere Version der Gelenkbusse) beschaffen. Dabei setzt sie auf dieselbetriebene Fahrzeuge der neusten

Generation, welche die Euro-VI-Norm erfüllen und weniger Emissionen ausstossen als vergleichbare Busse mit gasbetriebenen Motoren.

Um an der Weiterentwicklung des Hybridantriebs beteiligt zu sein, beschafft die BVB zusätzlich je 2 Normal- und Gelenkbusse mit entsprechendem Antrieb. Im Marktgebiet möchte sie zusätzlich Elektro-Kleinbusse testen. Die neuen Busse sollen ab 2015 in Verkehr gesetzt werden. Parallel dazu fahren die 38 bisherigen Citaro-Gasbusse weiter auf dem Netz der BVB.

Um 2020 müssen diese Citaro-Gasbusse ersetzt werden. 2018 wird sich die BVB deshalb für die idealste Antriebstechnologie und damit für den Bus der Zukunft entscheiden. Die Fragen werden sein, wie sich die Hybridtechnologie, die Elektroantriebe, das Thema Nachladung und weitere Technologien entwickelt haben. Beim Bus der Zukunft ist die BVB offen. Denkbar ist der Weiterbetrieb der Gasbusse, wenn dies dann ökologisch und ökonomisch wieder sinnvoll ist. Möglich ist aber auch der Umstieg auf Hybridbusse, wenn die Technologie so weit ausgereift ist. Eine Variante ist der Weiterausbau der Elektromobilität. Ebenfalls nicht auszuschliessen ist die Variante, dass der Markt eine Alternative zu den bisher gängigen Antriebstechniken anbietet. So setzt Mercedes derzeit auf die Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie.

Die Variante Gasbusse wird vorerst nicht weiterverfolgt. Zu diesem Entscheid haben die Erfahrungen aus dem Betrieb mit den Fahrzeugen und dem Treibstoff geführt. In der Region Nordwestschweiz wird laut den IWB zu wenig Biogas produziert. Ein reiner Biogas-Betrieb ist deshalb aus regionaler Quelle gar nicht möglich. Als weiterer Faktor kommt hinzu, dass die Aufbereitung des Biogases sehr viel Energie benötigt. Durch Mischung von Erd- und Biogas könnte zwar genügend Gas bereitgestellt werden. Es stiege aber die Abhängigkeit von einem Lieferanten. Käme es zu einem Tankstellen-Engpass, könnte die Busflotte nur noch einen Tag lang betrieben werden. Aus dem gleichen Grund ist die Gas-Tankstelle ein kritisches Systemelement. Fällt sie aus, müssen die Busse andernorts betankt werden. Dies müsste je nach dem sogar aus dem regulären Fahrbetrieb heraus geschehen, was die Erfüllung des Leistungsauftrages stark beeinträchtigen würde. Zudem würde eine 100-prozentige Gasbusflotte Infrastrukturausbauten in der Garage Rank bedingen.

Der Antrieb mit Gas führt zu Leistungseinbussen. Die Fahrzeuge haben eine zu geringe Beschleunigung im Vergleich mit Dieseln. So braucht ein Gasbus 11 Sekunden, um auf 30 km/h zu beschleunigen, ein Dieseln dagegen nur 7 Sekunden. Mit dem Dieseln lässt sich unter anderem deshalb der Fahrplan leichter einhalten. Gasbusse haben einen weiteren gewichtigen Nachteil: Wegen des Gasbehälters wiegt ein Fahrzeug 1 Tonne mehr. Dieses Gewicht geht bei der Passagierkapazität verloren. Zu diesen Nachteilen gesellen sich weitere Risiken. So gibt es nur noch wenige Fahrzeugproduzenten, die Gasbusse herstellen. Zudem ist die Weiterentwicklung des Gasmotors auf die Euro-VI-Norm noch unklar.

Der Entscheid, Dieselbusse mit Euro-VI-Norm zu beschaffen, ist mit gewissen Anforderungen verknüpft. Die Fahrzeuge müssen ab 2015 verfügbar sein und es muss die Option bestehen, bei Bedarf rasch nachbestellen zu können. Die Busse müssen auf dem neusten Stand der Technik sein und eine hohe Energieeffizienz aufweisen. Risiken sollen vermieden werden. So wird die Energieversorgung auf nur 2 Technologien verteilt und das Gesamtrisiko bleibt überschaubar. Die Abhängigkeit von Lieferanten und Systemen verringert sich. Gleichzeitig steigt die Wahrscheinlichkeit, dass dank der grossen Stückzahl ein tiefer Kaufpreis erzielt werden kann. Zudem erwartet die BVB dadurch ein einfaches betriebliches Handling.

