

Verkehrsbetriebe

## **Ersatz der Autobusflotte; Entscheid über die Antriebsart und Krediterteilung**

### **1 Zusammenfassung**

Die Verkehrsbetriebe (VBSG) stehen vor dem Ersatz ihrer gesamten Dieselflote, bestehend aus zehn Zweiachs- und 22 Gelenkautobussen. Vor dem Beschaffungsentscheid sollen die ökologischen, betrieblichen und finanziellen Auswirkungen im Vergleich von Dieselfahrzeugen mit Gasbussen untersucht werden. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden zusammen mit andern Verkehrsbetrieben ein Studienauftrag zur Beurteilung der ökologischen, d.h. der lufthygienischen Aspekte und der Energieeffizienz an die Fachhochschule Rapperswil sowie ein Auftrag zur Untersuchung der betrieblichen und ökonomischen Aspekte erteilt.

Das Ergebnis der Untersuchung aus lufthygienischer Sicht fällt nach Auffassung der Experten mit hoher technischer Sicherheit eindeutig aus: Der Betrieb von Bussen mit Erdgas-Ottomotoren anstelle von Dieselmotoren (Emissionsstandard Euro 4), beide mit modernen Systemen zur Abgasnachbehandlung ausgerüstet, bringt für den Erdgasmotor bei allen Schadstoffemissionen keine Vorteile, ausser beim Stickstoffoxid (NOx), und verschlechtert die Energiebilanz deutlich. Bei der Bewertung der Priorität zur Schadstoffminderung steht heute die Partikelminimierung wegen der krebserzeugenden Wirkung gegenüber allen anderen limitierten Schadstoffen eindeutig im Vordergrund. Und hier fällt die Emission beim Dieselmotor mit Partikelfilter wesentlich geringer aus als beim Gasmotor.

Betrieblich entsteht mit Gasbussen das Risiko, dass auf einzelnen Linien wegen der schwächeren Motorisierung die Umlaufzeiten nicht mehr eingehalten werden können und zum Ausgleich dieses Produktivitätsverlustes bei gleich bleibendem Fahrplanangebot zusätzliche Fahrzeuge und personelle Ressourcen eingesetzt werden müssten. Mit dem Zusatzgewicht der auf dem Dach von Gasbussen mitzuführenden Erdgastanks gehen bei gleich bleibendem Gesamtgewicht Passagierplätze verloren, was die Beförderungskapazität um 6 bis 8 Personen reduziert.

Die Beschaffungskosten für Gasbusse sind pro Fahrzeug zwischen 66'000 und 72'000 Franken höher als für Dieselbusse. Für die Betankung muss eine Schnellbetankungsanlage erstellt werden, und zusätzlich müssen umfangreiche Gebäudeschutzmassnahmen getroffen werden. Insgesamt ist bei einer Beschaffung von Gasbussen gegenüber einem reinen Ersatz durch Dieselbusse mit Zusatzinvestitionen für Fahrzeuge und Infrastruktur von 4,6 bis 5,0 Mio. Franken zu rechnen. Aus diesen Investitionen resultieren für Amortisation und Verzinsung jährliche wiederkehrende Zusatzkosten von rund 0,5 Mio. Franken. Gasbusse sind nicht nur in der Beschaffung, sondern auch im Unterhalt rund 20 Prozent teurer als Dieselbusse, was bei den VBSG zu jährlich wiederkehrenden Zusatzkosten von schätzungsweise 0,4 Mio. Franken führen dürfte. Einzig beim Treibstoff können allenfalls durch die vorgesehene fiskalische Entlastung von alternativen Treibstoffen ab 2007 jährliche Einsparungen von rund 0,1 Mio. Franken erwartet werden. Insgesamt muss bei der Gasbusvariante – ohne allfällige Mehrkosten im Fahrbetrieb – mit jährlichen Zusatzkosten in der Grössenordnung von 0,9 Mio. Franken gerechnet werden.

Sowohl Gasbusse wie Dieselbusse neuester Technologie bewirken eine wesentliche Verbesserung der Schadstoffemissionen gegenüber dem heutigen Zustand. Mit Euro 4-Dieselmotoren und Abgasnachbehandlung (Partikelfilter) können die heutigen Schadstoffemissionen wesentlich reduziert werden. Insbesondere die giftigen Gase (HC) und die Partikelemissionen können praktisch eliminiert werden. Da andererseits die Gasmotoren bei der Partikelemission schlechter abschneiden, kann mit Gasbussen keine wesentliche zusätzliche Reduktion der Schadstoffemission erreicht werden, welche die hohen Investitionen und entsprechende Folgekosten rechtfertigen würden.

Die VBSG verfügen zudem mit der Trolleybusflotte auf den wichtigsten Netzabschnitten über ein ausserordentlich immissionsarmes Verkehrsmittel, dessen Mehrkosten bereits eine erhebliche Umwelt-Investition darstellen.

Aufgrund der eindeutigen Ergebnisse der Untersuchungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht sind die zehn Zweiachsautobusse und die 22 Gelenkautobusse durch Niederflurfahrzeuge mit Dieselantrieb (EURO 4-Motoren und Partikelfilter) zu ersetzen. Der Stadtrat beantragt dafür einen Kredit von 18,5 Millionen Franken, welcher dem obligatorischen Referendum unterliegt.

## **2 Ausgangslage**

Die Verkehrsbetriebe verfügen über zehn Saurer-Autobusse des Jahrgangs 1983/84 und über 22 Gelenkautobusse mit Jahrgang 1989. Die 22-jährigen Zweiachsfahrzeuge sind seit längerem ersatzbedürftig. Auch die Gelenkautobusse haben nach 16 Jahren den Ersatzzeit-



punkt erreicht. Mit Blick auf die sich abzeichnenden Fortschritte bei der Entwicklung in der Motorentechnologie bezüglich Abgasverhalten hat der Stadtrat Ende 2002 entschieden, den Ersatz der zehn Zweiachsfahrzeuge durch behindertengerechte Niederflurfahrzeuge auf den Zeitpunkt der Verfügbarkeit ausgetesteter Euro 4-Motoren ab dem Jahr 2005 zu verschieben.

Aufgrund des ausgeglichenen Einsatzes mit den zwei Energieträgern Elektrizität (Trolleybusse) und Dieseltreibstoff (Autobusse) und der Ausrichtung der bestehenden Depotinfrastruktur auf diese beiden Energieträger wollten die Verkehrsbetriebe nicht für zehn Fahrzeuge einen zusätzlichen dritten Energieträger einsetzen. Es wurde in Aussicht gestellt, Überlegungen betreffend Wechsel von einem Energieträger zu einem andern dann anzustellen, wenn die ganze Flotte zu ersetzen wäre. In Beantwortung eines politischen Vorstosses im Jahr 2004 betreffend behindertengerechte VBSG hat der Stadtrat bekannt gegeben, gleichzeitig mit dem Ersatz der zehn Zweiachsbusse ebenfalls die 22 Gelenkautobusse zu ersetzen.

