

# Entwicklung eines Stufenplanes zur Umwandlung der Fahrzeugflotte der Stadtverwaltung Bremerhaven auf alternativen Antrieb

**Erstellt im Auftrag der Stadt Bremerhaven durch die EcoLibro GmbH:**

Volker Gillessen, Seniorberater

André Jahnel, Projektmanager

Juni 2022

---

## I. Impressum

**Titel:** Entwicklung eines Stufenplanes zur Umwandlung der Fahrzeugflotte der Stadtverwaltung Bremerhaven auf alternativen Antrieb

**Auftraggeberin:** Bremerhaven Stadt  
27576 Bremerhaven

**Auftragnehmer:** EcoLibro GmbH  
Lindlaustraße 2c  
53842 Troisdorf  
Tel.: 02241 26599 0  
E-Mail: [volker.gillessen@ecolibro.de](mailto:volker.gillessen@ecolibro.de)

---

## II. Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>MANAGEMENT SUMMARY</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
2.1	Ausgangssituation	6
2.2	Zielsetzung des Elektromobilitätskonzepts	7
<b>3</b>	<b>ANALYSEPHASE</b>	<b>8</b>
3.1	Einleitung	8
3.2	Analyse der Fuhrparkstruktur	8
3.2.1	<i>Allgemeines</i>	8
3.2.2	<i>Dienstwagen mit privater Nutzung</i>	11
3.2.3	<i>Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)</i>	13
3.2.4	<i>Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)</i>	15
3.2.5	<i>CO<sub>2</sub> Ausstoß des gesamten Fuhrparks (Tank-to-wheel)</i>	18
3.3	Nutzungsanalyse	20
3.4	Standortanalyse	22
3.5	Zusammenfassung und Fazit der Analyse	23
<b>4</b>	<b>GESAMTKONZEPT</b>	<b>24</b>
4.1	Technische Konzeptionierung	24
4.1.1	<i>Alternative Antriebstechnologien</i>	24
4.1.2	<i>Ladeinfrastrukturbedarf</i>	30
4.1.3	<i>Technische Aspekte beim Aufbau der Ladeinfrastruktur und Fahrzeugbeschaffung</i>	32
4.1.3.1	Technische Aspekte Ladeinfrastruktur	32
4.1.3.1.1	Lastmanagement	32
4.1.3.1.2	Ladestation	35
4.1.3.2	Technische Parameter für die Fahrzeugbeschaffung	37
4.1.3.2.1	Akkukapazität und Ladeleistung	37
4.1.3.2.2	Wartungsrelevante Komponenten	40
4.2	Organisatorische Konzeptionierung	42
4.2.1	<i>Beschaffungsprozess in Kommunen</i>	42
4.2.2	<i>Organisation der Fahrzeugdisposition (internes Carsharing/ externes Carsharing)</i>	45
4.2.3	<i>Stufenplan zur Umstellung des Fuhrparks</i>	47
4.2.4	<i>Einrichtung einer Zentralen Organisation und Einführung eines Mobilitätsmanagements</i>	48
<b>5</b>	<b>ABSCHLIEßENDES FAZIT &amp; WEITERES VORGEHEN</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR- &amp; QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>51</b>

---

### III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Anteile der Fahrzeugklassen im Fuhrpark .....	8
Abbildung 3.2: Antriebsarten aller Fahrzeuge des Fuhrparks.....	9
Abbildung 3.3: Gesamtübersicht: Dienstwagen mit privater Nutzung.....	11
Abbildung 3.4: Tagesfahrleistung der Dienstwagen mit privater Nutzung .....	12
Abbildung 3.5: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort) .....	13
Abbildung 3.6: Tagesfahrleistung: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort).....	14
Abbildung 3.7: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort) .....	15
Abbildung 3.8: Tagesfahrleistung: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort).....	16
Abbildung 3.9: Tagesfahrleistung: Transporter/Van (Standort nachts Wohnort) .....	17
Abbildung 3.10: Jährlicher CO <sub>2</sub> Ausstoß nach Antriebsarten .....	18
Abbildung 3.11: CO <sub>2</sub> Ersparnis bei 100% Elektrifizierung bei Strommix (DE) .....	19
Abbildung 3.12: Entfernung der einzelnen Fahrten (2175 Fahrten, kumuliert) .....	20
Abbildung 3.13: Tageslastkurve (2175 Fahrten).....	21
Abbildung 3.14: Standortlage Fuhrpark Bremerhaven Stadt (inkl. Anzahl der Fahrzeuge und grundsätzlichem Ladeprofil).....	22
Abbildung 4.1: Energieeffizienz und Energiebedarf alternativer Kraftstoffarten.....	27
Abbildung 4.2: Zusätzlicher Strombedarf alternativer Kraftstoffarten.....	28
Abbildung 4.3: Fahrzeugstandorte mit SOLL-Zustand der Fahrzeuge je Standort ....	30
Abbildung 4.4: Links: Wallbox mit angeschlagenem Kabel, Rechts: ohne angeschlagenem Kabel .....	35
Abbildung 4.5: Mobiles Ladegerät mit CEE- und Schuko-Steckverbinder .....	36
Abbildung 4.6: Lifecycle Betrachtung von BEV in Abhängigkeit der Batteriegröße ...	37
Abbildung 4.7: Vergleich der technischen Parameter von Transportern.....	38
Abbildung 4.8: DC Ladekurve eines Volkswagen ID.3 .....	39
Abbildung 4.9: Vorgaben des Gesetzes über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge.....	43
Abbildung 4.10: Bedarfsanalyse Beschaffungsprozess .....	44
Abbildung 4.11: Beispiel anhand des Stufenplans „S384“ .....	47