### **Andreas Mayer, Diplomingenieur, Technik Thermische Maschinen: Motorenemissionen**

Die vorliegende Betrachtung ist als update einer Studie aufzufassen, die mit der gleichen Zielsetzung 2005 erarbeitet wurde und den Verkehrsbetrieben mehrerer Städte wie St. Gallen, Wiesbaden, Offenbach und Prag für ihre Entscheidungsfindung gedient hat. Der damalige Vorschlag "Euro-V + Partikelfilter" wurde vielfach und mit grossem Erfolg umgesetzt.

Inzwischen wurde die Technik dieser Motoren weiterentwickelt und die Mindest-Zielsetzung für die Emissionen nach Euro-VI lässt Euro-V weit hinter sich, viel weiter als man je für möglich hielt. Was also hat sich geändert, wie vergleichen sich die beiden Motorentypen Diesel und Erdgas heute?

Die folgende Tabelle zeigt in den ersten beiden Zeilen die Grenzwerte der neuen EU-Direktive für Euro-VI, die nun weitere Schadstoffe enthält. So zum Beispiel die Anzahl der Feststoffpartikel, Methan (CH<sub>4</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), das als Schlupf aus der selektiven katalytischen Reduktion (Technik zur Reduktion von Stickoxiden), dem sogenannten SCR-Prozess und als Reaktionsprodukt aus Katalysatoren erwartet wird. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) wird dazukommen. Diese Grenzwerte sind ab Januar 2013 in Kraft getreten. In den folgenden Zeilen sind neben den Grenzwerten die zu erwartenden Emissionen aufgeführt.

		Kohlenmonoxid (CO)	Total Hydrocarbon (THC)	(Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe) NMHC	CH <sub>4</sub>	Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	NH <sub>3</sub>	Feinstaub (PM)	Partikulärer Stickstoff (PN)
		mg/kWh Milligramm pro Kilowattstunde	mg/kWh	mg/kWh	mg/kWh	mg/kWh	ppm parts per million, Teile von einer Million	mg/kWh	# /kWh
Grenzwerte	Diesel	4000	160	-	-	460	10	10	6x10 <sup>11</sup> *)
	Erdgas	4000	-	160	500	460	10	10	6x10 <sup>11</sup>
Erwartete Emissionen	Diesel mit Dieselpartikelfilter (DPF)	100	50	-	<10	400	8	< 1	1x10 <sup>10</sup>
	Erdgas ohne Gaspartikelfilter (GPF)	3000	-	150	300	400	8	5	1x10 <sup>11</sup>
	Erdgas mit GPF	3000	-	150	300	400	8	1	5x10 <sup>10</sup>

\*) Dieser Anzahlgrenzwert PN entspricht einer Masse von 0,3 mg/kWh, ist also viel strenger als der PM-Grenzwert

Im Gegensatz zu früheren Betrachtungen, beispielsweise auf Basis Euro-III, wo der Gas-Ottomotor sehr deutliche Emissionsvorteile gegenüber dem Diesel aufwies, ist beim Vergleich des modernen Dieselmotors Euro-VI mit seiner standardmässigen Abgasnachbehandlung SCR+DPF mit dem für diese Emissionsnorm angekündigten stöchiometrischen Erdgasmotor (vollständige Verbrennung des eingesetzten Treibstoffs ohne übrig bleibenden oder fehlenden Sauerstoff) mit 3-Wege-Katalysator und ohne Gasoline-Partikelfilter (GPF) kein Emissionsvorteil mehr zu erkennen.

Insbesondere ist festzuhalten, dass der Gasmotor deutlich mehr Feststoffpartikel (Russ und Metalloide) ausstösst als ein Dieselmotor nach Euro-VI-Norm. Da Russ aber – völlig unabhängig von den EU-Grenzwerten – durch die Neueinstufung der Partikelemission der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Juni 2012 als "krebserzeugend Klasse 1" (wie Asbest) ein sehr hohes Gewicht erhalten hat, sollte man einen solchen Nachteil zulasten der Gesundheit gerade beim Stadtbus auf keinen Fall zulassen. Auch mit einem GPF erreicht der Gasmotor die Abgasqualität des Dieselmotors nicht.

Ein Vorteil bezüglich Treibhausgas-Emissionen ist ebenfalls nicht zu erkennen, wenn alle Treibhauskomponenten korrekt in die Bewertung einbezogen werden. Dabei ist auch auf die Methanleckagen und die langen Transportwege hinzuweisen, die nun verstärkt in den Fokus der Kritik gelangen – Methan ist ein ca. 23-fach stärkeres Klimagas als Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

Weiter gilt, dass der bereits heute bestehende grosse Nachteil des Gasmotors beim Brennstoffverbrauch mit der stöchiometrischen Auslegung steigen wird. Unverändert bleiben seine Nachteile bezüglich Brennstoffspeicherung an Bord, Reichweite und Motorcharakteristik. Zusatzrisiken muss man weiterhin in Kauf nehmen und auch an den wegen der geringeren Produktionsstückzahlen wesentlich höheren Investitionskosten wird sich in Zukunft vermutlich wenig ändern.