Nachdem nun der Ersatz der gesamten Dieselbusflotte bevorsteht und die Werkkommission einen entsprechenden Auftrag erteilt hat, wurden technische, betriebliche, wirtschaftliche und ökologische Aspekte von Gasbussen im Vergleich zu Dieselnissen untersucht. Es wurde eine Studie in Auftrag gegeben, welche sich mit den technologischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Aspekten bei einer Beschaffung in Varianten befasst. Eine gemeinsam mit anderen Verkehrsbetrieben durchgeführte ergänzende Untersuchung, welche durch das Institut Technik Thermische Maschinen TTM, Niederrohrdorf (bekannt als Verfasserin der VERT-Partikelfilterliste des BUWAL), und das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC der Hochschule Rapperswil vorgenommen wurde, befasst sich mit den ökologischen Aspekten.

Der vorliegende Bericht stützt sich im Wesentlichen auf die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen. Die nachfolgenden Ausführungen zu den technischen, finanziellen und ökologischen Unterschieden gelten für Busse und können nicht ohne Weiteres auf Personenwagen übertragen werden.

### **3 Fahrzeugtechnologie**

#### **3.1 Unterschiede in der Motorisierung**

In Fahrzeugen werden vor allem Viertakt-Ottomotoren und Diesel-Motoren eingesetzt. Der Ottomotor kommt hauptsächlich bei den Personenwagen zur Anwendung. Beim Dieselmotor handelt es sich um den klassischen Nutzfahrzeugmotor. Bei Gasbussen (CNG-Bussen) werden Ottomotoren eingesetzt. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Moto-



rentypen besteht darin, dass der Ottomotor über ein Zündsystem verfügt und der Dieselmotor ein Selbstzünder ist. Das Fremdzündsystem des Ottomotors ist relativ störungsanfällig. Demgegenüber garantiert die einfachere Technik des Selbstzünders beim Dieselmotor eine zuverlässige Funktionsweise. Der thermodynamische Prozess des Dieselmotors gilt als mit Abstand bester aller Wärmekraftmaschinen. Die gute Gemischaufbereitung garantiert bei stabiler (normierter) Qualität der Treibstoffe einen günstigen Verbrennungsprozess. Beim Ottomotor ist die Sicherstellung der Qualität des Gemischbildungsprozesses mit einem in den Eigenschaften schwankenden nicht normierten Kraftstoff (Erdgas ist ein Naturprodukt) bedeutend schwieriger.

Es ist unbestritten, dass der Dieselmotor über einen bedeutend besseren Wirkungsgrad bei der Umwandlung der Brennstoffenergie in mechanische Energie verfügt. Für den praktischen Vergleich im typischen Bus-Einsatz kann die Energieeffizienz beim Dieselmotor als wenigstens 20 – 25 Prozent besser als beim Ottomotor bezeichnet werden. Das Drehmoment ist beim Ottomotor wegen der beschränkten Steigerungsmöglichkeit bei der Aufladung grundsätzlich ungünstiger, so dass Gasbusse bei der Beschleunigung als um 20 bis 30 Prozent langsamer bezeichnet werden denn Dieselbusse.

Entsprechend der traditionellen Ausrichtung auf Nutzfahrzeuge (Dieselmotor) bzw. Personewagen (Ottomotor) haben sich auch die Entwicklungsanstrengungen der Motorenbauer in der Vergangenheit auf das Segment im jeweiligen Einsatzgebiet konzentriert. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass sich das maximale Leistungsangebot bei den Gasmotoren für Gelenkautobusse auf rund 220 KW (300 bis 310 PS) beschränkt, während für Dieselgelenkfahrzeuge Motoren bis zu einer Leistung von 265 KW (360 PS) angeboten werden.

### **3.2 Unterschiede im Fahrzeugbau**

Nebst dem Antriebsaggregat unterscheiden sich Diesel- und Gasbusse ebenfalls im Fahrzeugbau. Das flüssige Dieselöl kann in einem einfachen Dieseltank mitgeführt werden, welcher unter dem Fahrzeugboden oder am Heck des Fahrzeugs angebracht wird. Die Gastanks müssen dagegen auf dem Dach befestigt werden. Dies führt zu einem grösseren Höhenprofil von rund 300 mm. Zudem erhöhen die schweren Druckbehälter das Leergewicht des Fahrzeugs um 600 bis mehr als 700 kg (4 % bis 5 %). Der höhere Luftwiderstand des Fahrzeugs und das höhere Gewicht wirken sich direkt auf den Treibstoffverbrauch aus. Das höhere Fahrzeuggewicht wirkt sich auch nachteilig auf die Nutzlast aus, d.h. die Behörde lässt bei gasbetriebenen Zweiachsbussen rund 6 Reisende und bei Gelenkautobussen rund 9 Reisende weniger zu, was im innerstädtischen Verkehr zumindest während der Spitzenzeiten zu Kapazitätsproblemen führen kann.



## **4 Betriebliche Aspekte**

### **4.1 Fahrplanzuverlässigkeit**

Die Verkehrsbetriebe haben zur Untersuchung des Fahrverhaltens Messfahrten mit zwei Gasgelenkautobussen durchgeführt und die Ergebnisse mit einem bestehenden Dieselgelenkautobus verglichen. Es wurden mit allen drei Fahrzeugen unter gleichen Fahrbedingungen, im leeren Zustand und mit dem gleichen Fahrer die gleichen Strecken befahren. Dabei wurden das Anfahrverhalten und die Beschleunigung am Berg sowie insbesondere das Fahrverhalten im Linienbetrieb untersucht.

Für Bergfahrten gilt die Rechenstrasse von der KVA zur Zürcherstrasse als Referenzstrecke. Während des Open Airs sind die VBSG-Busse auf dieser Bergstrecke im Dauerbetrieb bei Vollbeladung den schwersten Belastungen ausgesetzt. Bei Volllast haben die beiden Gasbusse auf dieser Strecke eine rund 25 Prozent geringere Geschwindigkeit erreicht als der VBSG-Dieselbus. Auf andern kritischen Steigungsabschnitten im städtischen Liniennetz erreicht der VBSG-Bus die doppelte bis die dreifache Geschwindigkeit.

