

Potenzialanalyse zur Einführung von Elektromobilität im Fuhrpark ZKE Stadtreinigung der Landeshauptstadt Saarbrücken



Erstellt im Auftrag der Stadt Saarbrücken durch die EcoLibro GmbH:

Volker Gillessen, Bereichsleiter Elektromobilität EcoLibro GmbH

Jürgen Keck, Seniorberater EcoLibro GmbH

Siegfried Moll, Seniorberater Cavemus Systems Association GmbH

August

2021

Impressum

Titel: Potenzialanalyse zur Einführung von Elektromobilität im funktionalen Fuhrpark der Landeshauptstadt Saarbrücken

Auftraggeberin: Landeshauptstadt Saarbrücken
Amt für Klima- und Umweltschutz
Mobilitätsmanagement / ÖPNV
Kohlwaagstraße 4
66111 Saarbrücken

Auftragnehmer: EcoLibro GmbH
Lindlaustraße 2c
53842 Troisdorf
Tel.: 02241 26599 0
E-Mail: Volker.Gillessen@ecolibro.de

In Kooperation mit
Cavemus Systems Association GmbH
Holler Landstraße 120
D-27798 Hude-Holle

Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
1. Management Summary.....	5
2. Rahmenbedingungen.....	7
3. Aktuelle Marktsituation.....	10
3.1 Leichte Nutzfahrzeuge (<= 3,5 Tonnen).....	10
3.2 Schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 Tonnen):.....	16
3.3 Klein-Kehrmaschinen und Sondermaschinen.....	19
4. Fördermöglichkeiten.....	31
5. Bewertung für den Fuhrpark der Stadt Saarbrücken.....	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erster Volvo FE Electric für München	17
Abbildung 2: Beispiel kleines Sonderfahrzeug ALKÉ ATX 340E	19
Abbildung 3: Varianten ALKÉ ATX 340E	20
Abbildung 4: Beispiel eSwingo 200+	21
Abbildung 5: Beispiel Green Machines 500ze	22
Abbildung 6: Beispiel Tenax Electra 1.0	22
Abbildung 7: Beispiel Bucher municipal CityCat V20e	23
Abbildung 8: Beispiel Dulevo D.Zero	24
Abbildung 9: Beispiel Glutton Zen	25
Abbildung 10: Beispielk Borschung Urban Sweeper S 2.0	26
Abbildung 11: Beispiel Ravo Fayat 5 eSeries	27
Abbildung 13: Altersstruktur Fahrzeuge < 3,5 t	33
Abbildung 14: Altersstruktur Fahrzeuge > 3,5 t	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Quoten CVD	9
Tabelle 2: Übersicht Fahrzeuge Leicht-Transporter (L6e/L7e)	13
Tabelle 3: Übersicht Fahrzeuge Transporter (N1/N2)	13
Tabelle 4: Übersicht Kleinkehrmaschinen (1)	28
Tabelle 5: Übersicht Kleinkehrmaschinen (2)	28
Tabelle 6: Übersicht Fördersummen	32
Tabelle 7: Fuhrparkzusammenstellung Fahrzeuge < 3,5 t	33
Tabelle 8: Fuhrparkzusammenstellung Fahrzeuge > 3,5 t	35

1. Management Summary

Das im Mai 2021 verabschiedete Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 schafft verbindliche Mindestziele für emissionsarme und -freie Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere für Busse im ÖPNV bei der öffentlichen Beschaffung.

Während für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge Grenzwerte zu CO₂- und Luftschadstoffemissionen vorgegeben werden, sieht das Gesetz bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen lediglich die Nutzung alternativer Kraftstoffe (Strom, Wasserstoff, Erdgas, Biokraftstoffe, synthetische und paraffinhaltige Kraftstoffe, sofern diese nicht mit fossilen Brennstoffen vermischt werden) vor.

Während die Einführung von Elektromobilität im Bereich der Pkw und leichte Nutzfahrzeuge < 3,5 t zunehmend an Bedeutung zunimmt, stellt die Nutzung von Elektromobilität bei Fahrzeugen > 3,5 t derzeit, aufgrund der geringen Verfügbarkeit von geeigneten Fahrzeugen und schwer abschätzbaren Kosten, aktuell noch eine starke Herausforderung dar. Aber auch bei leichten Nutzfahrzeugen, bei denen grundsätzlich Fahrzeugmodelle als Basisfahrzeuge zur Verfügung stehen, muss dennoch im Einzelfall geprüft werden, ob diese im Markt in der jeweiligen Ausprägung (Pritsche / Kipper) verfügbar sind.

Da Nutzfahrzeuge im kommunalen Einsatz i.d.R. nicht nur zum Transport von Personen und Material verwendet werden, sondern den Beschäftigten auch als Pausen- auch Sozialraum dienen, der gerade in den Wintermonaten geheizt werden muss, sollte immer eine externe Standheizung installiert werden, damit dies nicht zu einer Einschränkung der Reichweite kommt. Inwieweit sich die die Nutzung von zusätzlichen Warnleuchten und insbesondere Anbaugeräte auswirkt, kann aktuell noch nicht prognostiziert werden.

Für den Bereich der schweren Nutzfahrzeuge ist eine Umstellung auf Elektromobilität momentan nur als Pilotprojekt mit hohen Kosten und viel experimentellem Engagement möglich, da hier derzeit weder Serienfahrzeuge noch ein dem heutigen Standard entsprechendes Servicesystem gibt. Dies betrifft sowohl batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge als auch mit Wasserstoff angetrieben Fahrzeuge.

Im Bereich von Kleinfahrzeugen und Kleinkehrmaschinen ist eine Umstellung grundsätzlich gut möglich, da ein entsprechendes Markangebot verfügbar ist.

Insgesamt ist Elektromobilität im Bereich der Nutzfahrzeuge immer noch mit deutlich höheren Kosten sowohl bei den Fahrzeugen aber auch in Bezug auf die zu errichtende Ladeinfrastruktur verbunden. Eine Umstellung ist somit nur unter Nutzung von Fördermitteln wirtschaftlich sinnvoll möglich (<https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/foerderung/>).

2. Rahmenbedingungen

Mit dem Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (Clean Vehicles Directive – CVD) sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften, werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe erstmals verbindliche Mindestziele für emissionsarme und -freie Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere für Busse im ÖPNV, für die Beschaffung vorgegeben. Die neuen Vorgaben sollen ab dem 2. August 2021 gelten und verpflichten die öffentliche Hand sowie eine Auswahl bestimmter privatrechtlich organisierter Akteure (z.B. Post- und Paketdienste, Müllabfuhr) dazu, dass ein Teil der angeschafften Fahrzeuge zukünftig emissionsarm oder -frei sein muss.

Die Richtlinie gilt für Aufträge (u.a. durch Ausschreibungen oder Vergabeverfahren) nach dem 2. August 2021:

- für Verträge über Kauf, Leasing oder Anmietung von Straßenfahrzeugen
- für öffentliche Dienstleistungsaufträge (z.B. ÖPNV-Busse)
- für Dienstleistungsaufträge über Verkehrsdienste (z.B. Paket- und Postdienste, Abholung von Siedlungsabfällen)

Ausgenommen sind u.a. Einsatzfahrzeuge von Polizei und Feuerwehr, Katastrophenschutz, Baustellen, Häfen, Flughäfen, land- oder forstwirtschaftliche Fahrzeuge sowie Reisebusse ohne Stehplätze.

