



I. An die  
FDP – HUT Stadtratsfraktion

Rathaus

Datum  
18.07.2019

**Wie soll die CO<sub>2</sub> – Belastung des Busverkehrs der MVG vermindert werden?**

Schriftliche Anfrage gemäß § 68 GeschO

Anfrage Nr. 14-20 / F 01442 von Herrn StR Dr. Michael Mattar, Frau StRin Gabriele Neff, Herrn StR Prof. Dr. Jörg Hoffmann, Herrn StR Thomas Ranft, Herrn StR Wolfgang Zeilhofer vom 22.03.2019, eingegangen am 22.03.2019

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Ihrer Anfrage vom 22.03.2019 führten Sie als Begründung aus:

„Die erste E-Buslinie soll Ende 2019 in München unterwegs sein. 2018 wurden 8 E-Busse bestellt, die 2019/20 ausgeliefert werden sollen. Die Mehrkosten wurden zu 40 % durch den Bund gefördert (=1,3 Millionen Euro). Weitere 32 E-Busse sollen dann angeschafft werden, wenn sich der Einsatz der 8 E-Busse bewährt hat. Aus Hamburg konnte man Ende 2018 lesen, dass die dortigen E-Busse überwiegend im Depot stehen. Deshalb stellt sich die Frage nach den Erfahrungen mit den ersten E-Bussen, die seit Februar 2018 in München unterwegs waren. Die Lage ist durchaus verwirrend. Zum einen hört man von Schwierigkeiten bei der Produktion gerade der deutschen und europäischen Herstellern. Zum anderen hat sich die Stadt Augsburg für Erdgasbusse entschieden, welche Wien bereits getestet hatte und nun durch Diesel 6 Busse ersetzen will. Ein interessanter und pragmatischer Vorschlag kommt nun von dem Münchner Unternehmen Knorr Bremse AG: einen Elektroantrieb für Busse, welche mit Stromabnehmern, die Oberleitungen der Straßenbahnen benutzen könnten. Dieses „In Motion Charging“ könnte beispielsweise in Schwabing entlang der Straßenbahnlinie 12 für Busse genutzt werden.“

Die in Ihrer Anfrage gestellten Fragen können wie folgt beantwortet werden:

Die Vision der SWM/MVG sei es, den Busverkehr in Zukunft zu 100 % emissionsfrei zu betreiben und zwar mindestens so wirtschaftlich und zuverlässig wie heute.

Denn nur dann haben Busse eine Chance auf einen möglichst großen Marktanteil. Die technischen Möglichkeiten schreiten voran; Schritt für Schritt werde die SWM/MVG dieses Ziel erreichen können.

**Frage 1:**

Wie hoch sind die Zusatzkosten (absolut in Euro und prozentual) von E-Bussen im Vergleich zu Euro-Diesel-6-Bussen? Ist es richtig, dass die Zusatzkosten nach Zuschüssen des Bundes von 1,3 Mio. Euro bei der MVG/Stadt bei rund 2 Mio. Euro liegen?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Die Entwicklung der E-Busse zu serienreifen Fahrzeugen ist noch nicht abgeschlossen. Sie werden aktuell noch nicht in großen Stückzahlen produziert und nachgefragt. Daher sind die reinen Anschaffungskosten aktuell etwa doppelt so hoch wie beim Dieselbus.

Die derzeit angebotenen Preise für Normalbusse (12 m) liegen bei Elektrobussen bei ca. 550.000 Euro und für Gelenkbusse (18 m) bei rund 750.000 Euro. Dies entspricht bei beiden Fahrzeugkategorien ca. 100 % mehr als bei Diesel-Neufahrzeugen (Euro 6, Mild-hybrid). Buszüge, von denen in München mittlerweile über 100 im Einsatz sind, existieren im Markt für Elektrobusse derzeit nicht.

Zu den Anschaffungskosten kommen die Kosten für die Ladetechnik hinzu. Da eine Ladung eines Elektrobusses nicht in der gleichen Geschwindigkeit wie die Betankung eines Dieselbusses erfolgt, wird bei Elektrobussen pro Bus etwa eine Ladesäule benötigt. Dies bedeutet, dass die Kosten einer Ladesäule dem Beschaffungspreis eines Busses hinzuzurechnen ist.

