

Stuttgart, 04.03.2021

Beschaffung von Spezialfahrzeugen des AWS (Abfallsammelfahrzeuge, Absetz- und Abrollkipper, Großkehrmaschinen etc.): Grundsatzentscheidung Antriebstechnik

Beschlussvorlage

Vorlage an	zur	Sitzungsart	Sitzungstermin
Betriebsausschuss Abfallwirtschaft	Beschlussfassung	öffentlich	10.03.2021

Beschlussantrag

Der Beschaffungsstrategie für Spezialfahrzeuge des AWS (z.B. Abfallsammelfahrzeuge, Absetz- und Abrollkipper, Großkehrmaschinen etc.) wird zugestimmt. Die Beschaffung dieser Fahrzeuge mit Erdgasantriebstechnik wird eingestellt. Übergangsweise werden bis zur Verfügbarkeit von serienreifen, wirtschaftlichen und betriebspraxiskonformen Alternativen (bspw. mit Wasserstoff und Brennstoffzelle) Fahrzeuge mit konventioneller Dieselantriebstechnik (neueste Abgasnorm EU 6) beschafft. Mittelfristig beabsichtigt der AWS, den kompletten Fuhrpark über alle Fahrzeugarten möglichst auf emissionsfreie Antriebe umzustellen.

Begründung

1. Umstellung des städtischen Fuhrparks auf emissionsarme Antriebe – Ausgangslage und Gesamtstrategie

Seit 2016 werden bei Ersatz- oder Neubeschaffungen alle Personenkraftwagen (PKW) grundsätzlich als vollelektrisch betriebene Fahrzeuge (Elektrofahrzeuge) beschafft. Gleichzeitig wurde der „Fonds emissionsarmes Fahren“ aufgelegt, aus dem die höheren Anschaffungskosten der Elektrofahrzeuge sowie die zum Betrieb notwendige Ladefrastruktur intern ausgeglichen werden. Über diesen Fonds wird außerdem die Beschaffung kleinerer Dienstfahrzeuge wie E-Roller, E-Lastenräder und Pedelecs finanziell unterstützt.

Diese Beschaffungsstrategie wird seither konsequent umgesetzt. Gemeinsam mit der begleitenden Kommunikation des Slogans „Stuttgart fährt elektrisch“ wird die gesamtstädtische Strategie von einer breiten Öffentlichkeit wahrgenommen. Wechselnde Förderprogramme von Bund und Land stärken diesen Beschaffungsgrundsatz.

So wurden in einer ersten größeren Beschaffungsrunde des AWS ab 2017 bereits 44 vollelektrische PKW und Kleintransporter beschafft. In einer zweiten derzeit laufenden Beschaffungsrunde werden weitere 47 Fahrzeuge beschafft. Hinzu kommen 20 E-Roller, über 120 Pedelecs und 5 E-Lastenräder, die vom AWS oder bei städtischen Ämtern genutzt werden. Auch drei vollelektrische Kehrmaschinen sind bereits im Regeleinsatz. Angesichts dieser Erfolgsbilanz kommt die Umstellung des rund 400 Fahrzeuge umfassenden Fuhrparks im PKW-Bereich bereits gut und konsequent voran.

Von den Regelungen der „Dienstanweisung zur systematischen Umstellung des Fuhrparks auf umweltfreundliche und emissionsarme Mobilität“ sind bislang die rund 150 LKW zwischen 3,5 und 7,5 Tonnen und die rund 130 LKW über 7,5 Tonnen sowie diverse Sonderfahrzeuge (Abfallsammelfahrzeuge, Großkehrmaschinen etc.) nicht erfasst. Dies liegt insbesondere an einigen in den Fahrzeugklassen liegenden Besonderheiten. So wurden bspw. in diesem Bereich bisher allenfalls Umrüttlösungen, Kleinserienfahrzeuge oder Prototypen mit batterieelektrischem Antrieb, aber keine Fahrzeuge in Großserie angeboten. Dies verändert sich momentan im Bereich der Fahrzeugklasse bis 7,5 Tonnen. Folglich konnte ein Strategiewechsel in der Beschaffung von Spezialfahrzeugen und LKWs noch nicht in vergleichbarem Maße wie bei den PKW vollzogen werden. Daher wurden durch den AWS nach sorgsamer Abwägung in letzter Zeit Müllsammelfahrzeuge mit Gasantrieb beschafft, die im Vergleich zu Dieselfahrzeugen einen vergleichsweise geringeren Schadstoffausstoß aufweisen.