Bei einer weiteren Versuchsfahrt sollten mögliche Auswirkungen auf den Fahrplan untersucht werden. Zu diesem Zweck wurde die Linie 7 im simulierten Fahrplanbetrieb auf der ganzen 28 Kilometer langen Umlaufstrecke Neudorf-Bahnhof-Abtwil-Bahnhof-Neudorf befahren. Dabei wurde bei jeder Haltestelle kurz angehalten. Bei einer mittleren Umlaufzeit von 100 Minuten werden heute auf der Linie 7 im 10-Minutentakt zehn Fahrzeuge eingesetzt. Diese Umlaufzeit kann mit dem bestehenden VBSG-Bus so eingehalten werden, dass an den beiden Endpunkten Neudorf und St. Josefen eine Wendezeit von fünf Minuten eingehalten werden kann. Mit den beiden Gasbussen wird jedoch die Umlaufzeit vollständig für die Fahrzeit beansprucht, es verbleiben keine Wendezeiten. Zur Aufrechterhaltung der Fahrplanstabilität im 10-Minutentakt müsste voraussichtlich ein elftes Fahrzeug samt Chauffeur bzw. Chauffeuse (entsprechend ca. einer Personaleinheit pro Jahr) eingesetzt werden.

Aufgrund der Messergebnisse muss im betrieblichen Einsatz von Gasbussen auf dem Liniennetz der VBSG je nach topografischer Lage mit einer niedrigeren Produktivität von 25 bis 40 Prozent gerechnet werden. Damit bestätigt sich die obige Feststellung, dass das Beschleunigungsvermögen bei den zur Verfügung stehenden, gasbetriebenen Ottomotoren weniger günstig ist als bei Dieselbussen.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann aufgrund dieser signifikanten Produktivitätsunterschiede davon ausgegangen werden, dass sich beim Einsatz von Gasbussen die Umlaufzeiten auf verschiedenen Autobuslinien der VBSG verlängern werden. Das heisst, dass bei Beibehaltung der Taktintervalle die Notwendigkeit für den Einsatz von zusätzlichen Fahrzeugen und



personellen Ressourcen nicht ausgeschlossen werden kann bzw. bei unverändertem personellem Einsatz auf einzelnen Linien die Taktintervalle verlängert werden müssten.

## **4.2 Sicherheit**

Als Brennstoff in einem Fahrzeug gilt das schwer entflammbare Dieselöl als unbedenklich. Bei Gas ist demgegenüber höhere Sorgfalt geboten. Gas entzündet sich, wenn das Mischverhältnis mit Luft im relativ engen geschlossenen Raum (z.B. im Depot) bei 5 bis 15 Prozent liegt und die Zündquelle eine Temperatur von über 600 Grad Celsius aufweist. Auch wenn das Auftreten eines solchen Mischverhältnisses sehr unwahrscheinlich ist, sind bei Umstellung auf Gasbetrieb angesichts des bedeutenden Umschlags von Gas im und um das Depot besondere Gebäudeschutzmassnahmen zu treffen.

In den auf den Fahrzeugdächern angebrachten Gastanks lagert ein beachtliches Energiepotential. Dank modernen Fertigungs- und Überwachungsmethoden ist das Risiko tragbar. Die Gasflaschen sind mit Ventilen versehen. Steigt die Temperatur über 700 Grad, öffnen sich die Ventile und das Gas kann kontrolliert nach oben austreten bzw. geordnet verbrennen, falls es sich entzünden sollte. Die Tatsache, dass Gas leichter als Luft ist, trägt dazu bei, dass die Gefahr kontrollierbar bleibt.

## **5 Finanzielle Auswirkungen**

### **5.1 Investitionen**

#### **5.1.1 Fahrzeuge**

Zur Ermittlung der Preisunterschiede bei der Beschaffung wurden drei Hersteller eingeladen, nach einem vereinfachten Pflichtenheft jeweils baugleiche Diesel- bzw. Gasbusse in verschiedenen Grössen zu offerieren. Beide Fahrzeuge sind mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgerüstet. Im Ergebnis zeigt sich, dass bei Gasbussen gegenüber Dieseln mit höheren Anschaffungskosten von rund 66'000 Franken für Zweiachsfahrzeuge bzw. rund 72'000 für Gelenkautobusse gerechnet werden muss. Werden die heutigen Fahrzeuge der Verkehrsbetriebe wieder durch zehn Zweiachsbusse und 22 Gelenkautobusse ersetzt, ist bei einer Beschaffung von Gasbussen mit einer um rund 15 Prozent höheren Investition zu rechnen.



Ersatz durch Gasbusse	1)	CHF	18'800'000
Ersatz durch Dieselbusse	1)	<u>CHF</u>	<u>16'600'000</u>
Mehrinvestition Gasbusse		CHF	2'200'000

- 1) Bei den angebotenen Fahrzeugen handelt es sich um Fahrzeuge ab Stange, welche noch über keine spezifischen VBSG- bzw. CH-Ausrüstungen verfügen. Massgebend für die Untersuchung sind die Mehrkosten.

### 5.1.2 Betankungsanlage

Bei einem Wechsel vom Dieselbus- zum Gasbetrieb müsste im Bereich des Depotareals eine Gasbetankungsmöglichkeit geschaffen werden.

In der täglichen Spitzenstunde sind bei den VBSG rund 2'000 Liter zu betanken. Damit in der Spitzenstunde die notwendigen Mengen an komprimiertem Gas zur Verfügung stehen, ist eine Schnellbetankungsanlage (Fast Fill) notwendig. Diese besteht aus einer Kompressorenanlage, welche das Erdgas verdichtet und auf den notwendigen Betriebsdruck erhöht. Sie ist ergänzt um zehn zusätzliche Speichermodule. Die Gesamtanlage weist ein Gewicht von rund 100 Tonnen auf und benötigt eine Grundstücksfläche von mindestens 50 m<sup>2</sup>. Wegen des ausserordentlich hohen Gewichts kann die Anlage nicht auf dem vor dem Einfahrtsbereich liegenden Parkdeck über der Werkstatt erstellt werden. Sie wäre auf der Volksbadwiese in der Ecke Steinachstrasse - Blarerstrasse zu platzieren und könnte von dort mit relativ kurzen Leitungen direkt mit der Tankstrasse im Einfahrtsbereich verbunden werden.

Gemäss einem vorliegenden Angebot muss mit Investitionskosten von 1,1 Millionen Franken (ohne Grundstückserwerb) gerechnet werden. Für die Erstellung einer 10 bar Anschlussleitung durch die städtische Erdgasversorgung ist mit einer Investition von 700'000 Franken zu rechnen. Diese Investition wäre durch die Gasversorgung zu tätigen und durch die Verkehrsbetriebe über den Energiebezugspreis zu amortisieren.