Außerdem müssen noch Kosten für die Ertüchtigung der Stromversorgung in den Betriebshöfen und/oder die Ausrüstung mit Stromspeichern dazugerechnet werden, da dieser Ausbau für die Umstellung notwendig ist. Dabei ist zu beachten, dass bei der Aufstellung von Stromspeichern (und der genannten Ladesäulen) ausreichend Platz auf den Betriebshöfen benötigt wird, der dort ohnehin bereits knapp ist.

Aktuell erreicht ein Elektrobus (insbesondere im Winter) noch nicht die Reichweite eines Dieselbusses. Folglich müssten für die gleiche Fahrleistung mehr Elektrobusse angeschafft werden, als heute Dieselbusse im Einsatz sind.

Für eine Gesamtbetrachtung sind die Anschaffungskosten und die Betriebskosten (siehe auch Antwort zu Frage 4) zu beachten.

Bei der MVG sind derzeit zwei E-Busse auf der Linie 100 im Einsatz.

Ende 2018 wurden weitere sechs E-Busse bestellt. Es handelt sich dabei um vier E-Solobusse (12 m) und zwei E-Gelenkbusse (18 m). Die Solobusse werden im zweiten Halbjahr 2019 in München erwartet; die beiden ersten Gelenkbusse kommen 2020.

Die sechs Busse kosten samt Ladetechnik rund 3,9 Mio. Euro. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur fördert die Anschaffung der SWM/MVG mit 1,35 Mio. Euro.“

**Frage 2:**

Ist zu erwarten, dass angesichts der hohen Nachfrage nach E-Bussen die Preisdifferenz in den nächsten Jahren deutlich zurück geht?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Verschiedene Studien gehen davon aus, dass der Preis für E-Busse zurückgeht. Die Studien unterscheiden sich in den Einschätzungen zur Stärke des Preisrückgangs und im Zeithorizont. Entscheidend für die Preisentwicklung ist die Nachfrage, aber auch die Zahl der Anbieter für Elektrobusse.

Allerdings ist zu beachten, dass bei entsprechend hoher Nachfrage der Preis auch wieder deutlich ansteigen könnte (Marktmechanismus). Wie stark sich Angebot und Nachfrage auswirken, kommt auf die Preiselastizität und die Marktstrategie der Anbieter an (z.B. Preiskampf zur Verdrängung von Konkurrenten oder hoher Preis zur Abschöpfung der Margen).

Die Speichermedien sind bei der Elektromobilität ein essentieller Kostenfaktor. Deshalb wird die Preisentwicklung auf dem Rohstoffmarkt einen großen Einfluss haben. Diese Entwicklung wird letztlich nicht durch die im Weltmarkt sehr kleine Busbranche bestimmt, sondern von künftigen Massenwendungen, also vor allem durch Pkw und eingeschränkt noch durch Lkw im Verteilerverkehr.“

**Frage 3:**

Mit welchen Mehrkosten der Anschaffung rechnet die MVG, wenn bis 2025 sämtliche Busse im Stadtgebiet auf E-Antrieb umgestellt würden?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Derzeit ist in der Busflotte der MVG jedes Fahrzeug zwischen 12 und 14 Jahre im Einsatz. Bei einer vollständigen Umstellung der Busse im Stadtgebiet auf E-Antrieb bis 2025 müssten einige Fahrzeuge, die eigentlich noch länger in der Flotte verblieben wären vor vollendeter Laufzeit ausgesondert werden.

Für diese Fahrzeuge dürfte im Gegensatz zur Vergangenheit ein eher geringer Verkaufserlös erzielt werden, da bis dahin alle Verkehrsunternehmen in der EU nach der Clean Vehicles Directive Fahrzeuge beschaffen müssen. Des Weiteren sind Elektrofahrzeuge etwa doppelt so teuer wie Dieselfahrzeuge.

Außerdem muss die Ladeinfrastruktur (Ladesäulen, Stromzufuhr, etc.) vollständig beschafft werden. Ein größeres Problem mit der Ladeinfrastruktur ist der Platzbedarf den die Ladesäulen benötigen. Bei einem derart schnellen Ausbau müssten deshalb zügig neue Abstellflächen geschaffen werden und ein neuer Betriebshof in Betrieb genommen werden, damit alle Elektrofahrzeuge entsprechend geladen werden können.

Des Weiteren ist ein Betriebshofmanagementsystem inkl. Lademanagementsystem für die Elektrofahrzeuge notwendig.