Der Diesel ist und bleibt das mit grossem Abstand wirtschaftlichste Verfahren zur Umsetzung von fossiler Energie in mechanische Arbeit und das gilt insbesondere auch für den vielfach erträumten Umweg über die elektrische Energie, solange diese nicht über die Sonne aus der Sahara kommt.

### **Urs Bopp, Professor fhnw, Forschungsschwerpunkt Akustik: Lärmemissionen**

Ein Ziel der BVB ist es, ihre Dienstleistung möglichst leise zu erbringen. Gewisse Anforderungen stellt bereits der Bund mit seinen Gesetzen. Für die Lärmemissionen ist die Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) aus dem Jahr 1995 entscheidend. Die VTS gründet wiederum auf einer Bestimmung der EU (70/157/EWG und folgende, die auf die Bestimmung 2007/34/EG verweist). Diese Bestimmungen legen Immissionsgrenzwerte fest. Daneben gibt es weitere DIN/ISO-Normen und Richtlinien, wie z.B. die VDV-Schriften (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen). Darin sind zwar die Messverfahren festgelegt, nicht aber die Grenzwerte.

Die EU-Bestimmung definiert Grenzwerte der Lärmemission nach aussen. Diese Spitzenwerte werden gemessen, indem das Fahrzeug beschleunigungsfrei, je nach Fahrzeugart und Getriebe, mit 50 bis 61 km/h zur Messstelle fährt und dort Vollgas gibt. Die Messung des maximalen Schalldruckpegels erfolgt in 7,5 m Abstand zur Fahrzeuglängsachse. Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB(A)) angegeben. Für Motorfahrzeuge liegt der erlaubte Bereich zwischen 76 und 80 dB(A). Die EU definiert diesen Grenzwert auch für Fahrzeuge zur Personenbeförderung. Dieser entspricht ungefähr dem Lärm in einem vollen Restaurant zur Mittagszeit. Zum Vergleich: 85 dB(A) ist der Grenzwert ab dem die SUVA das Tragen eines Gehörschutzes vorschreibt.

Für den Betrieb einer Buslinie ist aber nicht der Vorbeifahrts-Maximalpegel massgebend, sondern die Lärmschutzverordnung (LSV). Sie gibt Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm an. Messwert ist dabei der Mittelungspegel. Neben dem Schallpegel (Lautheit) fliesst auch die Anzahl Fahrten und die Dauer der Lärmimmission in die Berechnung ein. Je länger das Geräusch andauert, umso höher wird der Messwert bezogen auf eine bestimmte Messzeit.

Aus dem Mittelungspegel und der Dauer der Lärmimmission kann die gesamte Schallenergie einer Vorbeifahrt berechnet werden. Diese ist letztlich für die Lärmbeurteilung beim Betreiben einer Buslinie auch massgebend.

Die Erfahrung zeigt, dass bei tieferen Fahrgeschwindigkeiten die Motorengeräusche sowie die Geräusche von Nebenaggregaten wie etwa der Klimaanlage das Resultat der Messung beeinflussen. Bei höheren Geschwindigkeiten werden die Reifen- beziehungsweise die Rollgeräusche dominant. Bei der Typenprüfung nach VTS tragen also die Rollgeräusche bereits wesentlich zum Gesamtgeräusch bei.

Im Innerstadtbereich fahren die Busse aber selten mit 50 km/h, sondern viel häufiger mit langsameren Geschwindigkeiten. Damit sagt die Typenprüfung wenig darüber aus, welches Fahrzeug im normalen Fahrbetrieb lauter ist. Sie ist im Gegenteil ungeeignet für die Beurteilung im Fahrbetrieb.

Die BVB hat über die vergangenen Jahre umfangreiche Lärmmessungen durchführen lassen, um den Stand der Technik bei modernen Bussen zu untersuchen. Beim schweizweiten Hybridbus-Test mit 2 Fahrzeugen im Jahr 2011 wurden auch die Lärmemissionen in verschiedenen Situationen (im Stand, mit und ohne Klimaanlage, sowie bei Vorbeifahrt in unterschiedlichen Betriebszuständen, ausser- und innerhalb der Fahrzeuge) gemessen. Das Datenmaterial ist äusserst umfangreich.