### 5.1.3 Gebäudeschutz

Der sichere Umgang mit Gas verlangt im Bereich der Einstellhallen und der Werkstätte ein überwachtes Belüftungs-, im Bereich der Betankungsanlage sogar ein Quellabsaugungs- und Entlüftungssystem. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Bereich der Betankungsanlage zu schenken, weil während Betankungsvorgängen gleichzeitig auch Trolleybusse einfahren. Da sich das leichtere Gas an der Hallendecke ansammeln kann, wo sich die Stromleitungen für die Abnehmer dieser Fahrzeuge befinden, sind besondere Sicherheitsmassnahmen gegen



Explosionen infolge elektrischen Funkensprungs zu treffen. Der heute gegen die Einstellhalle offene Betankungsbereich müsste zudem von der eigentlichen Einstellhalle mit einem zusätzlichen Tor abgetrennt werden. Auch die Brandschutzmassnahmen in den unten liegenden Räumen müssten erhöht und auch die bestehende Lüftung in der Werkstatt müsste entsprechend der nach oben flüchtigen Gase komplett geändert werden.

Für die Anpassungen an der Infrastruktur ist im Bereich der gesamten Depotanlagen mit relativ hohen Kosten zu rechnen. Die Kosten wurden – ohne Beizug eines Ingenieurs – grob abgeschätzt. Danach muss mit wenigstens folgenden Investitionen gerechnet werden:

Komplette Ausrüstung der befahrbaren Depot- und Werkstattbereiche mit Gasmeldern und Entlüftungsanlagen	CHF	600'000
Ausrüstung Betankungsbereich mit Be- und Entlüftung, automatischen Toren, Steuerungen etc.	CHF	500'000
Bauliche Anpassungen	<u>CHF</u>	<u>150'000</u>
Investitionen Gebäudeschutz	CHF	1'250'000

#### **5.1.4 Zusammenzug der Investitionen**

Bei einem Ersatz der bestehenden Dieselbusflotte der Verkehrsbetriebe durch Gasbusse muss insgesamt mit folgenden Zusatzinvestitionen gerechnet werden:

Mehrinvestition Gasbusse	CHF	2'200'000
Gasbetankungssystem (ohne Grundstückerwerb)	CHF	1'100'000
Gebäudeschutzmassnahmen (Grobabschätzung)	<u>CHF</u>	<u>1'250'000</u>
Zusatzinvestitionen der Verkehrsbetriebe	CHF	4'550'000

Zu diesen Investitionen der Verkehrsbetriebe kommt die Investition der städtischen Erdgasversorgung für die Gaszuleitung in der Höhe von rund 0,7 Mio. Franken.

Bei einer Umstellung auf Gasbusse dürfte von realistischen Zusatzinvestitionen in der Grössenordnung von 4,6 bis 5,0 Millionen Franken ausgegangen werden.

## **5.2 Jährlich wiederkehrende Kosten**

### **5.2.1 Kapitalkosten**

Die zusätzlichen Investitionen schlagen sich in Form von Abschreibungen und Zinsen als jährlich wiederkehrende Kosten in der Betriebsrechnung der Verkehrsbetriebe nieder. Bei





Amortisationsdauern von 10 Jahren für die Fahrzeuge bzw. 15 Jahren für die Infrastrukturanpassungen sowie einem Zinssatz von 5 Prozent ist mit folgenden Annuitäten zu rechnen:

Kapitaldienste Fahrzeuge	CHF	291'000
Kapitaldienste Betankungsanlage	CHF	106'000
Kapitaldienste Gebäudeschutzmassnahmen	<u>CHF</u>	<u>120'000</u>
Zusätzliche Kapitaldienste pro Jahr	CHF	517'000

### 5.2.2 Unterhaltskosten

Im Nutzfahrzeugbereich handelt es sich beim Dieselmotor um das mit Abstand am meisten eingesetzte Antriebssystem. Heute sind in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein etwas mehr als 50 Gasbusse im Einsatz. Dies ist im Vergleich zu insgesamt rund 3'900 Bussen eine bescheidene Anzahl. In Deutschland werden von rund 43'000 Bussen im öffentlichen Verkehr nur etwa 1'000 mit Gas betrieben.

Es ist zu vermuten, dass sich der Unterschied in den Produktionszahlen auch bei den Unterhaltskosten niederschlägt. Es ist allerdings schwierig, eine allgemein gültige Norm für den Vergleich der Reparatur- und Unterhaltskosten von Gas- und Dieselnissen zu definieren. Bekannt ist zum Beispiel, dass für einen Gasaustauschmotor mit Kosten von 50'000 bis 60'000 Franken gerechnet werden muss, was mindestens dem doppelten Preis eines Diesellaggregats entspricht. Auch andere Komponenten sind wegen der höheren thermischen Belastung unterhaltsintensiver.

Die Mehrkostenangaben der schweizerischen Gasbusbetreiber inkl. liechtensteinische Busanstalt für den Unterhalt von Gasbussen schwanken zwischen 10 und 30 Prozent. Für ein LCC-Lease (Life cycle cost lease), welches nebst den Kapitaldeckungskosten auch sämtliche Reparatur- und Unterhaltskosten abdecken soll, wurden für Gasbusse Richtangebote abgegeben, welche um 30 bis 45 Prozent höher ausfallen als diejenigen für identische Dieselnisse. Angesichts der enormen Differenz auch im Vergleich zur Differenz bei den Anschaffungskosten kann davon ausgegangen werden, dass die Hersteller die Wahrscheinlichkeit eines höheren Unterhalts bei den Gasbussen hoch einstufen.

Aufgrund dieser verfügbaren Angaben liegen genügend Indikatoren vor, welche eindeutig auf höhere Unterhaltskosten beim Gasbus schliessen lassen. Wird über die gesamte Lebensdauer von durchschnittlich 20 Prozent höheren Unterhaltskosten ausgegangen, ist beim Ersatz der bestehenden Autobusflotte der VBSG durch Gasbusse mit jährlich wiederkehrenden höheren Unterhaltskosten von rund 0,4 Millionen Franken zu rechnen.



Zusätzlich fallen für den Unterhalt der neuen Infrastrukturen (Gasbetankung und Gebäudeschutzmassnahmen jährlich rund 35'000 Franken (1,5 % vom Anschaffungswert) an zusätzlichen Unterhaltskosten an.

### 5.2.3 Treibstoffkosten

Bei der Berechnung der Unterschiede der Treibstoffkosten von diesel- und gasbetriebenen Bussen ist nebst Preisschwankungen an den Märkten auch die fiskalische Belastung der verschiedenen Treibstoffe von Bedeutung.