- Es gibt für zwei Referenzzeiträume
 - 2.8.2021 bis 31.12.2025
 - 1.1.2026 bis 31.12.2030

festen Quoten für die Beschaffung sauberer Pkw sowie leichter und schwerer Nutzfahrzeuge durch die öffentliche Auftragsvergabe. Zu den öffentlichen Dienstleistungsaufträgen gehören v.a. der öffentliche Verkehr (Straße), die Personensonderbeförderung (Straße), die Bedarfspersonenbeförderung sowie bestimmte Post- und Paketdienste und die Abholung von Siedlungsabfällen.

- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, die die Grenzwerte zu CO₂- und Luftschadstoffemissionen gemäß CVD einhalten, können den CVD-Mindestzielen von 38,5 % an den Neubeschaffungen ab August 2021 angerechnet werden. Die Mindestziele für emissionsarme und -freie Busse im ÖPNV liegen für den ersten Referenzzeitraum bis Ende 2025 bei 45 % und für den zweiten Zeitraum bis Ende 2030 bei 65 %. Mindestens die Hälfte der Mindestziele für Busse im ÖPNV muss durch emissionsfreie Fahrzeuge erfüllt werden.
- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge werden über Grenzwerte zu CO₂- und Luftschadstoffemissionen als „saubere Fahrzeuge“ definiert, während schwere Nutzfahrzeuge und Busse aufgrund der Nutzung alternativer Kraftstoffe (Strom, Wasserstoff, Erdgas, Biokraftstoffe, synthetische und paraffinhaltige Kraftstoffe, sofern diese nicht mit fossilen Brennstoffen vermischt werden) unter diese Definition fallen. Plug-In Hybridbusse können ebenfalls den Beschaffungsquoten für saubere Fahrzeuge angerechnet werden.

Darüber hinaus hat der Gesetzgeber mit diesem Gesetz und auch schon im Rahmen der Vergaberechtsmodernisierung 2016 mit § 97 Abs. 3 GWB neue Vergabegrundsätze eingeführt, mit denen Umweltaspekte im Vergabeverfahren praktisch umgesetzt werden sollen. Durch die Aufnahme von strategischen Vergabebezwecken, wie Aspekte der Qualität und Innovation sowie soziale und ökologische Gesichtspunkte, in § 97 Abs. 3 GWB sind diese im gesamten Vergabeverfahren zu berücksichtigen.

Ausführliche Informationen enthält das "[Rechtsgutachten umweltfreundliche öffentliche Beschaffung](#)" (2020) des Umweltbundesamtes.

Tabelle 1: Übersicht Quoten CVD

Fahrzeug- klasse	Definition „sauberes Fahrzeug“		Beschaffungsquoten 1. Referenzzeitraum, 02.08.2021 bis 31.12.2025	Beschaffungsquoten 2. Referenzzeitraum, 01.01.2026 bis 31.12.2030
Pkw	50 g CO ₂ / km, 80% Luftschadstoffe (Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte nach RDE)	ab 2026: 0 g CO ₂ / km, k.A. zu Luftschadstoff- emissionen	38,5 %	
leichte Nfz (< 3,5 t zGM)	50 g CO ₂ / km, 80% Luftschadstoffe (Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte nach RDE)		38,5 %	
Lkw (> 3,5 t zGM)	Nutzung alternativer Kraftstoffe (lt. Art. 2 AFID bspw. Strom, Wasserstoff, Erdgas, synthetische Kraftstoffe**, Biokraftstoffe**)		10 %	15 %
Busse (> 5 t zGM)			45 % *	65 % *

Quelle: BMVI

* Die Hälfte der beschafften Busse muss emissionsfrei sein, d.h. weniger als 1 g CO₂/km ausstoßen, z.B. Elektro- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge.

** Alternative Kraftstoffe dürfen nicht mit konventionellen, fossilen Kraftstoffen gemischt werden.

3. Aktuelle Marktsituation

3.1 Leichte Nutzfahrzeuge (<= 3,5 Tonnen)

Bisherige Entwicklung

Während im PKW-Bereich bereits seit 2017 die zweite und ab 2019 bereits dritte Generation Elektroautos mit über 300km reale Reichweite angeboten wurde, gab es im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge auf dem europäischen und nordamerikanischen Markt bis auf bei Nissan/Renault und Maxus, kaum Nutzfahrzeuge, welche sich für mehr als den normalen Kurier-Paket-Express-Dienst (KEP-Dienst) mit einer Anforderungen von 100km Reichweite geeignet hätten.

Dass die Deutsche Post als einer der größten Kunden von Nutzfahrzeugen selbst für ein elektrisches Nutzfahrzeug sorgen musste, was zur Entstehung der Firma Streetscooter führte, ist eigentlich das Paradebeispiel dafür, dass die Autoindustrie in Bezug auf Elektroautos nicht der Nachfrage der KundInnen sondern nur den nötigen Vorgaben entspricht. Parallel gibt es Anbieter für den Umbau von Nutzfahrzeugen, die Fahrzeuge zu Konditionen anzubieten, welche nur in Kombination von Sonderförderungen einigermaßen wirtschaftlich waren. Dies liegt aber vor allem an den hohen Arbeitskosten, der Bereitstellung der Grundfahrzeuge, welche teilweise nur komplett gekauft werden konnten, bevor Sie umgebaut werden konnten und die Kosten für die Zulassung und Einzelabnahmen.

In Asien und hier primär in China, gibt es bereits seit 2016-2017, eine größere Anzahl an elektrischen Nutzfahrzeugen, welche zwar staatlich gefördert wurden, aber von Anfang an auch nicht nur für die KEP -Branche vorgesehen waren, sondern auch die Ansprüche von anderen Branchen erfüllten. Aus diesem Sammelsurium von Herstellern und Fahrzeugen, welche natürlich auch nicht alle den europäischen Bestimmungen entsprechen würden, haben sich einige Modelle entwickelt, welche bereits in Europa erhältlich sind, bzw. in Kürze verfügbar sein werden. Eines der Prominentesten Modell ist der Maxus EV80, welcher zur Markteinführung bis zu 20.000€ netto unter den Fahrzeugen anderer Hersteller lag und über eine reale Reichweite von über 150km verfügt.

Aktuelle Entwicklung und Markttendenz:

Langsam bewegt sich auch bei den deutschen Herstellern etwas in Richtung e-Mobilität.

1.1. Amazon Deutschland flottet im aktuellen Jahr 1200 Exemplare des e-Sprinter und 600 des kleineren e-Vito ein. Mercedes-Benz kündigte zudem an, der Klimaschutz-Initiative "The Climate Pledge" von Amazon beizutreten. Die **Initiative** hat es sich zum Ziel gesetzt, dazu beizutragen, die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens zehn Jahre früher als dort avisiert, also bereits 2040, zu erfüllen. Mit der großen Batterie-Version / 55 Kilowattstunden, die rund 600 Kilogramm wiegen, beträgt die Zuladung 891 Kilogramm, bei der kleineren Batterie (41 kWh) können 1.045 kg zu geladen werden.

Auch bei VW Nutzfahrzeuge spielt Elektromobilität zunehmend eine wichtige Rolle. Seit 2019 ist die e-Version des Crafter auf dem Markt. Die kombinierte Reichweite des auf 90 km/h abgeregelten e-Crafter gibt Volkswagen mit 115 Kilometern an gemäß WLTP. Im Stadtverkehr sollen es 159 Kilometer sein. Mit 40-kW-DC Schnellladung ist in 45 Minuten die Batterie wieder zu 80 Prozent geladen.

Aktuelle Situation

Heute ist das sofort verfügbare Angebot insbesondere an Serienfahrzeugen trotzdem immer noch sehr begrenzt. Einige Fahrzeuge sind zwar bestellbar, aber erst ab Mitte/Ende 2021 lieferbar, hier variieren die Aussagen der Hersteller.