Gemäß einer ersten Abschätzung liegen die Investitionskosten für Fahrzeuge und Infrastruktur allein bei der MVG (ohne Kooperationspartner) bei Mehrkosten von rund 400 Mio. Euro.

Bei allen dieser theroretischen Überlegungen ist zu beachten, dass derzeit nicht alle Fahrzeuge entsprechend notwendiger Serienreife vorhanden sind. Es ist also nicht abschließend sichergestellt, dass wir alle Fahrzeuge durch Elektrobusse ersetzen können (vgl. hierzu auch Antwort zu Frage 1).“

**Frage 4:**

Wie schätzt die MVG die Kosten für den Betrieb eines E-Busses im Verhältnis zu einem Dieselbus ein?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Der größte Unterschied zwischen Diesel- und Elektrobussen für die Betriebskosten entsteht im Verbrauch von Diesel bzw. Strom. Beim Vergleich des Verbrauches von Diesel und Strom mit aktuellen Marktpreisen ist der Elektrobus im Betrieb günstiger. Bei Wartung und Unterhalt wird davon ausgegangen, dass der Elektrobus etwa 70 % des Aufwandes von einem Dieselbus verursacht, da deutlich weniger anfällige Teile verbaut sind. Zusätzlich wird derzeit davon ausgegangen, dass eine Batterie nach etwa 7 Jahren ausgetauscht werden muss. Die Kosten für den Wechsel einer Batterie können aktuell noch nicht valide geschätzt werden.

Allerdings gelten diese Einschätzungen nur für den direkten Vergleich der beiden Antriebsarten. Nicht berücksichtigt sind dabei eventuelle Mehrkosten für eine höhere Anzahl von E-Bussen, wenn diese Fahrzeuge nicht die gleiche Reichweite erreichen wie Dieselbusse.

Des Weiteren ist zu beachten, dass die Entwicklung der Diesel- und Strompreise schwer vorhersehbar ist. Je nach deren Entwicklung verändern sich auch die Betriebskosten.

Für eine Gesamtbetrachtung sind die Anschaffungskosten und die Betriebskosten (siehe auch Antwort zu Frage 1) zu beachten.“

**Frage 5:**

Hat die MVG bei ihrer Betriebshofplanung den Einsatz von E-Bussen in deutlich größerem Maßstab berücksichtigt?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Die Betriebshofplanung in Moosach beinhaltet verschiedene Ausbaustufen für den Betrieb mit E-Bussen. Zu Betriebsbeginn des neuen Betriebshofs im Jahr 2021 werden 56 Ladeplätze vorhanden sein. Der Vollausbau erfolgt modular und kann bis auf 160 Ladeplätze ausgebaut werden.

Für den Betriebshof Ost sind ebenfalls mehrere Ausbaustufen bereits in Planung. In einem ersten Schritt wird für die bis Ende 2020 vorhandenen Elektrobuse die entsprechende Ladeinfrastruktur geschaffen.

Auf der Suche nach weiteren Abstellflächen / einem weiteren Betriebshof werden diese Überlegungen nach Elektro-Infrastruktur natürlich berücksichtigt.“

**Frage 6:**

Rechnet die MVG in den nächsten fünf Jahren mit Bussen auf Wasserstoffbasis?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Brennstoffzellenbusse bieten ebenso wie Elektrofahrzeuge auf Batteriebasis die Möglichkeit den Busverkehr emissionsfrei zu gestalten. Die MVG hat sich daher seit Jahrzehnten auch mit diesem alternativen Antrieb befasst und die Marktreife bewertet.

Zudem stehen wir mit anderen Städten im Austausch, um gegenseitig von Erfahrungen mit alternativen Antrieben zu profitieren. Beispielsweise hat Hamburg zum Jahresbeginn den seit 2011 laufenden Testeinsatz von vier Brennstoffzellenbussen planmäßig beendet. Zukünftige Tests von Wasserstoffbussen werden nicht ausgeschlossen; gleichwohl sollen für den Linieneinsatz in Hamburg vorerst nur batterieelektrische Busse beschafft werden. Eine Richtungsentscheidung für die Konzentration auf Batterie-Elektromobilität hat nicht zuletzt der VW-Konzern kürzlich getroffen. Unter Berücksichtigung der Marktentwicklung rechnet die MVG nicht damit, dass in den nächsten Jahren serienreife Wasserstoffbusse verfügbar sein werden, die annähernd so wirtschaftlich und zuverlässig sind wie die moderne Euro 6-Dieselsbusse. Bei batterieelektrischen Bussen sehen wir das größere Potential diese Lücke in absehbarer Zeit zu schließen.