Derzeit wird eine Veränderung des Angebots im genannten Marktsegment beobachtet. Führende Hersteller kündigten bereits an, bis Mitte dieses Jahrzehntes marktgängige Alternativen (insbesondere mit Wasserstoff und Brennstoffzelle) anzubieten. Gleichzeitig wird deren Angebot an Erdgasfahrzeugen reduziert. So stellt bspw. der für die AWS relevante Hersteller von Niederflur-Fahrgestellen für deren Spezialfahrzeuge die Produktion von Erdgasfahrzeugen zum 31.12.2021 vollständig ein. Diese Marktentwicklung stellt den bisher verfolgten Pfad der Nutzung von Fahrzeugen u.a. mit Erdgasantrieb in Frage und erfordert eine Neubewertung der aktuellen Strategie. Im Hinblick auf die ohnehin bestehende Betankungsproblematik mit Erdgas im Stuttgarter Stadtgebiet, der hohen Kosten für den Bau einer oder mehrerer eigener Tankmöglichkeiten und der 9-jährigen Abschreibungszeit von Spezialfahrzeugen wurde die anstehende Beschaffung von 30 Spezialfahrzeugen einer kritischen ökonomischen und ökologischen Überprüfung unterzogen sowie mögliche Alternativen geprüft.

2. Alternative Antriebsmöglichkeiten bei Spezialfahrzeugen

Als mögliche alternative und emissionsarme Antriebstechnologien bei Spezialfahrzeugen zeichnen sich derzeit drei verschiedene Möglichkeiten ab:

- Batterieelektrische Elektromobilität
- Nutzung von synthetischen Kraftstoffen in Verbrennungsmotoren
- Wasserstoffbasierte Elektromobilität mit Brennstoffzelle.

2.1 Batterieelektrik

Durch das hohe Fahrzeuggewicht der Spezialfahrzeuge und den topographisch bedingten höheren Energiebedarf sind die tatsächlichen Einsatzzeiten von batterieelektrisch betriebenen Spezialfahrzeugen bis zur Notwendigkeit einer erneuten elektrischen Aufladung stark begrenzt. Abfallsammelfahrzeuge sowie andere Spezialfahrzeuge etwa müssten ihre täglichen Touren zur elektrischen Aufladung unterbrechen, was betrieblich nicht darstellbar ist. Effiziente, auf einen vollen Tageinsatz ausgelegte rein batteriebetriebene Spezialfahrzeuge sind derzeit weder serienreif noch auf dem Markt erhältlich. Anders als im PKW-Bereich, in dem wegweisende Entscheidungen auch durch die Fahrzeughersteller bereits getroffen wurden, ist noch nicht klar erkennbar, ob die batterieelektrische Antriebstechnologie sich auch in Spezialfahrzeugen durchsetzen wird.

2.2 Synthetische Kraftstoffe

Die einschlägigen Fahrzeughersteller haben den Einsatz synthetischer Kraftstoffe bisher nicht freigegeben. Würde der AWS diese trotzdem einsetzen, so würden sämtliche Garantiepflichten der Hersteller erlöschen. Aufgrund des hierdurch entstehenden unkalkulierbaren Schadenrisikos scheidet diese Alternative aus. Mittelfristig könnten synthetische Kraftstoffe und so genannte „E-Fuels“ eine mögliche antriebstechnische Alternative sein. Fraglich und bisher nur schwer zu bewerten ist jedoch die Klimabilanz einzelner synthetischer Kraftstoffe über die gesamte Wirkungskette von der Erzeugung bis zur Nutzung (sog. „well-to-wheel“-Betrachtung). Auch wirtschaftlich weisen die bisher bekannten hohen Umwandlungsverluste im Herstellungsprozess eher nicht auf eine wettbewerbsfähige Alternative zu anderen Antriebsarten hin. Daher ist auch dieser Entwicklungspfad bisher nicht klar als geeignete Lösung erkennbar.