Nach einer umfangreichen Recherche zu einer kurz- bzw. mittelfristigen Beschaffungsmöglichkeit (d.h. innerhalb der nächsten 6-9 Monate) ergibt sich folgendes Angebot.

Verfügbar sind der Mercedes Sprinter (siehe Amazon) der Fiat e-Ducato, der VW e-Crafter über Ihre Tochter ABT, und mit der größten Modellvielfalt der Renault e-Master.

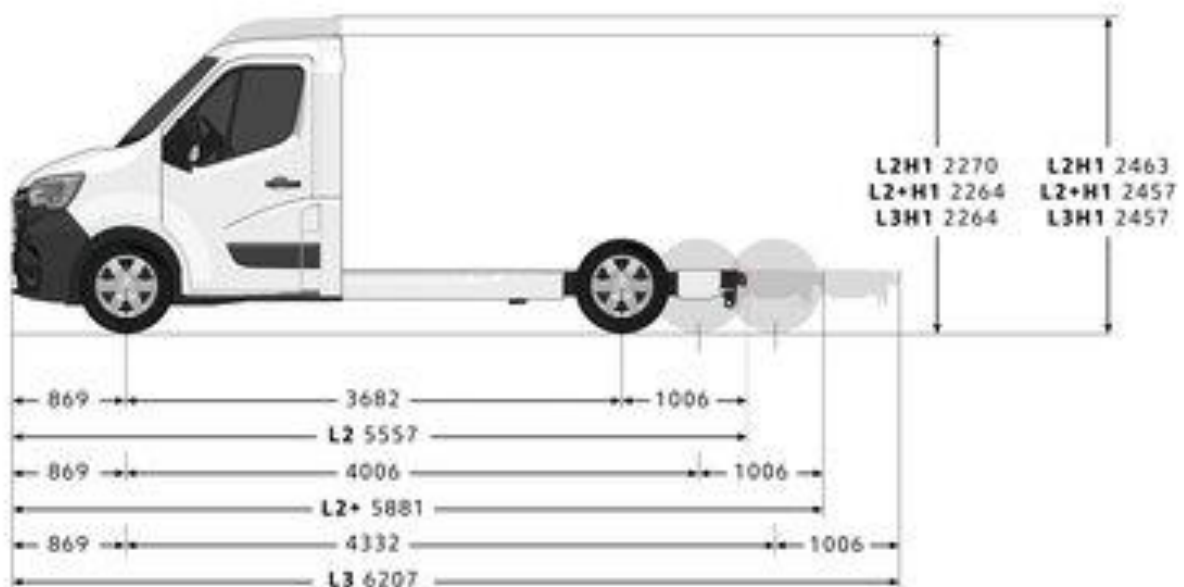
Die PSA Gruppe mit Peugeot e-Boxer und dem Citroen e-Jumper sind voraussichtlich auch erst ab Ende 2021 verfügbar.

Anfang dieses Jahres hatte die Deutsche Post DHL Group das „Aus“ für die hauseigenen Elektrofahrzeuge bekanntgegeben, nachdem keine Käufer oder Partner für das Tochter-Unternehmen gefunden werden konnten. Zum Jahresende sollte die Produktion deshalb auslaufen, im kommenden Jahr hätte man lediglich noch die

letzten bestellten Streetscooter ausgeliefert. Jetzt will der Konzern allerdings auch im Jahr 2021 die beiden Produktionsstandorte in Aachen und Düren mit insgesamt noch 300 verbliebenen Mitarbeitern unverändert fortführen. Die Produktion solle aber lediglich langsamer auslaufen, als zunächst vorgesehen – es handele sich nicht um eine Änderung der Strategie.

Zu berücksichtigen ist hier allerdings die zu Beginn der Markteinführung nahezu aller Modelle, noch fehlende Aufbau-Variante der beliebten „Pritsche“. Starten werden fast alle Hersteller mit den Modellen „Kasten und Kombi“ (Personentransporter).

Eine kleine Ausnahme bildet hier der Renault e-Master.



Dieser ist zumindest als Plattformgestell verfügbar.

Alternativen bieten sich ggf. durch asiatische Hersteller wie dem Maxus EV80. Der Maxus EV80 ist sofort und nahezu unbegrenzt lieferbar. MAXUS ist Teil der chinesischen Gruppe SAIC Motor, dem größten Automobilhersteller in China mit einem Marktanteil von 24%, in Europa aber noch nahezu unbekannt. Mit mehr als 7 Millionen verkauften Fahrzeugen im Jahr 2019 hat sich SAIC Motor zum siebtgrößten Automobilkonzern der Welt entwickelt.

Tabelle 2: Übersicht Fahrzeuge Leicht-Transporter (L6e/L7e)¹

Fahrzeugmodell	Reichweite	Ladevolumen	Zuladung
Addax MT10	80 km	bis 5 m ³	1.020 kg
ARI 458	150 km	bis 2,34 m ³	450 kg
Goupil G2	bis 100 km	verschieden	bis 567 kg
Pickman Cargo	120 km	1,87 m ³	550 kg
Sevic V500	105 km /220 km	5 m ³	565 kg
Tropos ABLE ST	80 km	bis 4,5 m ³	565 kg
Tropos ABLE XT1	105 km	bis 4,5 m ³	565 kg
Tropos ABLE XT2	260 km	bis 4,5 m ³	565 kg

⁽¹⁾ demnächst verfügbar

⁽²⁾ NEFZ

⁽³⁾ WLTP

Tabelle 3: Übersicht Fahrzeuge Transporter (N1/N2)²

Fahrzeugmodell	Reichweite	Ladevolumen	Zuladung
Alké ATX 310E	bis 72 km	variabel	1.510 kg
Alké ATX 320E	bis 72 km	variabel	1.510 kg
Alké ATX 330	bis 64 km	variabel	2.150 kg (E, ED) 2.510 kg (EH, EDH)
Alké ATX 340	bis 200 km	variabel	2.150 kg (E, ED) 2.510 kg (EH, EDH)
Addax MT15n	114 km	bis 5 m ³	1.910 kg
Citroën ë-Berlingo ⁽¹⁾	275 km ⁽³⁾	bis 4,4 m ³	2.020 kg (M) 2.390 kg (XL)
Citroën ë-Jumper ⁽¹⁾	200 km ⁽³⁾ 340 km ⁽³⁾	bis 17 m ³	4.000 kg
Citroën ë-Jumpy ⁽¹⁾	230 km ⁽³⁾	bis 6,6 m ³	2.865 kg
Citroën ë-Jumpy ⁽¹⁾	330 km ⁽³⁾	bis 6,6 m ³	3.015 kg
Fiat E-Ducato ⁽¹⁾	220 km ⁽²⁾	10 - 17 m ³	3.500 kg
Fiat E-Ducato ⁽¹⁾	330 km ⁽²⁾	10 - 17 m ³	4.250 kg
Goupil G4M / G4L	90 km ⁽³⁾ 120 km ⁽³⁾	variabel	2.100 kg
Goupil G6	153 km ⁽³⁾	variabel	3.800 kg
Iveco Daily Electric	bis 280 km ⁽²⁾	bis 19,6 m ³	5.600 kg
MAN eTGE	115 km ⁽³⁾	10,7 m ³	5.500 kg
Maxus eDELIVER 3	bis 158 km	bis 6,3 m ³	bis 2.550 kg
Maxus eDELIVER 3	bis 240 km	bis 6,3 m ³	bis 2.630 kg
Maxus eDELIVER 9 ⁽¹⁾	bis 296 km	bis 12,95 m ³	bis 1.350 kg
Maxus EV80	152 km ⁽³⁾	11,6 m ³	3.500 kg
Mercedes eSprinter	120 km ⁽³⁾	10,5 m ³	3.500 kg
	168 km ⁽³⁾	10,5 m ³	3.500 kg