Diesel und Erdgas sind mit Mineralölsteuern belastet. Den Unternehmen des öffentlichen Verkehrs wird die Steuer teilweise zurück erstattet. Zur Förderung von Erdgas, Biogas und anderen Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen ist auf Bundesebene vorgesehen, die Steuer auf diesen Energieträgern ab 2007 zu senken. Dabei sollen die reduzierten Steuersätze für Diesel von gegenwärtig CHF 172.80 auf CHF 178.40 im Jahr 2007 für 1'000 Liter erhöht und für Gas von gegenwärtig CHF 180.00 auf CHF 49.00 pro 1'000 Kilogramm reduziert werden.

Für eine Vergleichsberechnung soll möglichst von Marktpreisen ab Zapfsäule ausgegangen werden. Für Dieselkraftstoff wird vom aktuellen Bezugspreis der VBSG (Durchschnittspreis der Bezüge Januar bis Mai 2005) ausgegangen. Dieser beträgt derzeit inklusive der Mineralölsteuerbelastung und inklusive Mehrwertsteuer CHF 1.40 pro Liter. Beim Gas schwanken die Preisangaben zwischen CHF 1.25 und CHF 1.70 pro Kilogramm. Für die VBSG kann aufgrund dieser Angaben und der erwarteten relativ grossen Bezugsmenge nach Rücksprache mit der Erdgasversorgung der Sankt Galler Stadtwerke von einem Preis für Erdgas von CHF 1.35 pro Kilogramm (aktueller Mineralölsteuersatz) ausgegangen werden.

Beim Treibstoffverbrauch wird für Modell-Berechnungen in der Regel ein mittlerer Dieselverbrauchswert eines EURO 3-Motors angenommen und der Mehrverbrauch des Gasmotors prozentual mit 25 Prozent berechnet. Nach diesen Modellannahmen ergibt sich bei einem Wechsel von Diesel- auf Gasbusse folgende Veränderung bei den Treibstoffkosten.

Treibstoffkosten Modellrechnung	Diesel CHF	Gas CHF	Veränderung CHF	%
Bei aktueller Mineralölsteuer	752'000	832'000	80'000	11 %
Bei Mineralölsteuer ab 2007	764'000	681'000	-83'000	- 11 %



#### 5.2.4 Fahrbetrieb

Wie bereits ausgeführt muss bei Gasbussen wegen der niedrigeren Motorisierung insbesondere in der Topografie von St.Gallen mit einer niedrigeren Produktivität gerechnet werden. Daraus zu erwartende Mehrkosten für den allfällig notwendigen Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge und Fahrpersonalressourcen werden hier nicht für alle Linien quantifiziert. Im Sinne eines Hinweises kann jedoch festgestellt werden, dass z.B. bei Ausdehnung der Umlaufzeit auf der Linie 7 für den zusätzlichen Einsatz eines Fahrzeuges (Kapitalkosten) und von Fahrpersonal (ca. 1,2 Personaleinheiten) mit jährlich wiederkehrenden zusätzlichen Kosten von rund 0,2 Mio. Franken zu rechnen wäre.

#### 5.2.5 Zusammenzug der jährlich wiederkehrenden Kosten

Bei einem Ersatz der bestehenden Autobusflotte der Verkehrsbetriebe durch Gasfahrzeuge muss mit folgenden jährlichen wiederkehrenden Kosten werden:

Kapitalkosten pro Jahr	CHF	517'000
Unterhaltskosten pro Jahr	CHF	435'000
Treibstoffkosten (unter der Annahme reduzierter Steuer ab 2007)	CHF	- 83'000
Fahrbetrieb	<u>CHF</u>	<u>p.m</u>
Zusätzliche jährlich wiederkehrende Kosten	CHF	869'000

Somit dürften bei einer Umstellung vom Diesel- auf den Gasbetrieb zusätzliche jährliche Kosten von 0,9 Millionen Franken zu Lasten der Abgeltung durch die Besteller anfallen.

Nicht enthalten in den jährlich wiederkehrenden Zusatzkosten sind mögliche betriebliche Mehrkosten für zusätzliche Kurse als Folge der Überschreitung der Umlaufzeiten.

## 6 Auswirkungen auf die Umwelt

### 6.1 Untersuchungsmethode

Bei der Beurteilung einer Umstellung vom Diesel- zum Gasantrieb stellt sich die Frage nach den Auswirkungen für Luft und Umwelt. Die wichtigsten klimarelevanten Gase, welche durch den Verkehr in die Atmosphäre emittiert werden, sind Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>). Dazu kommen die Ozon bildenden Gase Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>) und Kohlenwasserstoffe (THC). Darüber hinaus werden bei der Verbrennung in den Motoren weitere für den Menschen schädliche Stoffe wie krebserzeugende flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) in Form der drei Substanzen Benzol, Toluol und Xylol (BTX), polyzyklische aromatische Koh-



lenwasserstoffe (PAH, PAK) sowie lungengängige Russpartikel und andere feste Feinteile freigesetzt.

In der Studie wurden die Unterschiede bei den Emissionen dieser Stoffe untersucht. Es sollte die Frage beantwortet werden, wie sich ein moderner EURO 4-Dieselmotor mit optimierter Abgasnachbehandlung mit einem modernen Gasmotor (CNG-Ottomotor) mit optimierter Abgasnachbehandlung in Bussen des öffentlichen Verkehrs bezüglich aller wesentlichen Schadstoffemissionen und Treibhauseffekt vergleicht. Eine Studie, welche diese Fragestellung in ausreichender Allgemeingültigkeit beantwortet, existiert derzeit noch nicht. Die Autoren haben 20 moderne Studien analysiert. Auf der Grundlage einer breit abgestützten Datenbasis sollten Antworten zu den beiden Fragen gesucht werden, ob der Erdgas-Ottomotor entweder derart grosse Umweltvorteile aufweist, dass Nachteile in Kauf genommen werden müssen oder aber, ob er wenigstens in der Gesamtheit ausreichende Vorteile hat, welche seine bekannten Nachteile aufwiegen.