Es hat sich gezeigt, dass der Dieselbus bei tiefen Geschwindigkeiten etwa gleich laut ist wie der Hybridbus 2, bei 40 km/h sogar leiser. Bei reinem Elektroantrieb sind die Hybridbusse leiser als Busse mit Verbrennungsmotor. Nur: Rein elektrisch funktionieren die Busse noch nicht wie gewünscht. So mussten die Hybridbusse jeweils vor der Messfahrt die Batterien aufladen, damit der reine Elektrobetrieb überhaupt gemessen werden konnte. Höhere Geschwindigkeiten (40 km/h und mehr) konnten im reinen Elektroantrieb nicht gefahren werden und zum Teil war auch das Anfahren mit reinem Elektroantrieb nicht möglich. Tests von Dieselnissen mit EURO-VI-Norm haben gezeigt, dass die neue Technologie den Lärm noch einmal um rund 2 dB(A) verringert.

Bei einer Ausschreibung verlangt die BVB – neben den Anforderung der Typenprüfung – auch die Einhaltung weiterer Lärmgrenzwerte. Diese Grenzwerte (Aussengeräuschen bei Fahrt und im Stand sowie Innengeräuschen bei Fahrt) sind zwar streng, aber mit dem heutigen Stand der Technik erreichbar. Die Einhaltung der Grenzwerte wird durch Messungen kontrolliert.

## **Marcel Kuttler, Leiter Technik: Buszukunft 2020**

Die Beschaffung von Dieselnissen ist ein Zwischenschritt. Es ist zu erwarten, dass sich der Markt der Busproduzenten und deren Angebot bis 2020 noch einmal stark verändern werden. Die BVB will im Bereich Hybridantrieb an der Weiterentwicklung der Technologie mitarbeiten. Mit der Beschaffung von 2 Normalbussen und 2 Gelenkbussen mit Hybridantrieb sollen die Praxistauglichkeit der Technologie und die Betriebstauglichkeit des Elektroantriebs getestet werden. Der Test soll die Potentiale der Technologie aufzeigen und nicht zuletzt in Erfahrung bringen, wie sie von Fahrern und technischem Personal aufgenommen wird. Aber auch der Nutzen für die Kunden soll festgestellt und neu definiert werden.

Die BVB erhofft sich vom Test auch Aufschluss über diverse technische Fragen. So werden bei Hybridbussen Nebensysteme wie Lenkhilfpumpe, Klimaanlage oder Heizung ausschliesslich elektrisch versorgt. Beim Hybridantrieb ist zwischen seriellem (die Antriebstechnologien gehen nacheinander auf das Getriebe) und parallelem (die Antriebstechnologien gehen gleichzeitig auf das Getriebe) Antrieb zu unterscheiden. Die Motoren können Radnabenmotore sein oder konventionelle Motoren mit Getriebe. Die Energiespeicherung kann in Lithium-Ionen-Batterien oder sogenannten Supercaps (elektrochemische Kondensatoren) erfolgen. Die Nachladung ist induktiv (über eine elektromagnetisches Feld) oder via plug-in (Schnittstelle) möglich.

Für die Versuche zum Bus der Zukunft sind verschiedene Partnerschaften denkbar. Zu nennen sind kantonale Stellen, verschiedene Forschungsstellen der ETH, Fahrzeuglieferanten, Systemlieferanten für die elektrische Nachladung, die Gemeinden in der Region und Stadtquartiere sowie Busbetriebe anderer Städte, die alle vom Test einer neuen Technologie und deren Einführung profitieren könnten. Mit dem Bus der Zukunft sind auch Erwartungen an die Busersteller verbunden. Es müssen Zusammenarbeitsverträge unterzeichnet werden. Die Weiterentwicklungen aus dem Betrieb sollen in die Busse einfließen und diese müssen verfügbar sein. Die Produzenten müssen Ersatzteile auf Lager haben und Lieferzeiten garantieren können. Der Erfahrungsaustausch zwischen der BVB und den Herstellern muss funktionieren.

Zunächst geht es nun aber um die aktuellen Ausschreibungen. Ab morgen (15. Mai 2013) läuft die Ausschreibung für die Beschaffung von 46 Dieselnissen der Euro-VI-Norm. Diese sollen ab 2015 in Betrieb gesetzt werden. Parallel zu dieser Ausschreibung wurde der Markt für Gelenk-Plus-Busse getestet. Nun wird die Ausschreibung erstellt, sodass diese längeren Gelenkbusse 2015 produziert und ab 2016 in Verkehr gesetzt werden können. Für die Bestellung der 4 Hybridbusse wird ein Konzept erarbeitet, sodass Anfang 2014 die



Ausschreibung erfolgen kann. Die Hybridbusse sollen gemäss Grobplanung ab Mitte 2015 in Betrieb gesetzt werden, also noch bevor die Dieselseerie komplett abgeliefert ist.

Basler Verkehrs-Betriebe  
Medienstelle

14. Mai 2013