¹ Quelle: <https://www.elektromobilitaet.nrw/unser-service/marktuebersicht-e-fahrzeuge/> Stand 08/2021

² Quelle: <https://www.elektromobilitaet.nrw/unser-service/marktuebersicht-e-fahrzeuge/> Stand 08/2021

- Mercedes e-Vito
- Peugeot e-Expert
- Opel e-Vivaro
- Opel e-Zafira
- Citroen e-Jumpy

3.2 Schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 Tonnen):

Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge über 3,5 Tonnen besteht, im Bereich Elektromobilität aktuell ein langsam wachsendes Angebot seitens der Fahrzeughersteller (OEM). Hier wird allerdings immer noch eher im Kleinserienbereich gefertigt. Hauptfokus ist derzeit immer noch der Gasantrieb mit CNG³ bzw. LNG⁴. Sofern Fahrzeuge mit Elektroantrieb insbesondere im Sonderfahrzeugbereich angeboten werden, handelt es sich zumeist um Einzelumbauten von Spezialunternehmen für Pilotversuche. Die traditionellen OEM beginnen aktuell mittleren und größeren Fahrzeuge aufzusetzen, die im Speditionsbetrieb laufen, also dem klassischen Verteilerverkehr. Neben der Verfügbarkeit der Fahrzeuge stellt sich zudem noch das Werkstattproblem, da es noch kaum Werkstätten gibt, die auch größere Fahrzeuge abwickeln können.

Iveco hat kein Angebot im Bereich Elektromobilität und hat sich aktuell vom Kastenwagen bis zum 40 Tonner auf CNG und LNG fokussiert.

Daimler hat den batterieelektrischen Niederflur-LKW e-Econic im kommunalen Einsatz. Im Laufe des Jahres 2021 soll mit einer Kundenerprobung im Bereich oberhalb von 7,5 t begonnen werden. Unterhalb des Segments im Verteilerverkehr als Kasten und Transporter, befindet sich seit Anfang dieses Jahres der e-Actros in der zweiten Testphase. Eine Sattelzugmaschine soll ab Anfang 2024 Speditionen angeboten werden.

³ Ein Erdgasfahrzeug, auch Erdgasauto, Natural Gas Vehicle (NGV) oder CNG Vehicle (Compressed Natural Gas Vehicle) genannt, ist ein Fahrzeug, das mit Erdgas, Biogas oder Power-to-Gas als Kraftstoff betrieben wird. Die Motoren dieser Fahrzeuge arbeiten meist nach dem Otto- oder Dieselfahren. Erdgasfahrzeuge zählen zu Fahrzeugen, die eine alternative Antriebstechnik haben. (Quelle: Wikipedia)

⁴ Als Flüssigerdgas (Abkürzung LNG für [Englisch](#) Liquefied Natural Gas oder GNL für [französisch](#) gaz naturel liquéfié) wird durch Abkühlung auf -161 bis -164 °C (112 bis 109 K) verflüssigtes aufbereitetes [Erdgas](#) bezeichnet. LNG weist nur etwa ein Sechshundertstel des [Volumens](#) von gasförmigem Erdgas auf. Flüssigerdgas ist zu unterscheiden von [Flüssiggas](#) (liquified petroleum gas, LPG oder natural Gas liquids, NGL) sowie [flüssigem Biomethan](#) (liquified biomethane, LBM).

Besonders zu [Transport-](#) und [Lagerungszwecken](#) hat LNG/GNL große Vorteile. Technisch verliert das Erdgas dadurch seine Eigenschaft der Leitungsgebundenheit und kann somit als spezielles [Flüssiggut](#) in besonderen Transportbehältern, idealerweise geeignete ausgeführte [Dewargefäßen](#), auf der [Straße](#), der [Schiene](#) und auf dem [Wasser](#) transportiert werden. Bislang spielte diese Art der Beförderung nur eine untergeordnete Rolle, da insbesondere der Energiebedarf für die aufwändige Verflüssigung bei etwa 10 bis 25 Prozent des Energieinhaltes des Gases liegt. Die Transportwirtschaftlichkeitsgrenze von verflüssigtem Erdgas liegt bei etwa 2500 Kilometern, darunter ist der Transport per Erdgas-[Pipeline](#) als verdichtetes Erdgas ([CNG, Compressed Natural Gas](#)) energetisch wirtschaftlicher. (Quelle: Wikipedia)

MAN hat den e-TGM, mit ca.190 KM Reichweite, im Verteilerverkehr mit Kastenaufbau oder als Containerbasis Fahrgestell in Österreich mit 9 Fahrzeugen in Serienerprobung.

Bei Scania steht die Einführung eines ersten LKWs bei der Firma COOP in Dänemark für 2021 an. Dies ist der erste Schritt, einen kompletten LKW auf Batteriebasis auszuliefern, er wiegt knapp 20t. Das ist ebenfalls ein Fahrzeug im Verteilerverkehr also Kastenaufbau. Die Reichweite soll bei ca. 140 Kilometern liegen.

Beispiel schwere Kommunalfahrzeuge

Mit dem Volvo FE Electric wurde das erste vollelektrische Serienfahrzeug in der Stadt München übergeben. Es soll zu der Verbesserung der Luftreinheit und Reduzierung des Verkehrslärms beitragen. Der Volvo FE Electric mit Abrollkipper für den Abfallwirtschaftsbetrieb München (AWM) ist in Bayern der erste vollelektrische LKW, der die Abfallentsorgung unterstützt und der erste seiner Art in ganz Deutschland.



Abbildung 1: Erster Volvo FE Electric für München

Der kommunale Entsorgungsbetrieb AWM (Abfallwirtschaftsbetrieb München) setzt den vollelektrischen Abrollkipper Volvo FE Electric im Stadtgebiet für die

Containerlogistik der Wertstoffhöfe ein. Durch den flexiblen Aufbau kann der e-Truck verschiedene Container aufnehmen – je nach Bedarf. Für diesen speziellen Einsatz hat das Fahrzeug eine Reichweite von ca. 120 Kilometern. Damit ist der 27-Tonner sicher und unabhängig im gesamten Gebiet der Landeshauptstadt München unterwegs. Vier Lithium-Ionen-Batterien mit je 50 kWh sorgen für die nötige Energie. Der E-LKW kann auf unterschiedliche Weise geladen werden. Entweder über einen AC-Ladevorgang mit bis zu 22 kW oder, wenn es schnell gehen soll, im DC-Ladevorgang mit bis zu 150 kW. Dann ist die Batterie in ca. einer Stunde wieder vollgeladen. Das Laden der elektrischen LKW erfolgt entweder am Stromnetz oder an Schnellladestationen. Die Batteriekapazität kann bei den Serien E-LKW von Volvo je nach Bedarf angepasst werden. Dabei sind Reichweiten von bis zu 300 Kilometern möglich.