Da die vergleichende Bewertung Grundlage für einen allfälligen Beschaffungsentscheid für EURO 4-Motoren bilden sollte und für diese Motoren abgesehen von der Norm noch keine Messergebnisse vorliegen, konnten sich die Experten wegen der derzeit raschen technischen Entwicklung zur Verminderung der Emissionen nicht auf Messergebnisse an bestehenden Fahrzeugen - mit technisch veralteter Technologie - beziehen. Sie mussten deshalb ausgehend von einer breit abgesicherten Datenbasis einen Schritt in die technische Zukunft machen, um auszusagen, welche Emissionen von EURO 4-Triebwerken mit optimierter Abgasnachbehandlung zu erwarten sein werden. Sie kommen zum Schluss, dass sich aus der vorhandenen Datenbasis sowie den gut abgesicherten Erfahrungen mit Partikelfiltern in der Schweiz die Beantwortung der Fragestellung mit hoher technischer Sicherheit ableiten lässt.

## **6.2 Untersuchungsergebnisse**

Die Autoren der Studie kommen zu folgenden Ergebnissen:

Kohlenmonoxid CO: Die CO-Emission moderner Dieselmotoren ist auch ohne Abgasnachbehandlung wesentlich geringer als die von CNG-Ottomotoren ohne Abgasnachbehandlung. Mit Abgasnachbehandlung (Partikelfilter) erreicht der Diesel Werte, die nicht nur die ab Oktober 2005 geltenden Grenzwerte EURO 4, sondern bereits die erst ab Oktober 2008 geltenden Grenzwerte Euro 5 wesentlich unterschreiten. Auch die Erdgasmotoren mit Abgasnachbehandlung unterschreiten die Grenzwerte, wenn auch weniger als die Dieselmotoren mit Partikelfilter, ebenfalls deutlich. Der Vergleich für die CO-Emissionen ist eindeutig.



Stickoxide NO<sub>x</sub>: Die Gesamtstickoxide NO<sub>x</sub> des Erdgas-Ottomotors mit 3-Wege-Katalysator sind deutlich geringer als die des Dieselmotors ohne Abgasnachbehandlung. Mit der bei Euro 4-Motoren standardmässig vorgesehenen Entstickung wird die Stickoxidemission beim Diesel nochmals erheblich reduziert. Damit kann der Diesel die verbleibende Differenz weitgehend wettmachen. Zudem erlaubt die mit der Entstickung verbundene Optimierung der Einspritztechnologie beim Euro 4-Dieselmotor nach Angaben der Hersteller eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades, d.h. der Energieeffizienz um ca. sechs Prozent. Über derartige Entstickungssysteme liegen allerdings noch keine Messwerte vor, so dass beim Diesel noch von einem NO<sub>x</sub>-Defizit ausgegangen wird, obwohl dieses voraussichtlich bedeutend geringer ausfallen wird. Bei dieser ganzheitlichen Betrachtung verbessert sich der Diesel gegenüber dem Gasmotor weiter.

Kohlenwasserstoffe THC: Beim Dieselmotor, der den Treibstoff zu 99,8 Prozent schadstofffrei und vollständig umsetzt, liegt die Emission dieser Verbindungen wesentlich tiefer als beim Ottomotor. Mit Abgasnachbehandlung erreicht der Diesel HC-Emissionen, die mehr als zehnfach unter den Grenzwerten EURO 5 liegen; damit wird auch die THC-Emission des Diesels für diese Betrachtung irrelevant. Der CNG-Motor erreicht mit Abgasnachbehandlung ähnlich niedrige Werte. Dabei darf jedoch die meist ausserordentlich hohe Emission des Methans nicht vernachlässigt werden. Auch wenn Methan nicht unmittelbar toxisch ist, so zählt doch sein sehr hohes Treibhauspotential für die Bewertung mit.

Flüchtige Kohlenwasserstoffe BTX: Der Dieselmotor mit Abgasnachbehandlung bringt diese Emissionen in einen Bereich, der nicht mehr von Bedeutung sein dürfte und nach den vorliegenden Messwerten deutlich unter allen CNG-Varianten liegt.

Polyzyklisch-aromatische Kohlenwasserstoffe PAH: Diese Krebs erzeugenden Substanzen werden durch die Abgasnachbehandlung moderner Dieselmotoren so effizient abgebaut, dass auch hier der Diesel im Vorteil ist.

Partikelemission: Die Emission der Partikelmasse PM und der Partikelanzahl PZ eines neuen Erdgasmotors (ohne Abgasnachbehandlung) ist bei korrekter Gemischeinstellung mindestens 10 bis 100 mal niedriger als die eines heutigen EURO 3-Dieselmotors (ohne Abgasnachbehandlung). Mit einem modernen Partikelfilter kann jedoch die Emission der gesundheitsschädigenden Feinpartikel beim Dieselmotor um 4 Grössenordnungen (Filtereffizienz > 99.9 %) vermindert werden, womit er besser abschneidet als ein Gasmotor mit Abgasnachbehandlung. Wesentlich ist aber nicht nur der Vergleich der beiden Systeme im Neuzustand. Entscheidend ist, dass mit dem Diesel-Partikelfilter nicht nur die in der Verbrennung entstandenen Partikel ausgefiltert werden, sondern auch alle Partikel, die aus Schmieröl und Abrieb kommen. Beim Erdgasmotor werden Abriebpartikel (gesundheitsschädliche Metalloxi-



de) und Schmierölpartikel in gleicher Weise entstehen wie beim Dieselmotor und sie werden nicht gefiltert. Mit zunehmendem Verschleiss nimmt dieser Partikelaustritt bei der CNG-Variante zu. Weiter bestehen Hinweise, dass Erdgasmotoren eine geringere Gemisch-Stabilität aufweisen, was im realen Einsatz über die Lebensdauer zur Erhöhung der Partikelemission führen kann.

**Ozon-Vorläufer-Substanzen:** Als Ozon-Vorläufer-Substanzen gelten vor allem Kohlenwasserstoffe (CO) und Stickoxide (NOx). Da mit moderner Diesel-Abgasnachbehandlung die Stickoxide stark vermindert, die Kohlenwasserstoffe von einem ohnehin niedrigen Niveau um weitere 10 – 20 mal abgesenkt werden, verbleibt zwar bei isolierter Betrachtung nur der Ozon-Vorläufer-Substanzen beim NOx ein gewisser Rückstand des Diesel.

**Treibhaus-Potential:** In einer globalen Betrachtung von der Quelle bis zum Verbrauch („well to wheel“) ergeben sich Nachteile des Erdgaskonzeptes in Höhe von 10 Prozent.