# 1 Management Summary

Nicht erst mit dem Inkrafttreten des Gesetzes über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge und somit der gesetzlichen Verpflichtung für die öffentliche Hand zur Umstellung des Fuhrparks auf klimaschonende Antriebsarten beschäftigen sich die deutschen Kommunen intensiv mit dem Thema Elektromobilität. Spätestens mit dem Dieselskandal und der Diskussion um Fahrverbote durch zu hohe Stickoxyd- und Feinstaub-Emissionen gewinnt die Nutzung von Elektromobilität zunehmend an Bedeutung. Seit 2020/21 steht fest, dass Elektromobilität die bisherigen Antriebsarten in den kommenden Jahren ablösen wird. Hierbei wird insbesondere im Pkw- und Transporter-Segment die Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen dominant sein. Durch die Nutzung von Elektromobilität im städtischen Fuhrpark, bzw. für die dienstliche Mobilität der Stadtverwaltung Bremerhaven kann die Stadt mehrere positive Ziele erreichen. So können die direkten durch dienstliche Mobilität erzeugten CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen reduziert, ein Vorbild für andere Organisationen und Unternehmen geschaffen und in Kombination mit Carsharing ein neues Mobilitätsangebot für die Bürger\*innen geschaffen werden. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Nutzung von Elektromobilität für die dienstliche Mobilität der Stadtverwaltung Bremerhaven aufgrund des Nutzungsprofils grundsätzlich gut möglich ist. Nahezu alle täglichen Dienstwege liegen unter 100 km und können problemlos mit heutigen Elektrofahrzeugen erfolgen. Es zeigt sogar ein Potenzial zu Nutzung von alternativen Fahrzeugen wie Pedelecs, da 46 % aller analysierten Fahrten unter 10 km Gesamtstrecke lagen.

Als Herausforderung zeigt sich jedoch die intensive Nutzung von Privatfahrzeugen zur Durchführung von Dienstfahrten und Dienstgängen. Hier ist eine Nutzung von Elektrofahrzeugen nicht so einfach, da diese Fahrzeuge im Wesentlichen privat genutzt werden und dort andere Mobilitätsprofile dominant sind. Es besteht somit kein Einfluss der Stadtverwaltung auf die CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen für Dienstfahrten und Dienstgänge, die mit diesen Fahrzeugen gemacht werden, da sie allein auf das individuelle private Verhalten der Beschäftigten angewiesen ist.

Das vorliegende Elektromobilitätskonzept zeigt auf, dass eine Umstellung auf Elektromobilität den, durch die dienstliche Mobilität der Stadtverwaltung Bremerhaven emittierten, CO<sub>2</sub>-Ausstoß signifikant reduzieren kann (-28 % bei Berücksichtigung des deutschen Strommix / 100 % bei Anwendung Ökostrom). Weitergehende positive

Effekte, auch mit Blick auf die Entwicklung von neuen Mobilitätsangeboten für alle Bürger\*innen der Stadt, können durch die Nutzung von Carsharing-Fahrzeugen bzw. durch die Öffnung der Nutzung von Dienstfahrzeugen im öffentlichen Carsharing gefördert werden. Zudem ist es auf Grundlage der Erfahrungen aus anderen Projekten mit vergleichbaren Kommunen wie Bremerhaven sinnvoll, einen standortbezogenen ämterübergreifenden Fahrzeugpool mit Elektrofahrzeugen, bei gleichzeitiger Verlagerung von Dienstfahrten auf Dienstfahrzeuge mit Elektroantrieb, die heute noch mit privaten Fahrzeugen erfolgen, zu entwickeln.