Weitere Beispiele:

<https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/praxis/fahrzeugdatenbank/>

Up-Cycling

Eine für den kommunalen Einsatz mögliche Alternative konnte bisher auch ein Up-Cycling darstellen. Hier bietet Fahrzeugbau Paul. Dieser hat sich auf den Umbau, speziell von alten kommunalen Mercedes Benz Vario spezialisiert. Es werden ebenfalls im Innenraum viele Originalteile erneuert (Sitze, Lenkrad und Armaturen) um ein Gefühl von „Neu“ zu gewährleisten. Aufgrund seiner Robustheit und technischen Voraussetzungen ist der MB Vario auch nach seinem offiziellen Produktionsende eine der gebräuchlichsten Plattformen für Nutz- und Spezialfahrzeuge von Kommunen, Polizei und Bundeswehr. Die hohe Nutzlast und ausgeprägte Zuverlässigkeit sowie das großzügige Fahrerhaus dienen als Basis für Umbauten. Die Haltedauer bei den oft nur saisonal eingesetzten Spezialfahrzeugen ist traditionell lang – und ein ab Werk elektrisch angetriebener Nachfolger des MB Vario ist nicht in Sicht. Daneben bieten sich kommunale Fahrzeuge für die Elektrifizierung aufgrund ihrer Fahrprofile ideal an. Viele der Fahrzeuge fahren weniger als 100 km an Tag und werden jeden Abend auf demselben Betriebshof geladen. Durch die elektrische Umrüstung können diese Spezialfahrzeuge über viele weitere Jahre im Einsatz bleiben.

Weitere Informationen zu diesem Vorhaben finden Sie hier:

[Diesel raus - E-Achse rein - Paul Nutzfahrzeuge \(paul-nutzfahrzeuge.de\)](http://paul-nutzfahrzeuge.de)

3.3 Klein-Kehrmaschinen und Sondermaschinen

Besonders bei Arbeiten in sensiblen innerstädtischen Bereichen stellen Feinstaub, Lärm und Abgase ein immer größer werdendes Problem dar. Kein Wunder also, dass in Kommunen, aber auch im Galabau und der Industrie der Einsatz von Elektrofahrzeugen an Bedeutung gewinnt.

Dank des Elektroantriebs sparen sich Anwender nicht nur über 90 Prozent bei den Treibstoffkosten ein. Auch die Wartungskosten verringern sich um über 70 Prozent.

Bei den möglichen Klein-Kehrmaschinen und Sondermaschinen ist die Auswahl inzwischen recht groß. Verfügbar für den zeitnahen kommunalen Einsatz sind zum Beispiel die beiden folgenden Hersteller.

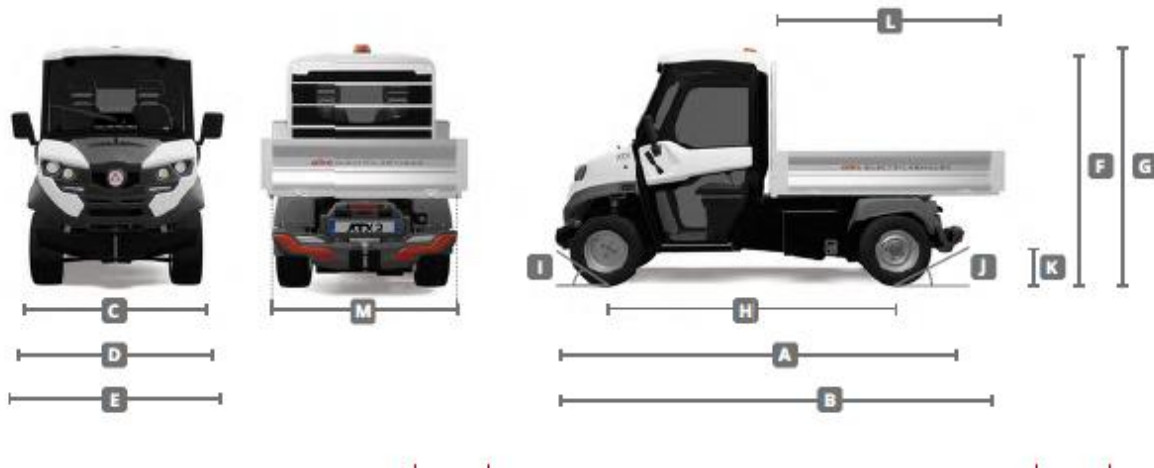


Abbildung 2: Beispiel kleines Sonderfahrzeug ALKÉ ATX 340E

Dieses Fahrzeug ist mit einer Vielzahl an Aufbauten verfügbar. Darunter eine Ladepritsche, ein fester Kofferaufbau, einen Planenaufbau und eine Version mit Kran. Zusatzausstattung sind unter anderem ein Bewässerungsmodul, eine Salzstreuunganlage und Abfalltransportwannen. Eine Version mit Wasserspritzdüse und

Müllsammelaufbau inkl. Saugturbine ist ebenfalls erhältlich. Auch Anhängerkupplungen und Anhänger sind lieferbar. Dazu gibt es die Möglichkeit eine Vorrichtung für den Einsatz auf Schienen einzubauen, oder den Aufbau gänzlich individuell zu planen. Für den Offroad-Bereich gibt es ebenfalls spezielle Ausführungen,



Abbildung 3: Varianten ALKÉ ATX 340E



Abbildung 4: Beispiel eSwingo 200+

Die e Swingo 200+ spart laut Herstellerangaben bis zu 70% der Wartungskosten im Vergleich zur Dieselsonversion der Kehrmaschine. Bei der Reinigung von Fahrradwegen, Fußgängerzonen und Parkhäusern bietet sie durch den Elektroantrieb ein lärm- und feinstaubarme Reinigungsleistung. Die maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Betriebsdauer mit einer Batterieladung (75 kWh) liegt bei 10 Stunden, das Aufladen dauert 4 Stunden mit dem Onboard-Ladegerät bei einer Batterie Lebensdauer von mindestens 5000 Ladezyklen. Nicht nur der Fahrtrieb, auch die anderen Funktionen der Maschine sind elektrisch angetrieben, darunter der Gebläseantrieb, der Antrieb der Hydraulikpumpe und die Klimatisierung der Fahrerkabine. Der modulare Aufbau ermöglicht eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Einsatzzwecke. Es sind 2- und 3-Besensysteme lieferbar, zudem Saug- und Wassersysteme. Weitere Ausstattungsoptionen sind: Koanda-Umluftsystem, Rückfahrkamera und Saugschachtkamera, Wildkrautbesen, Handsaugschlauch, Hochdruckreiniger, Automatische Zentralschmieranlage, Auto-Drive (Fahrhebel-Bedienung)

Folgende Modelle sind ebenfalls sofort verfügbar. Um hier einen Tausch in Richtung Elektromobilität zu generieren ist eine detaillierte Analyse der jeweiligen geplanten Einsatzzwecke jedoch unbedingt erforderlich.



Abbildung 5: Beispiel Green Machines 500ze

Diese Saugkehrmaschine (Abb. 5) kann mit einem Doppelbatteriesystem (Lithium) ausgestattet werden, was die maximale Arbeitsdauer von 7 auf 11 Stunden im Vergleich zum Einfachbatteriesystem erhöht. Der Elektromotor leistet 15 kW. Die maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt 25 km/h, während des Kehrens sind maximal 12 km/h möglich. Der Kehrgutbehälter hat ein Fassungsvermögen von einem Kubikmeter. Die Kehrmaschine kann mit folgenden Zusatzeinbauten weiter ausgestattet werden: Klimaanlage, Rückfahrkamera mit Farbbildschirm, Hochdruckreiniger, Zentralschmierung, flexibler Schlauch, Radio/CD-Spieler.



Abbildung 6: Beispiel Tenax Electra 1.0

Die kompakte Electra verfügt über einen 360 l großen, austauschbaren Kehrgutbehälter und eignet sich daher für die Reinigung von Stadtzentren, Fußgängerzonen, Radwegen sowie generell für Innen- und Außenbereiche kleiner und mittlerer Größe. Die maximale Betriebsdauer am Stück liegt bei 9-10 Stunden, die Kehrmaschine ist mit AGM oder Bleisäurebatterien und einem 48 Volt Bordnetz ausgestattet. Ein- und dreiphasiges Laden ist möglich, die Ladedauer variiert je nach gewählter Batteriegröße und Ladetechnik. Zudem ist ein Energierückgewinnungssystem eingebaut, das im Schub- und Bremsbetrieb Energie zurückgewinnt und so die Betriebsdauer verlängern kann. Der Wassertank fasst 100 l. Die Höchstgeschwindigkeit liegt bei 17 km/h.