2.3 Wasserstoffantrieb / Brennstoffzelle

Die Brennstoffzellentechnik in Fahrzeugen steckt derzeit noch im Entwicklungsstadium. Die Problematik der Betankungsmöglichkeit in der Landeshauptstadt, die noch offene Frage der Haltbarkeit der Brennstoffzellen und nicht zuletzt die derzeit noch enorm hohen Anschaffungskosten stehen einem ökonomisch vertretbaren Einsatz derzeit noch entgegen. Aufgrund der fortschreitenden technischen Entwicklung ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Wasserstofftechnologie mittel- bzw. langfristig insbesondere beim Einsatz von schweren Lastkraftwagen durchsetzen könnte. Die derzeitige Entwicklung solcher Fahrzeuge wird aktuell in sogenannter Hybridbauweise vorangetrieben, d.h. es werden für die benötigte Leistung bis zu drei Brennstoffzellenstacks und ein batterieelektrischer Antrieb mit Plug-in-Möglichkeit zur elektrischen Ladung kombiniert. Nach Ankündigung relevanter Hersteller wie der Daimler Truck AG und der Volvo Group sollen in der zweiten Hälfte des laufenden Jahrzehnts schwere LKW und Sonderfahrzeuge mit Brennstoffzelle in Serie gefertigt werden. Unter der Voraussetzung, dass Grüner Wasserstoff zur Anwendung kommt, bietet dieser Entwicklungspfad technologisch wie auch im Hinblick auf die Klimaziele eine vielversprechende Perspektive.

Stand heute sind in keinem der oben genannten Entwicklungspfade bereits serienreife Fahrzeuge verfügbar. Die folgende Gegenüberstellung und Bewertung erfolgt allerdings vor dem Hintergrund der Erkenntnis, dass langfristig eine komplette Abkehr von fossilen Brennstoffen (sowohl Erdgas als auch Diesel) notwendig ist, um die Klimaziele einzuhalten.

3. Gegenüberstellung Erdgas- und Dieselantriebe

Da sich aktuell unter ökonomischen und praxisbezogenen Aspekten für den dargestellten Einsatzbereich für die Beschaffung neuer erforderlicher Fahrzeuge ausschließlich die Erdgastechnik einerseits und die Dieseltechnik andererseits anbieten, wurden diese beiden Antriebsarten im Hinblick auf den Einsatz als Niederflur-Fahrgestell eines Abfallsammelfahrzeuges beim AWS einer analytischen Gegenüberstellung unterzogen:

3.1 Schadstoffausstoß (Wertermittlung anhand eines Motors für ein Niederflur-Fahrgestell nach der aktuell gültigen Abgasnorm EU 6)

Die Schadstoffausstoßwerte sind aus den EG-Übereinstimmungsbescheinigungen aktueller Mercedes Eonic Modelle (Abgasnorm EU 6) nach dem Ermittlungsverfahren WHTC (World Harmonized Transient Cycle) angegeben. Die Schadstoffwerte werden für Nutzfahrzeuge an Stationsmotoren ohne Fahrgestell und ohne Aufbau ermittelt. Dadurch sind die Werte nicht als tatsächliche Ausstoßwerte, sondern lediglich als Richtwerte anzusehen.

	CO [mg/kWh]	No _x [mg/kWh]	Partikel [mg/kWh]	CO ₂ pro 100 km [kg]
Erdgas	154,54	126,28	1,11	192 *
Diesel	30,04	266,69	1,64	236
Differenz	124,5	140,41	0,53	44

* Angegebener Wert unter Berücksichtigung von 20% Biogasanteil; Quelle: Nationale Koordinationsstelle für die CNG-Mobilität.

Aufgrund der unterschiedlichen Verbrennungsverfahren (Diesel/Otto) ist einerseits der CO-Wert beim Dieselmotor und andererseits der No_x-Wert beim Erdgasmotor vorteilhafter. Die Partikelmenge ist beim Dieselmotor um ca. 1/3 höher gegenüber dem Erdgasmotor. Der tatsächliche CO₂ Ausstoß auf 100 km ist beim Dieselmotor um ca. 20 % höher.

3.2 Anschaffungskosten (Niederflur-Fahrgestell, hier: Mercedes Benz Eonic)

Erdgas (2020)	191.000 €
Diesel (2020)	149.000 €
Differenz	42.000 €

Die Anschaffungskosten des Fahrgestells für ein erdgasbetriebenes Abfallsammelfahrzeug sind um ca. ein Drittel höher als die eines dieselbetriebenen Abfallsammelfahrzeuges mit neuester Abgasnorm EU 6.

