

Bürgermeister Geschäftsbereich Umwelt	
26. SEP. 2006	
Nr. 1111	
<input checked="" type="checkbox"/> z.w.V.	
<input type="checkbox"/> z. Stellungnahme	
<input type="checkbox"/> z. Vorlage der Antwort	
<input checked="" type="checkbox"/> K zur Fertigung des	



VAG 90338 Nürnberg

VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft
Südliche Fürther Straße 5
90429 Nürnberg
Postanschrift: VAG · 90338 Nürnberg
Telefon: 0911 283 0
Telefax: 0911 283 4800

Stadt Nürnberg
BgA / 1
Herrn Murrmann
Rathausplatz 2
90403 Nürnberg

OBERBÜRGERMEISTER	
25. SEP. 2006 / Nr.	
3. SM	1 Zur Klb.
	2 z.w.V.
	3 Zur Stellungnahme
	4 Antwort vor Absendung vorlegen
	5 Antwort zur Unterschrift vorlegen

Sievers
WB
Telefon: 283-2680
Telefax: 283-2691
michael.sievers@vag.de

Nürnberg, 20. September 2006

Stellungnahme der VAG zum Antrag der CSU-Stadtratsfraktion zum Thema "Wasserstoff im Verkehr"

Sehr geehrter Herr Murrmann,

bezugnehmend auf den Antrag der CSU-Stadtratsfraktion und Ihrem Schreiben vom 11. Juli 2006, möchten wir folgende Stellungnahme abgeben.

Dem Antrag zu Folge soll geprüft werden, ob öffentliche Busse im Rahmen des CUTE-Programms der Europäischen Kommission und/oder des Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Innovationsprogramms der Bundesregierung auf Wasserstoffbetrieb umgerüstet werden können. Zur Begründung werden die positiven Ergebnisse des CUTE-Programms, in dessen Rahmen 27 Brennstoffzellenbusse in 9 europäischen Städten erprobt wurden, angeführt.

1. Einsatz innovativer Antriebstechnologien bei der VAG:

Die VAG steht der Erprobung und dem Einsatz neuer und innovativer Antriebstechnologien grundsätzlich sehr positiv gegenüber.

Im Bereich der Dieseltechnologie:

- erste Feldversuche mit Rußfilter-Prototypen bereits 1986
- Teilnahme am UBA-Rußfilter-Großprojekt von 1989 bis 1992
- freiwilliger Einsatz von schwefelfreiem Dieselmotorkraftstoff seit 1990
- Erprobung erster CRT-Filter seit 1997
- Beschaffung aller Dieselmotore mit CRT-Filtern ab 2003
- Beimischung von 20% Biodiesel seit 2003
- Erprobung von 2 Dieselmotoren mit SCR-Technologie die dem Euro 5 / EEV Standard entsprechen seit 2005

Erdgastechnologie:

- Erprobung des ersten Erdgasbusses im Linieneinsatz in Deutschland ab 1992
- serienmäßiger Einsatz von Erdgasbussen seit 1996. Alle Erdgasbusse erfüllen Euro 5 Standard und ab Baujahr 2000 sogar EEV! Aktueller Bestand: 70 Busse.

Vorsitzender des Aufsichtsrats: Jürgen Fischer, Stadtrat
Vortand: Herbert Dombrowsky (Vorsitzender),
Dirk Fiehl, Dr. Rainer Müller
Sitz der Gesellschaft: Nürnberg
Eingetragen beim Amtsgericht Nürnberg unter HRB 1072
Steuernummer 241/116/60413

Postbank Nürnberg Nr. 56060-852 (BLZ 760 100 85)
Sparkasse Nürnberg Nr. 1.011.500 (BLZ 760 501 01)
IBAN DE 89760501010001011500

Hybrid-Technologie (dieselelektrische Antriebe):

- Erprobung und Linieneinsatz von zwei dieselelektrisch angetriebenen Bussen seit 1998
- Testbetrieb eines Ultracap-Busses mit dieselelektrischem Antrieb und Rückspeicherung der Bremsenergie in den Jahren 2001 und 2005
- Ab 2007 Erprobung von zwei weiteren Hybrid-Bussen im Rahmen des Forschungsprojektes IDEAS

Die Entwicklung der dieselelektrischen Antriebe stellt übrigens auch eine wichtige Grundlage für den elektrischen Antrieb von Brennstoffzellenbussen dar!