Abbildung 7: Beispiel Bucher municipal CityCat V20e

Die CityCat ist mit einem anwendungsspezifischen 63-kWh Batteriepaket mit einer Kapazität für eine volle 8-Stunden-Schicht ausgestattet. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Die Nutzlast beträgt 2,1t, der Kehrgutbehälter fasst 2 Kubikmeter Material. Der Wassertank kann 425 l Wasser aufnehmen. Die Knicklenkung ermöglicht gute Manövrierbarkeit auch in engen Innenstadtbereichen.



Abbildung 8: Beispiel Dulevo D.Zero

Die Dulevo D.Zero-Straßenkehrmaschine mit Mittelgelenk hat kompakte Ausmaße und ist durch das Mittelgelenk sehr manövrierfähig. Daher eignet sie sich für den Einsatz in Stadtzentren, auf Grünflächen und auf stark bevölkerten Plätzen, da sie auch kleine und enge Stellen erreicht. Die vollelektrische Maschine verfügt über Niederspannungstechnik, um größtmögliche Sicherheit im Betrieb zu gewährleisten. Der Wasserbehälter hat ein Fassungsvermögen von 220 l, der Kehrgutbehälter fasst 2,1 Kubikmeter Material. Eine Batterieladung ermöglicht den Betrieb über eine gesamte Arbeitsschicht, die Stundenkehrleistung liegt bei 25.200 Quadratmetern.



Abbildung 9: Beispiel Glutton Zen

Die elektrische Glutton Zen nutzt Lithium-Eisenphosphat-Batterien mit 80 Volt Spannung. Eine Batterieladung ermöglicht pausenloses Arbeiten für die Dauer von 8 Stunden. Mit einer Breite von nur 1,2 Metern eignet sie sich für die Abfallbeseitigung in Fußgängerzonen, entlang von Promenaden oder in Tiefgaragen. Es können 140 l Wasser mitgeführt werden und der Kehrgutbehälter fasst 1000 l. Die rundum verglaste Fahrerkabine stellt gute Übersichtlichkeit sicher. Die Kehrmaschine ist mit einem Filtersystem ausgestattet, das eine Filterfläche von 32 m² abdeckt und dabei 99,9 % aller Staubpartikel über 0,5 µm abfängt. Die maximale Fahrgeschwindigkeit liegt bei 25 km/h.



Abbildung 10: Beispielk Borschung Urban Sweeper S 2.0

Der Urban Sweeper S 2.0 kann mit einer Batterieladung 10 Stunden am Stück eingesetzt werden. Das Aufladen am Standard-Ladegerät dauert 8 Stunden (4,8 kW AC), mit dem verfügbaren Supercharger wird die Ladezeit auf 100 Minuten (23,1 kW DC) reduziert. Die 54,4 kWh Lithium-Ionen-Batterie ist direkt unter dem Schmutzbehälter montiert und versorgt den Antriebsstrang mit seinen 2 vollelektrischen Fahrtriebmotoren, 2 vollelektrischen Besenmotoren und der vollelektrischen Turbine mit Strom. Weitere Ausstattung ist in Form verschiedener Besen verfügbar. Der Elektromotor leistet 40 kW und verfügt über ein Energierückgewinnungssystem. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 18 km/h, die maximale Fahrgeschwindigkeit liegt bei 40 km/h. Der Kehrgutbehälter fasst 2 Kubikmeter Material.



Abbildung 11: Beispiel Ravo Fayat 5 eSeries

Die Ravo 5 eSeries verfügt über einen Lithium-Eisenphosphat-Akku mit 100 kWh Kapazität. Die Ladezeit beträgt bei 22 kW mit dem Typ 2 Stecker 4,5 Stunden, optional wird ein Schnellladesystem mit 50 kW angeboten, dadurch sinkt die Ladezeit auf 2 Stunden (CCS). Der Elektromotor leistet im Normalbetrieb 765 Nm und 70 kW, die Spitzenleistung liegt bei 150 kW. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 40 km/h. Der Wassertank fasst 600 l, der Kehrgutbehälter hat ein Fassungsvermögen von 5 Kubikmetern.

Tabelle 4: Übersicht Kleinkehrmaschinen (1)

Elektromobilität Stadtreinigung

► Kehrmaschinen



	Dulevo D.Zero	Greenmachines 500ze	Glutton Zen	Tenax Electra 2.0 Neo
Preis	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Batteriekap.	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Verbrauch	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Betriebsdauer	unbekannt	7-11h	unbekannt	9-10h
Reichweite	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Kehrleistung	25.200 qm/h	unbekannt	unbekannt	unbekannt
V Max	25 km/h	25 km/h	unbekannt	25 km/h
Spezialausst.	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Wassertank	1500l	unbekannt	unbekannt	400l



Tabelle 5: Übersicht Kleinkehrmaschinen (2)

Elektromobilität Stadtreinigung

► Kehrmaschinen



	Borschung Urban Sweeper	CityCat VS20e	Aebi Schmidt eSwingo 200+	Ravo Fayat 5 eSeries
Preis	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Batteriekap.	54,4 kWh	63 kWh	75 kWh	100 kWh
Verbrauch	4,17 kWh	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Betriebsdauer	2-10h	unbekannt	bis 10h	8h
Reichweite	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Kehrleistung	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
V Max	40 km/h	unbekannt	25-50 km/h	40 km/h
Spezialausst.	3D Bürste	unbekannt	versch. Bürsten	Ja
Wassertank	unbekannt	425l	200l	600l



Die beiden Übersichten (Abb. 47 u. 48) zeigen eine Auswahl des derzeitigen Angebots an Kehrmaschinen auf dem Markt. Einige vergleichbare Kennzahlen geben Auskunft über Unterschiede zwischen den Modellen. Durch die unterschiedliche

Gewichtung der Hersteller bei Konstruktion und Ausstattung sind vollständige Datensätze selten.

Fazit e-Kehrmaschinen und e-Transporter

Bei den oben genannten e-Kehrmaschinen und e-Transportern werden Fahrtrieb als auch die Beseneinheit vollelektrisch angetrieben.

Mit einer Akku - Kapazität von 40 bis 60 kWh sind Arbeitseinsätze von 8 bis zu 10 Stunden möglich, ohne aufzuladen. Einige Modelle werden bereits mit Schnellladesystemen angeboten, sodass ein Ladevorgang in 2-4 Stunden erfolgen kann.

Aufgrund der sehr geringen Lärmemissionen von c. 90 dB(A) (2000/14/EG) ist ein Betrieb rund um die Uhr möglich, ohne die öffentliche Ruhe zu stören. Hinzu kommt, dass es keine lokalen CO₂-Emissionen und keine gesundheitsschädlichen Abgase vor Ort gibt. Die Saugsysteme und die Wasserbenetzung sorgen für die Unterbindung von (Fein-)staubentwicklung.

Damit sind alle oben beschriebenen elektrischen Kleinkehrmaschinen und Transporter geeignet für den Einsatz in Stadtzentren, Fußgängerzonen, historischen Altstädten, Märkten und Plätzen. Die Akkugrößen sind so ausgelegt, dass die Kehrmaschinen zwischen 8 und 10 Stunden am Stück ohne Ladepause arbeiten können.