3.3 Verbrauchskosten (Abfallsammelfahrzeug im realen Einsatz im Stadtgebiet)

	Kraftstoffkosten (Stuttgart Stand 08.01.2021)	Verbrauch	Kosten / 100 km
Erdgas (2020)	1,104 €/ kg	66 kg/ 100 km	72,86 €
Diesel (2020)	1,283 €/ Liter	88 Liter/ 100km	112,90 €
Differenz			40,04 €

Stand Februar 2021 liegen die Verbrauchskosten eines dieselbetriebenen Abfallsammelfahrzeugs um ca. 40 €/100 km über denen eines erdgasbetriebenen Abfallsammelfahrzeugs.

3.4 Betankungszeiten (Abfallsammelfahrzeug im realen Einsatz im Stadtgebiet)

	Intervall bei 260 Einsatztagen	Anzahl	Dauer	Zeitaufwand	Durchschnitt Zeitaufwand
Erdgas	Alle 1-2 Tage	174/a	10-30 min**	1.740 – 5.220 min/a	3.480 min = 58 h
Diesel	Alle 3-5 Tage	65/a	15-20 min***	975 – 1.300 min/a	1.138 min = 19 h
Differenz					2.342 min = 39 h

** Abhängig vom Systemdruck der Erdgastankanlage

*** Abhängig von der Durchflussmenge der Tankanlage

Aufgrund der fast täglich notwendigen Betankung ist der zeitliche Aufwand bei einem erdgasbetriebenen Abfallsammelfahrzeug gegenüber einem dieselbetriebenen im Durchschnitt um den Faktor drei höher.

3.5 Betankungsproblematik

Die Betankung der dieselbetriebenen Fahrzeuge ist nicht zuletzt wegen der AWS-eigenen Tankstelle auf dem Areal Heinrich-Baumann-Straße gegenwärtig und auch künftig gesichert.

Die Betankungsmöglichkeiten für erdgasbetriebene Fahrzeuge bewegen sich hingegen schon bei heutigem Fahrzeugbestand aufgrund des dünnen Tankstellennetzes und der geringen Tankkapazitäten am Limit. Daher wäre im Falle der Beschaffung der für das Jahr 2021 anstehenden 30 Spezialfahrzeuge mit Erdgasantrieb die Errichtung und der Betrieb mindestens einer AWS-eigenen Erdgas-Tankstelle erforderlich. Die hierdurch entstehenden Investitions-, Betriebs- und Bezugskosten von insgesamt rund 5,6 Mio. EUR für eine Erdgas-Tankstelle für 30 Spezialfahrzeuge bzw. rund 11,1 Mio. EUR für zwei Tankstellen für 60 Spezialfahrzeuge würden bei der Umlegung und Verrechnung dieser Kosten zu einem Eigenbezugspreis von 1,54 EUR bzw. 1,52 EUR pro kg Erdgas (CNG) für den Abschreibungszeitraum von 9 Jahren führen (siehe Anlage 2). Darüber hinaus benötigen CNG-Tankstellen zur Verdichtung des Gases eine erhebliche elektri-

sche Peak-Leistung von rund 170 kW, die anderen Anwendungen (insb. der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge) auf dem Betriebshof dann nicht mehr (gleichzeitig) zur Verfügung steht.

3.6 Zusammenfassende Bewertung

Grundsätzlich ist der Erdgasantrieb gegenüber dem Dieselantrieb aufgrund den emittierten Schadstoffwerten der umweltfreundlichere Antrieb (siehe Punkt 3.1).

Aufgrund steigender Preisunterschiede bei den Anschaffungskosten (ca. 68%), den gestiegenen Erdgaspreisen (ca. 37%) und der bis zu vierfach längeren Betankungszeit pro Jahr sind erdgasbetriebene Spezialfahrzeuge wie Abfallsammelfahrzeuge, Absetz- und Abrollkipper und auch Großkehrmaschinen grundsätzlich nicht mehr so wirtschaftlich wie noch vor einigen Jahren.

Im Falle einer Beschaffung weiterer erdgasbetriebener Fahrzeuge sind insbesondere auch die künftig aufgrund der Investitions- Betriebs- und Bezugskosten einzukalkulierenden deutlich erhöhten Gesamtkosten für die Betankung zu berücksichtigen (siehe hierzu die Berechnung der kalkulatorischen Kraftstoffpreise je kg Erdgas (CNG) in Anlage 2).

4. Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung der Beschaffungsstrategie

Sicher ist, dass ab 2022 keine erdgasbetriebenen Niederflur-Fahrgestelle mehr von den relevanten Herstellern erhältlich sein werden, und die vorhandene Tankstelleninfrastruktur im Stadtgebiet Stuttgart mit dem jetzigen Fahrzeugbestand bereits sehr grenzwertig ist. Mit zusätzlichen öffentlichen Erdgastankstellen ist allerdings in Anbetracht der geschilderten Situation nicht (mehr) zu rechnen.

Eine Investition in eigene Erdgastankstellen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist über eine maximale Nutzungsdauer von neun Jahren nicht wirtschaftlich.

Da aktuell keine Alternativen verfügbar sind, ist die Beschaffung der für das Jahr 2021 vorgesehenen 30 Spezialfahrzeuge mit konventionellem Dieselantrieb sinnvoll.

Gleichzeitig ist die Orientierung an alternativen Antriebskonzepten für nachfolgende Beschaffungen von Spezialfahrzeugen zu fokussieren und zu forcieren, sobald diese in serienreifer, ökologischer und betriebspraxiskonformer Hinsicht gereift sind. In diesem Zusammenhang steht aus heutiger Sicht die Brennstoffzelle in Verbindung mit batterieelektrischem Antrieb mit Plug-in-Möglichkeit im Vordergrund.

Um die Mehrkosten der neuen Antriebstechnologien für die Landeshauptstadt Stuttgart so gering wie möglich zu halten, wurde im Jahr 2020 ein Förderantrag beim Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI) für die geplanten Beschaffungen im Jahr 2023 gestellt, bei dem die Mehrkosten gegenüber einem konventionellen Dieselantrieb bis zu 90% übernommen werden. Dieser Antrag befindet sich derzeit im Bearbeitungsverfahren, mit einer Förderbewilligung ist zu rechnen.

Folglich schlägt der AWS für den Zeitraum 2021/22 die Beschaffungen von 30 Spezialfahrzeugen mit konventioneller Dieselantriebstechnologie und ab 2023 die Beschaffung

von Spezialfahrzeugen mit Brennstoffzellentechnologie kombiniert mit batterieelektrischem Antrieb als Plug-in-Version vor. Voraussetzung dafür ist, dass die Brennstofftechnik dann serienreif am Markt angeboten wird.

Der Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Stuttgart wird, sobald Prototypen von Fahrzeugen mit alternativen Antriebskonzepten zur Verfügung stehen, diese ausgiebigen Testverfahren im Realbetrieb unterziehen und bewerten. Er befürwortet ausdrücklich die derzeit geplante Errichtung einer Wasserstofftankstelle auf einem städtischen Grundstück und wäre bei Vorliegen aller Voraussetzungen ab 2023 einer der möglichen Nutzer dieser Einrichtung.

Finanzielle Auswirkungen

1. Einmalige Einsparung bei den Anschaffungskosten gegenüber Erdgasfahrzeugen

30 Spezialfahrzeuge x 42.000 € = **1.260.000 €** (siehe Punkt 2.2)

2. Mehrkosten bei der Errichtung eigener CNG-Tankstellen

Aufgrund anfallender Investitionskosten und laufender Kosten erhöht sich der spezifische Kilopreis CNG für einen Abschreibungszeitraum von 9 Jahren von derzeit 1,10 € auf künftig 1,54 € bzw. 1,52 €.

Die einschlägige Berechnung hierzu und die detaillierten finanziellen Auswirkungen sind in Anlage 2 dargestellt.

Unter der Annahme, dass die Erdgastankstelle nur über eine Nutzungsdauer von neun Jahren genutzt werden kann (diese müsste im 10. Jahr mangels Nutzung außerplanmäßig abgeschrieben werden) ergeben sich die wirtschaftlichen Vorteile zum einen aus den geringeren Anschaffungskosten der anzuschaffenden Spezialfahrzeuge, zum anderen vermindert sich aufgrund der deutlich erhöhten Kapitalkosten der Tankstelle der wirtschaftliche Vorteil der Betankungskosten von Erdgas- gegenüber Dieselfahrzeugen.

.

Mitzeichnung der beteiligten Stellen:

Ref. WFB, S/OB

Vorliegende Anfragen/Anträge:

Keine

Erledigte Anfragen/Anträge:

Keine

Technisches Referat

Eigenbetrieb AWS

Dirk Thürnau
Bürgermeister

Markus Töpfer
Geschäftsführer

Anlagen