Wasserstofftechnologie:

Auch die Wasserstofftechnologie wurde bei der VAG schon sehr frühzeitig im Rahmen des EURO QUEBEC Hydrogen Projektes getestet!

- 1995/1996 wurde ein mit Flüssigwasserstoff betriebener Stadtbus mit Verbrennungsmotor im Linienbetrieb in Erlangen eingesetzt.
- 2000/2001 folgte ein 6-monatiger Testbetrieb des ersten wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellenbusses der MAN in Nürnberg.

2. Unterschiedliche Antriebskonzepte mit Wasserstoff

Grundsätzlich ist die Nutzung von Wasserstoff zum Antrieb von Stadtbussen durch zwei vollkommen unterschiedliche Konzepte möglich:

- Wasserstoffbusse mit Verbrennungsmotor
- Wasserstoffbusse mit Brennstoffzellen und elektrischem Antrieb

Die **Verbrennungsmotoren-Technologie** basiert auf den bewährten Erdgasmotoren. Anpassungen und Optimierungen im Bereich der Kraftstoffzuführung, Verbrennung und Kühlung ermöglichen den Wasserstoffbetrieb dieser Motoren. Die ebenfalls aus der Erdgastechnologie bekannten und auf dem Dach angeordneten Flaschenpakete wurden für eine Befüllung mit bis zu 350 statt der bisher üblichen 250 bar ausgelegt.

Die Schadstoffemissionen eines mit Wasserstoff betriebenen Motors sind minimal. So liegen der NO_x-Wert mit 0,2 g/kWh und der HC-Wert mit 0,04 g/kWh jeweils bei nur ca. einem Zehntel des Euro 5-Grenzwertes und CO und Partikelmasse sind praktisch nicht messbar. Damit werden auch die strengen EEV-Grenzwerte weit unterschritten.

Die **Brennstoffzellen-Technologie** stellt ein sehr innovatives und grundlegend neues Antriebskonzept dar. Die so genannten Brennstoffzellenstacks die den Prozess der Elektrolyse umkehren – gasförmiger Wasserstoff und Sauerstoff werden unter Freisetzung von elektrischer Energie zu Wasser umgesetzt – liefern Strom, der über entsprechende Leistungselektronik einen elektrischen Fahrbetrieb ermöglicht. In dem neuesten Prototyp der MAN kann die von einer PEM-Brennstoffzelle gelieferte Energie, gemeinsam mit zurück gewonnener Bremsenergie, in einer Hochleistungs-NiMH-Batterie gespeichert werden. Der gasförmige Wasserstoff wird ebenfalls mit einem Druck von bis zu 350 bar in die auf dem Dach angeordneten Flaschenpaketen gespeichert. Die Lebensdauer der Brennstoffzellen wird im CUTE-Projekt mit bis zu 3000 Betriebsstunden angegeben, was im Linienbetrieb der VAG jedoch nur ca. einem Jahr entspricht!

3. Kosten von Wasserstoffbussen

Bei Bussen die mit der Brennstoffzellen-Technologie ausgerüstet sind handelt es sich um reine Versuchsfahrzeuge, die weit entfernt von der Serientechnologie, mit hohem technischem Aufwand, in den Entwicklungsabteilungen der Hersteller aufgebaut werden. Die Kosten für ein Fahrzeug sind demzufolge schwer zu beziffern. Die Gesamtkosten für das BZ-Bus-Projekt in Nürnberg 2000/2001 betragen nach Angaben der MAN incl. der provisorischen Tankstelle über

6,5 Mio. €! Die Kosten wurden im Wesentlichen von den Projektpartnern MAN, Siemens und Linde getragen und vom Bayerischen Staatsministerium gefördert.

Die H₂-Verbrennungsmotor-Technologie hingegen kann heute schon als seriennahe Alternative angesehen werden! Im Rahmen des von der EU geförderten HyFLEET:CUTE Projektes liefert die MAN 14 Busse an die BVG nach Berlin.