Die Verfügbarkeit der beschriebenen kleinen Nutzfahrzeuge ist gut und auf die besonderen innerstädtischen Einsatzgebiete abgestimmt. Durch die in diesem Fall vorliegenden langjährigen Erfahrungen der Hersteller ist der Einsatz der Fahrzeuge auch aus Kostensicht kalkulierbar. Die Kleinkehrmaschinen werden individuell nach Kundenwunsch abgefertigt und sind je nach Einsatzzweck und Hersteller mit vielen Spezialanbauten und Zusatzgeräten anpassbar (z.B. verschiedene Bürsten, Räumschild).

Die Umweltauswirkungen von Strassenreinigungsfahrzeugen waren noch nie ein wichtigeres Thema für Städte und Gemeinden. Das Massnahmenpaket der Europäischen Kommission zur Luftreinhaltung zielt darauf ab, die Luftverschmutzung bis 2030 erheblich zu reduzieren. Der Einsatz von elektrischen Kleinkehrmaschinen

im städtischen Raum kann dieses Ziel unterstützen und einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Auch die Wohn- und Aufenthaltsqualität der Bürgerinnen und Bürger kann durch leise und emissionsarme Fahrzeuge und schließlich eine saubere Stadt gesteigert werden.

4. Fördermöglichkeiten

Aktuelle Förderprogramme zur Unterstützung bei der Anschaffung von Nutzfahrzeugen der EG-Fahrzeugklassen von N1, N2 und N3 und der dazugehörigen Ladeinfrastruktur.

Antragsfrist:

Aktueller Calls: 27.09.2021

Nächste Calls:

- Q1 2022
- Q3 2022
- Q1 2023

Fördergegenstand

Gefördert wird die Anschaffung von Nutz- und Sonderfahrzeugen mit batterie- oder brennstoffzellenelektrischem Antrieb gemäß § 2 Nummer 2 und 4 EMOG der EG-Fahrzeugklassen N1, N2 und N3 gemäß der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates. Außerdem wird die Anschaffung der von außen aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen (Plug-In-Hybrid) und Oberleitungs-Verbrenner-Hybridfahrzeugen gemäß § 2 Nummer 3 EMOG der EG-Fahrzeugklasse N3 gefördert. Die Anschaffung von umgerüsteten Diesel-Fahrzeugen der EG-Fahrzeugklassen N2 und N3 mit Elektroantrieb im Sinne des § 2 Nummer 2 und 4 EMOG ist ebenfalls förderfähig. Nähere Informationen zur Förderung der Umrüstung sind dem „Merkblatt zur Umrüstung“ zu entnehmen. Darüber hinaus ist die für den Betrieb der beantragten Nutzfahrzeuge notwendige Tank- und Ladeinfrastruktur förderfähig. Bitte beachten Sie, dass aufgrund eines Notifizierungsvorbehalts der Europäischen Kommission gemäß Nummer 1.2 der Richtlinie KsNI derzeit keine Antragstellung für die Förderung von Tankinfrastruktur für Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw nach § 2 Nummer 4 des EMOG gemäß Nummer 2.7.2. der Richtlinie KsNI im Rahmen des ersten Förderaufrufs vorgesehen ist. Die Förderung der Beschaffung von Tankinfrastruktur wird vorbehaltlich der Genehmigung durch die Europäische Kommission voraussichtlich im Rahmen künftiger Förderaufrufe möglich sein. Der maximale Zuwendungshöchstbetrag für die Fördergegenstände

Nutzfahrzeuge und Tank- und Ladeinfrastruktur beträgt je Antragsteller/in, Fördergegenstand und Kalenderjahr jeweils 15 Millionen Euro (Netto). Es bestehen Obergrenzen hinsichtlich der maximal förderfähigen Investitionsmehrausgaben (sogenannte Kappungsgrenzen).

Tabelle 6: Übersicht Fördersummen

EG-Fahrzeugklasse und -zGG	Kappungsgrenzen je Antriebstechnologie für Neufahrzeuge				Kappungsgrenzen je Antriebstechnologie für umgerüstete Diesel-Fahrzeuge (Umrüstung)	
	Batterie*	Brennstoffzelle**	Oberleitungs-Verbrenner-Hybrid***	Plug-In-Hybrid	Batterie (Umrüstung)	Brennstoffzelle (Umrüstung)
N1 ≤ 3,5 t	25.000 Euro	90.000 Euro	-	-	-	-
N2 > 3,5 t bis 12 t						
bis 7,5t	100.000 Euro	200.000 Euro	-	-	90.000 Euro	190.000 Euro
bis 12t	200.000 Euro	300.000 Euro	-	-	190.000 Euro	290.000 Euro
N3 > 12 t						
< 20 t	350.000 Euro	450.000 Euro	120.000 Euro	100.000 Euro	330.000 Euro	430.000 Euro
20 bis 30 t	400.000 Euro	500.000 Euro	170.000 Euro	150.000 Euro	380.000 Euro	480.000 Euro
> 30 t	450.000 Euro	550.000 Euro	220.000 Euro	200.000 Euro	420.000 Euro	520.000 Euro

*gilt für reine Batterieelektrofahrzeuge und Oberleitungs-Batterieelektrofahrzeuge (OL-Batterie) gemäß § 2 Nummer 2 EMOG

**gilt für reine Brennstoffzellenfahrzeuge und Oberleitungs-Brennstoffzellenfahrzeuge (OL-Brennstoffzelle) gemäß § 2 Nummer 4 EMOG

*** gilt nur für Oberleitungs-Verbrenner-Hybridfahrzeuge (OL-Verbrenner) gemäß § 2 Nummer 3 EMOG,

Hybridisierung mit Batterie beziehungsweise Brennstoffzelle gilt als reines Batterieelektro- beziehungsweise Brennstoffzellenfahrzeug

Weitere Informationen:

<https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/foerderung/>

5. Bewertung für den Fuhrpark der Stadt Saarbrücken

Im Rahmen der Analyse wurden 59 Fahrzeuge des Fuhrparks der Stadtreinigung betrachtet, davon 33 Fahrzeuge in der Klasse leichte Nutzfahrzeuge ($\leq 3,5$ Tonnen), 19 schwere Nutzfahrzeuge ($> 3,5$ Tonnen) und 7 Klein-Kehrmaschinen.

Leichte Nutzfahrzeuge ($\leq 3,5$ Tonnen)

Bis auf einen Pkw besteht der Fuhrpark in diesem Segment ausschließlich aus Fahrzeugen, die der Transporterklasse zugeordnet werden können. Über die Hälfte der Fahrzeuge verfügen über Sonderumbauten wie Kipper, Pritsche oder Plane/Spiegel

Tabelle 7: Fuhrparkzusammenstellung Fahrzeuge $< 3,5 t$

Fahrzeugart	Zahl
PKW	1
Leichtmüllverdichter	1
Kleinbus	2
Kastenwagen	7
LKW	1
Pickup	3
Kipper	16
Pritsche	1
Plane/Spiegel	1

Die Altersstruktur zeigt, dass der Fuhrpark relativ jung ist. Rund 40% der Fahrzeuge sind maximal fünf Jahre alt.