Neben der Marktverfügbarkeit von Fahrzeugen spielt die Umsetzung der erforderlichen Infrastruktur eine wichtige Rolle in der Bewertung alternativer Antriebe. Der Aufwand für die H<sub>2</sub>-Betankungsmöglichkeit ist enorm hoch und benötigt viel Platz. Wir haben für den derzeit im Bau befindlichen Busbetriebshof Moosach bereits 2015 durch einen externen Berater die Möglichkeiten für einen H<sub>2</sub>-Betrieb untersuchen lassen. Das Ergebnis war, dass die MVG rund 20 % der Abstellkapazitäten für die Speicherung des Wasserstoffs und der erforderlichen Sicherheitsabstände der Tankstelle verloren hätte. Darüber hinaus hätten die genehmigungsrechtlichen Auflagen für diesen Betriebshof (gültig u.a. §§ 4 und 12 BImSchG; Mindestabstände zu Wohnungen, etc.) nicht erfüllt werden können.“

**Frage 7:**

Welche Hersteller sind derzeit in der Lage einen serienmäßigen E-Bus anzubieten und wie schätzt die MVG dies für die nächsten drei Jahre ein?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Die Entwicklung von serienreifen Fahrzeugen ist noch nicht abgeschlossen und wird von uns intensiv in einem Austausch mit Herstellern vorangetrieben. Derzeit bestehen Innovationspartnerschaften mit den Fahrzeugherstellern MAN und Ebusco sowie bezüglich der Heizungs-/Klimatechnik mit der Valeo GmbH. Seriennahe Modelle sind in den nächsten drei Jahren v.a. bei Solobussen zu erwarten. Schwieriger gestaltet sich die Fahrzeugbeschaffung bei Gelenkbussen und Buszügen, wie sie in München auf vielen Linien aus Kapazitätsgründen nötig sind. Mit serienreifen E-Gelenkbussen rechnen wir gemäß unserer Recherchen bei den Fahrzeugherstellern zufolge etwa ab 2020/2021.

Bei Buszügen ist die Entwicklung aktuell noch nicht absehbar. Daher prüft die MVG auch andere Alternativen für Fahrzeuge mit besonders großen Kapazitäten. Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass die regulatorische Rahmensetzung durch die EU – insbesondere die Clean Vehicles Directive – sowie die Beschaffungsprogramme der MVG anderer Verkehrsunternehmen eine große Signalwirkung auf die Hersteller haben, um die Entwicklung leistungsstarker Elektrobusse bis zur Mitte des kommenden Jahrzehnts abzuschließen.“

**Frage 8:**

Ist die MVG bereit mit der Knorr Bremse AG über die Möglichkeit des „In Motion Charging“ zu sprechen und möglichst einen Modellversuch in München zu starten?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Die Firma Knorr Bremse AG mit dem Thema „In Motion Charging“ zielt vor allem auf Verkehrsunternehmen, die heute schon Oberleitungsbusse betreiben. Oberleitungsbusse sind z.B. in der Schweiz weit verbreitet. Durch das „In Motion Charging“ kann der Einsatzradius von Trolleybussen ohne Oberleitungsausbau erheblich erhöht werden.

Die Münchner Buslinien könnten nicht mit der Oberleitung der Tramlinien betrieben werden.

Weitere Oberleitungen allein für das Bussystem zu bauen, würde nach derzeitigen Einschätzungen das Stadtbild verändern und zu langen Planungs- und Entscheidungsprozessen führen. Konzepte mit Oberleitungen oder Zwischenladungen im Netz sind für uns nicht zielführend, weil sie die notwendige Einsatzflexibilität der Busse verhindern, die Wirtschaftlichkeit verschlechtern sowie einen hohen zusätzlichen Infrastrukturaufwand auslösen würden.