Die MAN ist auf der Suche nach kompetenten Partnern, die ab Mitte 2007 weitere Wasserstofffahrzeuge aus einer Vorserienproduktion einsetzen würden. Die VAG erfüllt aufgrund der Erfahrungen im Betrieb von Erdgasbussen und beim Einsatz von Versuchsbussen die Forderungen der MAN und erhielt das Angebot Wasserstoffbusse zu einem Mehrpreis von je 195.000€ gegenüber einem entsprechend ausgestatteten Diesibus zu erwerben. Der Paketpreis beinhaltet einen Wartungsvertrag incl. Verschleißreparaturen und Gewährleistung über 4 Jahre!

Von der Fahrzeugseite besteht somit eine konkrete Möglichkeit - zumindest für die Verbrennungsmotorenteknik – mit kalkulierbarem Risiko und überschaubarem finanziellen Aufwand in die Wasserstofftechnik einzusteigen. Weitaus schwieriger zeigt sich jedoch die Versorgung mit Wasserstoff in ausreichender Menge und zu akzeptablen Kosten.

4. Versorgung mit Wasserstoff

Wasserstoff kann durch drei verschiedene Verfahren erzeugt werden. Die wohl bekannteste Art ist die Elektrolyse. Eine weitere Möglichkeit stellt die sogenannte Reformierung aus Erdgas, Flüssiggas oder auch Biogas dar. Die dritte Möglichkeit ist die Synthesegas-erzeugung aus Erdgas, Kohle oder Biomasse. Bei allen drei Technologien ist es möglich die Wasserstoffherzeugung direkt vor Ort in bedarfsgerechter Menge in mehr oder weniger kleinen Anlagen zu erzeugen und damit Speicherung und Transport weitgehend zu vermeiden

Speichern und transportieren lässt sich Wasserstoff grundsätzlich auf zwei Arten: gasförmig unter möglichst hohem Druck um das Speichervolumen in einigermaßen akzeptablen Grenzen zu halten oder flüssig, was aber nur in tiefkaltem Zustand (-253°C) in vakuumisolierten Spezialtanks erfolgen kann. Beide Speicher- bzw. Transportmöglichkeiten sind sehr aufwändig, sodass eine Vor-Ort-Erzeugung mittelfristig unabdingbar ist!

Für eine positive Ökobilanz des gesamten Wasserstoff-Bus-Systems ist es notwendig den Wasserstoff CO₂-neutral also aus regenerativen Ressourcen zu erzeugen. Grundsätzlich ist dies bei allen drei Verfahren möglich. Bei Verwendung des am Betriebshof der VAG verfügbaren elektrischen Stromes bzw. Erdgases wäre die CO₂-Neutralität jedoch nicht gegeben und somit die Ökobilanz des gesamten Systems in Frage gestellt.

5. Kosten der Wasserstoffversorgung

Eine Wasserstofftankstelle zur Betankung von ca. 10 Bussen mit Speicher und Verdichtereinheit ausgelegt für einen Druck von 350 bar wird von TOTAL mit ca. 750.000€ beziffert. Hierbei wäre allerdings die Anlieferung von flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff notwendig, was bei Kosten um 8,50€/kg zu Gesamtkosten von ca. 10 €/kg Wasserstoff führen würde.

Eine Anlage zur Vor-Ort-Erdgasreformierung würde ca. 3,5 Mio. € kosten, dann aber bei Kosten für Strom und Erdgas von ca. 1,5€/kg zu Gesamtkosten von nur 6,50€/kg Wasserstoff führen.

Bei einem geschätzten Verbrauch von 16,5 kg H₂ pro 100km liegen die Kraftstoffkosten also zwischen 107 €/100km und 165 €/100km gegenüber 40 €/100km bei einem vergleichbaren Diesibus (42L/100km; 0,95€/L) und damit bei bis zu dem 4-fachen!

6. Resümee

Unter den geschilderten Umständen ist aus Sicht der VAG ein Einstieg in die Wasserstofftechnologie wirtschaftlich nicht darstellbar. Fahrzeugkosten, Betriebskosten und vor allem die Investitionskosten für eine Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff sind von der VAG - selbst bei optimistischer Einschätzung möglicher Fördermittel der EU bzw. der Bundesregierung - nicht finanzierbar!

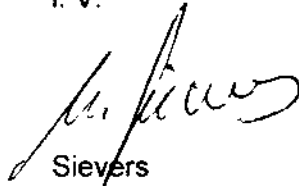
Freundliche Grüße

VAG
Verkehrs-Aktiengesellschaft



Dr. Müller

i. V.



Sievers