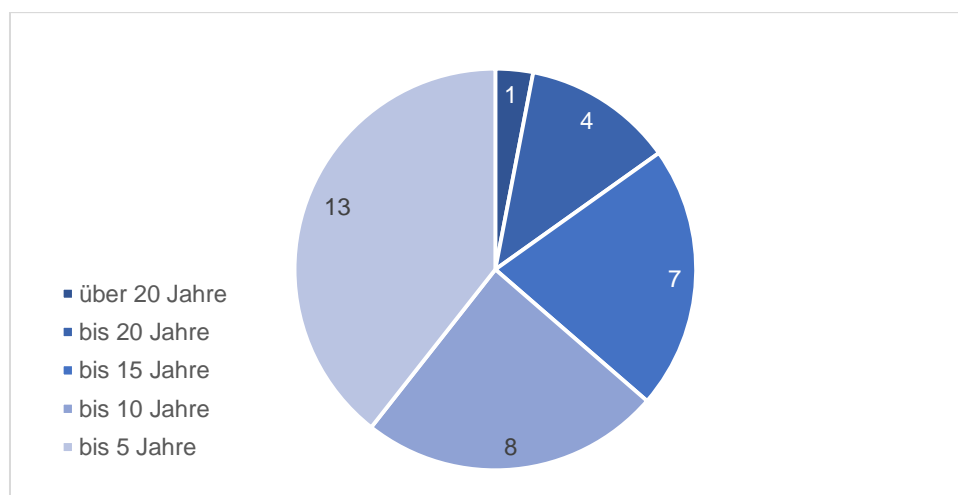


Abbildung 12: Altersstruktur Fahrzeuge $< 3,5 t$

In Bezug auf das Nutzungsprofil fährt kein Fahrzeug mehr als 100 km pro Tag, i.d.R. liegt die Tagesfahrleistung im Bereich von 40 bis 70 km. Die Tagesfahrleistung aller eingesetzten Fahrzeuge sollte grundsätzlich mit den Elektrofahrzeugen abgedeckt werden.

In diesem Segment kann eine Umstellung auf Elektromobilität in Teilen erfolgen. Für Transporter mit einfachem Kasten besteht heute ein akzeptables Angebot, wobei die Verfügbarkeit im Handel immer noch sehr instabil ist. Bei den Fahrzeugen mit weiteren Aufbauten/Ausführungen gibt es bisher nur Sonderumbauten und Kleinserien, die aber i.d.R. deutlich schwerer verfügbar sind. Aufgrund des sehr hohen Nachfragedruck kann hier aber in den kommenden Jahren eine zügige Ausweitung des Angebots erwartet werden.

Insbesondere bei Fahrzeugen mit einem Alter über 8 Jahren sollte spätestens bei höheren Kosten für die Instandhaltung/-setzung die Umstellung auf Elektrofahrzeuge erfolgen, sofern ein geeignetes Elektrofahrzeug verfügbar ist. Da die Fahrzeuge bereits in Serie verfügbar sind und insbesondere in der Güterlogistik (Paket und Lieferdienste) intensiv genutzt werden, sollte hier ein Umstellung grundsätzlich ohne weiteren Testphasen möglich sein.

Für jedes Fahrzeug sollte ein eigener Ladepunkt eingerichtet werden. Die Fahrzeuge können alle über Nacht vollständig geladen werden. Aufgrund der geringen Tagesfahrleistung und der langen Ladephasen in der Nacht kann grundsätzlich eine geringe Leistung für Wechselstrom (3,7 bis 7,4 kW) je Ladepunkt angesetzt werden.

Schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 Tonnen)

In diesem Segment zeigt sich eine deutliche Dominanz von Kehrmaschinen und Fahrzeugen mit Sonderaufbauten oder Ausführungen.

Tabelle 8: Fuhrparkzusammenstellung Fahrzeuge > 3,5 t

Fahrzeugart	Zahl
Kehrmaschine	13
LKW	3
Lkw/Kaugummientferner	1
LKW/Waschwagen	1
Straßenwaschwagen	1

Auch hier zeigt Altersstruktur, dass der Fuhrpark relativ jung ist. Über 40% der Fahrzeuge sind maximal fünf Jahre, weiter 26% bis maximal 10 Jahre alt.

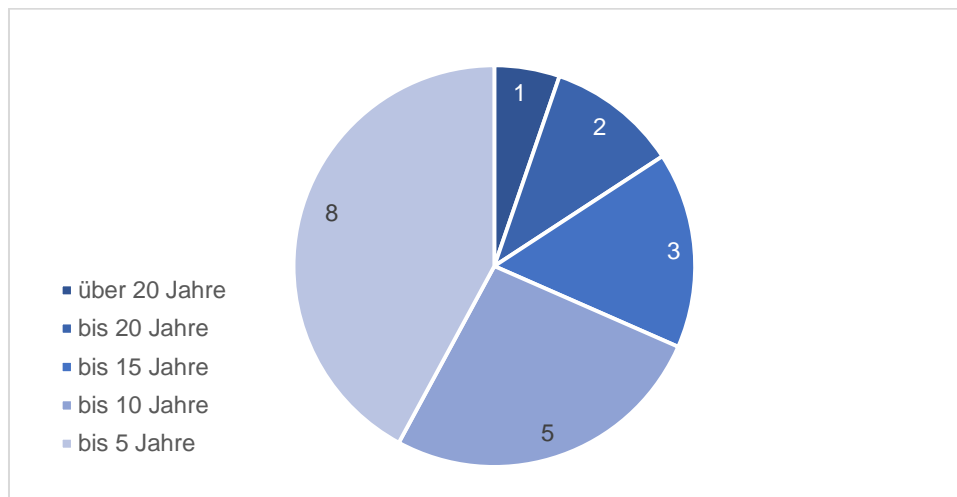


Abbildung 13: Altersstruktur Fahrzeuge > 3,5 t

In Bezug auf das Nutzungsprofil fährt auch hier kein Fahrzeug mehr als 100 km pro Tag, i.d.R. liegt die Tagesfahrleistung ebenfalls im Bereich von 40 bis 70 km. Somit sollte die Tagesfahrleistung aller eingesetzten Fahrzeuge grundsätzlich mit den Elektrofahrzeugen abgedeckt werden können.

Da in diesem Segment zum einen die durchschnittliche Haltedauer für Fahrzeuge i.d.R. über 10 Jahre liegt und zum anderen kein oder ein nur sehr eingeschränktes Marktangebot besteht, wird das aktuelle Potenzial zur Umstellung auf Elektromobilität als sehr gering angesehen.

In Bezug auf die Gesamtumweltbilanz wird es als kritisch bewertet, dass die aktuellen Neufahrzeuge bei Kehrmaschinen und anderen Fahrzeugen mit Sonderaufbauten oder Ausführungen, oftmals auf bestehen Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb aufbauen. Bei diesen Fahrzeugen wird ein neuwertiger konventioneller Antrieb ausgebaut und gegen einen elektrischen Antrieb ausgetauscht, sodass ein erheblicher „CO₂-Rucksack“ aus der Produktion entsteht. Als sinnvollerer Methode zur Umstellung wird hier die Methode des Up-Cyclings von bereits im Fuhrpark vorhandenen Fahrzeuge angesehen.

Für jedes Fahrzeug sollte ein eigener Ladepunkt eingerichtet werden. Die Fahrzeuge können alle über Nacht vollständig geladen werden. Aufgrund der hohen Verbräuche sollten hier höhere Leistungen je Ladepunkt und Laden mit Gleichstrom genutzt werden.

Klein-Kehrmaschinen

Im Bereich der Kleinkehrmaschinen gibt es heute ein erstes gutes Marktangebot. Hier hat ZKE auch bereits weiterreichende eigene Erfahrungen im Rahmen von Vorführungen und Praxistests gesammelt.

Diese ersten Tests zeigen, dass ein Umstellung in diesem Segment nur im Rahmen von individuelle Praxistests erfolgen kann. Hier spielen Ausführung des Geräts (z.B. Zahl der Kehrgeräte), Fahrstrecke und insbesondere das Streckenprofil eine entscheidende Rolle.