Dynamische Induktionsladung auf der Strecke würde zudem einen hohen Standardisierungsgrad erfordern, um Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern zu vermeiden. Sie sind deshalb nicht in unserem Fokus. Für die Systemumstellung auf eine 100 % elektrisch betriebene Busflotte setzen wir auf bereits vorhandene Standards für die Ladung im Depot. Gleichzeitig sind wir gerne bereit uns mit Herstellern zu technologischen Entwicklungen auszutauschen und die Anforderungen aus Betreibersicht einzubringen.“

**Frage 9:**

Wie beurteilt die MVG den Einsatz von Erdgas- oder Biogasbussen und liegen der MVG Erfahrungen der Augsburger Stadtwerke vor?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Die Einführung von Erdgasbussen in Augsburg entwickelte sich aus einem Modellvorhaben heraus. Die Flotte wurde nach und nach komplett auf Erdgasbusse umgestellt – zu einer Zeit, als der Diesel noch weit hinter der heutigen Entwicklung zurücklag. Für Augsburg kann eine CNG-Busflotte daher die passende Wahl sein. Grundsätzlich müssen für die Busflotte langfristige Investitionsentscheidungen bei einer Umstellung auf alternative Antriebe getroffen werden. Allein die durchschnittliche Betriebszeit der Busse erstreckt sich auf 12 Jahre; hinzu kommen die Anpassungen in der Tank-/Ladeinfrastruktur, der Werkstätten und bei der Schulung von Personal. Die MVG hat das Ziel, den Busverkehr in Zukunft zu 100 % emissionsfrei zu betreiben und setzt dafür auf die E-Bustechnologie. Laut der Clean Vehicle Directive, welche die EU nun beschlossen hat, sind Erdgas- oder Biogasbusse nicht als emissionsfrei einzustufen, sondern lediglich als „sauber“. Eine vorübergehende Einführung einer zusätzlichen Technologie, die nur temporär zum Einsatz käme, ist daher für die MVG-Busflotte nicht zielführend.“

**Frage 10:**

Wie sieht die Ökobilanz eines E-Busses (bei 30 oder 50% Kohle/Gas- Stromerzeugung), eines Euro-Diesel 6 Busses neuester Bauart und einem Erdgas- oder Biogasbus aus?

**Antwort der SWM/MVG:**

„Beim Strommix in Deutschland 2017 (33,3 % erneuerbare Energien, 11,7 % Kernenergie, 49,9 % fossile Energie und 5,1 % sonstige Energie) fällt die Ökobilanz sehr deutlich zugunsten des E-Busses aus. Der CO<sup>2</sup>-Fußabdruck, der bei der Produktion entsteht, ist zwar um das Doppelte höher als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor;

dieser macht jedoch nur 5 % der CO<sup>2</sup>-Emission über die Lebensdauer aus (12 Jahre bei 60.000 km/Jahr). Die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor unterscheiden sich nur geringfügig. Ein E-Bus hat über 12 Jahre Lebensdauer einen Vorteil von ca. 40 %.

Die Werte für die CO<sup>2</sup>-Emission im Betrieb lassen sich relativ einfach über den Verbrauch, die Kraftstoffart und die Laufleistung errechnen; die Werte für die Produktion entstammen dabei verschiedenen Datenquellen und können je nach Quelle um bis zu 10 % abweichen. Diese Abweichung verändert das Gesamtergebnis aber kaum.

Wir haben durch den Ausbau von Anlagen für erneuerbare Energien direkte Einflussmöglichkeiten auf die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen, indem mehr Ökostrom für das Laden und die Fahrzeugherstellung zur Verfügung steht. Selbstverständlich fahren alle Elektrobusse der MVG mit M-Ökostrom. Das wird die CO<sup>2</sup>-Gesamtbilanz noch weiter verbessern. Zudem werden gerade Konzepte für die künftige Weiterverwendung der Fahrzeugbatterien (z.B. als Pufferspeicher) entwickelt.“

Ich hoffe, dass ich Ihre Fragen hiermit zufriedenstellend beantworten konnte.

Mit freundlichen Grüßen

**II. Abdruck von I.**

an das Direktorium-HA II/V 1  
an RS/BW  
per Mail an [anlagen.ru@muenchen.de](mailto:anlagen.ru@muenchen.de)

per Hauspost  
an die Stadtwerke München GmbH, Ressort Mobilität

jeweils z.K.

**III. Wv. FB 5**

Netzlaufwerke/raw-ablage/FB5/SWM/3 Gremien/1 Stadt/1 Stadtrat/3 Anfragen/FTB aka FDP-HUT-Piraten/1442\_Antw.odt

Clemens Baumgärtner