Wie schon an anderer Stelle ausgeführt, ist der Dieselmotor dem Ottomotor bezüglich Energieeffizienz um wenigstens 20 bis 25 Prozent überlegen. Diese Differenz dürfte sich beim typischen Einsatz der Triebwerke mit durchschnittlich geringen Lasten im Busbetrieb erhöhen. Hinzu kommt der bauliche Nachteil des Gasbusses durch erhöhtes Gewicht und grössere Frontfläche, der sich mit zwei bis drei Prozent Mehrenergieverbrauch auswirkt. Ebenfalls hat sich auch bei den Messfahrten in St.Gallen bestätigt, dass Leistung und Drehmoment, beides entscheidende Faktoren für einen wirtschaftlichen öffentlichen Verkehr, beim Gasmotor bedeutend schwächer sind als beim Dieselmotor. Die Vergleichsmessung erfolgt immer mit Neumotoren. Zur Problematik der Alterung äussern sich die Autoren der Studie, dass der Dieselmotor sowohl bezüglich seiner Emission als auch bezüglich Leistung und Brennstoffverbrauch als ausserordentlich stabil gelte. Auch der Partikelfilter ändere seine Eigenschaft nicht. Katalysatoren, wie sie für die Emissionsqualität des CNG-Ottomotors Voraussetzung sind, altern jedoch von der ersten Stunde an. Testergebnisse mit relativ neuen Motoren ergäben daher ein zu positives Bild. In die Beurteilung müssten deshalb auch die Auswirkungen des Alterungsprozesses einbezogen werden.

Im Rahmen der Studie wurden die Lärmauswirkungen nicht speziell untersucht. Bezüglich Lärmemissionen haben Gasbusse bisher besser abgeschnitten als Dieselmotoren. Neue Messungen im Rahmen einer Studie des SVGW (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches) zeigen, dass der Erdgasbus bei Beschleunigung aus dem Stillstand deutlich leiser (2 - 3 dBA) ist, während bei der beschleunigten Vorbeifahrt (Fahrbetrieb), beim Abbremsen und beim Stillstand keine signifikanten Unterschiede bestehen. Zudem sind neue Dieselmotoren auf jeden Fall um Einiges leiser als die heutigen Fahrzeuge.



### 6.3 Schlussfolgerungen

Abschliessend stellen die Autoren fest, dass beim Dieselmotor mit Abgasnachbehandlung die Schwachstellen, die bis vor wenigen Jahren noch gegen ihn sprachen, derart effizient behoben wurden, dass mit Ausnahme einer etwas geringeren Stickoxidemission keine ökologischen oder ökonomischen Vorteile mehr für den Erdgasmotor ausgemacht werden können, welche seine grundsätzlichen Nachteile wie geringe Speicherdichte, schlechter Wirkungsgrad, mangelnde Fahrleistung und geringere Reichweite aufwiegen könnten.

Für den Dieselbus befinden sich effizientere Entstickungssysteme in Erprobung, die aber derzeit noch nicht marktreif sind. Damit verbleibt beim Diesel bezüglich NO<sub>x</sub> ein gewisser Rückstand gegenüber dem Gasmotor. Dieser Rückstand kann durch spätere Nachrüstung wettgemacht werden. Bei der Bewertung der Priorität zur Schadstoffminderung muss die Partikelminimierung wegen der krebserzeugenden Wirkung gegenüber allen anderen limitierten Schadstoffen ganz im Vordergrund stehen. Und hier fällt die Emission beim Dieselmotor mit Partikelfilter wesentlich geringer aus als beim Gasmotor.

<b>Emissionsvergleich CNG / Diesel für EURO 4-Abgasnorm</b>							
<b>Motorentyp</b>	<b>gesetzlich festgelegte Schadstofflimiten</b>				<b>gesetzlich (bisher) nicht limitierte Schadstoffe</b>		
	[g/km]				[g/km]		
	<b>PM</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NMHC</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>BTX</b>	<b>PAH</b>
<b>CNG-Erdgas-Ottomotor mit 3-Weg-Katalysator</b>	0.0060	2.0	0.4	0.010	0.05	0.0010	0.006
<b>EURO 4-Dieselmotor mit Partikelfilter</b>	0.0006	6.3	0.1	0.002	0.00	0.0004	0.005
<b>Grenzwerte EURO 4</b>	<b>0.0600</b>	<b>7.0</b>	<b>8.0</b>	<b>1.200</b>			

Der Betrieb von Bussen mit Erdgas-Ottomotoren anstelle von Dieselmotoren (Emissionsstandard Euro 4), beide mit modernen Systemen zur Abgasnachbehandlung ausgerüstet, bringt für den Erdgasmotor bei allen Schadstoffemissionen keine Vorteile, ausser beim Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>), verschlechtert aber die Energiebilanz deutlich.

## 7 Entscheid über die Antriebsart

Die Prüfung der Gasbusvariante erfolgte in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht mit Blick auf eine mögliche Verbesserung der städtischen Luftverhältnisse. In der Diskussion über die Luftreinhaltung steht bei den zu treffenden Massnahmen die Frage nach der Effizienz von Massnahmen im Umweltbereich im Vordergrund. Es geht darum, die ökologische Wirkung von Massnahmen mit deren Kosten zu vergleichen, indem man das Verhältnis der



Kosten pro Luftverbesserung bestimmt. Dieses Vorgehen wird als Kosten-Wirksamkeits-Analyse bezeichnet.

Bezogen auf die VBSG kann festgestellt werden, dass beide Varianten gegenüber heute im Teilbereich des innerstädtischen Schwerverkehrs eine erhebliche zusätzliche Verbesserung der städtischen Luftverhältnisse bewirken. Aufgrund der vorgenommenen Analysen kann gemäss den Autoren der Studie mit hoher technischer Sicherheit festgestellt werden, dass mit einer Gasbusbeschaffung gegenüber einer Dieseldieselvariante keine zusätzliche Verbesserung erzielt werden kann. Bei insgesamt vergleichbarer Verbesserung wie mit Dieseldieselbussen müssten jedoch jährlich wiederkehrende Kosten von 0,9 Millionen Franken in Kauf genommen werden. Selbst wenn die verbleibende NOx-Emission des Dieseldieselmotors zum Vorteil des Gasbusses gewichtet würde, müsste bei der Gasbusvariante mit jährlichen Emissionsverhinderungskosten von 100'000 bis 150'000 Franken pro zusätzlich reduzierter Tonne NOx gerechnet werden. Ein Entscheid für Gasbusse könnte nicht als Umweltinvestition mit einer guten Kostenwirksamkeit bezeichnet werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen betreffend Luftqualität muss der Beschaffungsentscheid primär aufgrund der Bewertung bezüglich Wirtschaftlichkeit und Betrieb fallen. Selbst wenn die Untersuchung eine wesentliche Verbesserung für die Luftsituation ergäbe, hätten die Verkehrsbetriebe beim derzeitigen Stand der Technik des CNG-Motors grösste betriebliche Bedenken, den Autobusbetrieb in der topografisch besonderen Lage von St.Gallen auf Gasbusse umzustellen. Zu den wirtschaftlichen Aspekten gehört auch die Haltung des Hauptbestellers der Leistungen der Verkehrsbetriebe. Das Amt für öffentlichen Verkehr des Kantons St.Gallen hat auf eine entsprechende Anfrage der Verkehrsbetriebe betreffend Mitfinanzierung höherer Investitionsfolge- bzw. Betriebskosten mitgeteilt, die Besteller gingen grundsätzlich davon aus, dass die Unternehmungen solche Zusatzkosten durch Einsparungen kompensieren. Die angespannte Finanzlage der öffentlichen Hand erlaube keine höheren Abgeltungen. Ausserdem wird darauf hingewiesen, dass die betriebswirtschaftlichen Vorteile des Dieseldiesels überwiegen und kaum ökologische Nachteile erkennbar seien.

Bei einem Entscheid für eine Gasbusvariante müssten die Mehrausgaben bei der Investition und die jährlich wiederkehrenden zusätzlichen Kosten durch den städtischen Haushalt übernommen werden. Zur Sicherstellung der Kostenneutralität für die Verkehrsbetriebe und die Hauptbesteller (Linienkostenrechnungen) müsste das Stadtparlament unabhängig vom Beschaffungsentscheid und von der Gesamtkredithöhe folgende Beschlüsse fassen:

- Erteilung eines Verpflichtungskredites zu Lasten der Investitionsrechnung des Allgemeinen Haushaltes für einen à fonds perdu Beitrag der Stadt an die Verkehrsbetriebe in der





Höhe von ca. 4,6 bis 5,0 Millionen Franken zur Deckung der notwendigen Zusatzinvestitionen für Fahrzeuge, Betankungsanlage sowie gebäudetechnische Massnahmen.

- Erteilung eines dem fakultativen Referendum unterstehenden Kredites zu Lasten der Abgeltung der ungedeckten Kosten der Verkehrsbetriebe durch den städtischen Haushalt von ca. 0,9 Millionen Franken für die während der Nutzungsdauer von Gasbussen jährlich wiederkehrenden Kosten (Investitionsfolgekosten und betriebliche Mehrkosten).

Die eindeutigen Ergebnisse der Untersuchungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht sprechen klar für den Ersatz der zehn Zweiachsautobusse und der 22 Gelenkautobusse durch Niederflurfahrzeuge mit Dieselantrieb.

## 8 Kredit

Mit dem Grundsatzentscheid über die Antriebsart Gas oder Diesel ist noch kein Beschaffungsentscheid gefällt. Im Anschluss an den Grundsatzentscheid wird das Pflichtenheft für eine Ausschreibung im offenen Verfahren nach GATT/WTO gemäss Einführungsgesetz zur Gesetzgebung über das öffentliche Beschaffungswesen (sGS 841.1; abgekürzt EGÖB) ausgearbeitet. Im Pflichtenheft wird zur Umsetzung des Behindertengesetzes nebst der selbstverständlichen Niederflurbauweise der Fahrzeuge das funktionale Anforderungsprofil für Busse vom Januar 2003 berücksichtigt, welches in gemeinschaftlichen Arbeitsgruppen des Bundesamtes für Verkehr (BAV), des Verbandes öffentlicher Verkehr (VöV) und der Fachstelle für Behinderte und öffentlicher Verkehr (BöV) ausgearbeitet und durch das BAV genehmigt wurde. Bei der Pflichtenhefterarbeitung wird ein Ausschuss der städtischen Arbeitsgruppe Behindertenfragen zugezogen.

Nach Auswertung der eingegangenen Angebote erfolgt der Zuschlag an den Anbieter, welcher das wirtschaftlich günstigste Angebot abgegeben hat. Da es beim Dieselantrieb bleibt, handelt es sich um eine Ersatzbeschaffung mit wesentlichen Verbesserungen bezüglich Immissionen, Kundenfreundlichkeit und Komfort. Aufgrund der vorliegenden Richtpreisangebote kann für Niederflurfahrzeuge mit Dieselantrieb (inkl. Fahrzielangabe und Klimatisierung) mit folgenden Investitionskosten gerechnet werden:

10 Standardbusse	à CHF	420'000	CHF	4'200'000
22 Gelenkautobusse	à CHF	580'000	<u>CHF</u>	<u>12'760'000</u>
Total Ersatz			CHF	16'960'000
Diverses und allfällige Modifikation bei der Flottenzusammensetzung			<u>CHF</u>	<u>1'540'000</u>
Total Investition Ersatz Autobusflotte (exkl. MWSt)			CHF	18'500'000



Unter der Position Diverses sind Beträge für Sonderausrüstungen und Ersatzteile (CHF 30'000 pro Fahrzeug) sowie vorsorglich für ein weiteres Gelenkfahrzeug (CHF 580'000) zur allfälligen Aufstockung der Autobusreserve eingestellt. Für den Ersatz der Billettautomaten läuft mit Blick auf die Einführung des integralen Tarifverbundes ein separates Projekt unter der Führung des Tarifverbundes Ostwind.

Die Verkehrsbetriebe können die Investitionsausgaben von 18,5 Millionen Franken für den Ersatz der Autobusflotte inkl. allfällige Modifikation bei der Zusammensetzung der Flotte durch neue Niederflurfahrzeuge ohne den Bedarf von zusätzlichem Fremdkapital vollständig aus eigenen Mitteln finanzieren.

Mit dem raschen Ersatz der Autobusflotte der Verkehrsbetriebe kann schnell und unter wirtschaftlichen Bedingungen ein bedeutender Beitrag zur Verbesserung der Luftsituation in der Stadt geleistet werden. Zudem bleibt mittelfristig der teilweise Einsatz von Energien aus erneuerbaren Rohstoffen möglich.

## **9       Anträge**

Wir beantragen Ihnen, folgende Beschlüsse zu fassen:

1. Vom vorliegenden Bericht wird zustimmend Kenntnis genommen.
2. Dem Ersatz von 10 Zweiachsbussen und 22 Gelenkautobussen der Verkehrsbetriebe durch Niederflurbusse mit Euro 4-Motoren wird zugestimmt und dafür wird ein Verpflichtungskredit von 18,5 Millionen Franken zu Lasten der Investitionsrechnung der Verkehrsbetriebe erteilt.
3. Es wird festgestellt, dass der Beschluss gemäss Art. 7 Ziffer 2 lit. a der Gemeindeordnung dem obligatorischen Referendum unterliegt.

Der Stadtpräsident:  
Hagmann

Im Namen des Stadtrats  
Der Stadtschreiber:  
Linke