## **2 Einleitung**

Das Thema Elektromobilität ist in den letzten Jahren stetig gewachsen und erlangt immer mehr an Aufmerksamkeit und Relevanz als zentrale Komponente zur Emissionsreduzierung im Verkehrssektor. Unsere Gesellschaft befindet sich inmitten einer Mobilitäts- sowie Energiewende. Die Stadt Bremerhaven bemüht sich deshalb in Kooperation mit der Firma EcoLibro GmbH ein intelligentes Mobilitätskonzept ihrer Verwaltungstätigkeiten auszuarbeiten. Das Konzept und der daraus resultierende Stufenplan wurden innerhalb dieses Berichtes festgehalten, sodass dieser als Leitfaden für die nachfolgende Umsetzung Verwendung finden kann. Darüber hinaus soll der Bericht alternative Antriebstechnologien beleuchten, um somit unter Berücksichtigung ökonomischer Faktoren die umweltschonendste Alternative aufzuweisen.

### **2.1 Ausgangssituation**

Die Stadtverwaltung Bremerhaven hat sich das Ziel gesetzt, eine Umstrukturierung des eigenen Fuhrparks auf klimaneutrale Antriebe umzusetzen. Auf Basis der Ergebnisse einer Fuhrparkauswertung sollte im Rahmen des Projektes eine Diskussionsgrundlage für einen Workshop geschaffen werden. Der vorliegende Ergebnisbericht aus Analysen und Workshop soll die wesentlichen Ergebnisse zusammenfassend darstellen.

Das Projekt lief von Juli 2021 bis Juni 2022. Hauptbestandteil waren eine Fahrzeugbedarfsanalyse sowie die Erstellung eines Ladeinfrastrukturkonzeptes, welches eine Klimaneutralität des Fahrzeugbestands ermöglicht. Die für die Fahrzeugbedarfsanalyse erforderliche Fahrdatenerhebung konnte im November 2021 starten. Der Zwischenstand wurde im Januar 2022 von der EcoLibro GmbH präsentiert und die Ergebnispräsentation der Analyse fand im April 2022 statt. Des Weiteren hat ein Workshop vor Ort mit Beteiligten aus unterschiedlichen Ämtern der Stadtverwaltung Bremerhaven am 30.03.2022 stattgefunden.

## **2.2 Zielsetzung des Elektromobilitätskonzepts**

Durch die Nutzung von Elektromobilität im städtischen Fuhrpark kann die Stadt mehrere positive Ziele erreichen. Die durch die dienstliche Mobilität der Stadtverwaltung Bremerhaven erzeugten, direkten CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen können so reduziert und gleichzeitig ein Vorbild für andere Organisationen und Unternehmen geschaffen werden. In Kombination mit Carsharing könnte dabei ggfs. für Bürger\*innen zusätzlich ein neues Mobilitätsangebot entstehen.

Das vorliegende Elektromobilitätskonzept soll aufzeigen, dass eine derartige Umstellung den durch den Fuhrpark der Stadt Bremerhaven emittierten CO<sub>2</sub>-Ausstoß signifikant reduziert. Ferner soll ein Stufenplan erstellt werden, welcher einen Fahrplan für den vollständigen Wechsel auf klimafreundliche Antriebsarten aufzeigt. Dabei wird Bezug auf die Beschaffung innerhalb von Kommunen anhand von Best-Practice Beispielen dargestellt.



## 3 Analysephase

### 3.1 Einleitung

In diesem Kapitel wird der vorhandene Fuhrpark der Stadt Bremerhaven analysiert. Dafür werden in Kapitel 3.2 die bestehenden Fahrzeuge des Fuhrparks anhand ihrer Nutzungsarten, der Fahrleistungen und der Fahrzeugklasse betrachtet, um somit einen durchschnittlichen Energiebedarf pro Tag pro Fahrzeug ermitteln zu können. In Kapitel 3.3 werden mittels einer Fahrdatenanalyse die vorhandenen Dienstwagen ohne private Nutzung auf einen Zeitraum von 4,5 Wochen auf ihr genaues Fahrverhalten analysiert. Durch diese Analysen kann sowohl der benötigte Energieverbrauch als auch die möglichen Ladezeiten eruiert werden.

### 3.2 Analyse der Fuhrparkstruktur

#### 3.2.1 Allgemeines

Um die Fuhrparkstruktur genau darstellen zu können, wurden Rohdaten wie z.B. Antriebsart, Nutzungsart oder Fahrzeugklasse von der Stadt Bremerhaven an die EcoLibro GmbH übermittelt. Die Rohdaten wurden im Folgendem analysiert und ausgewertet.

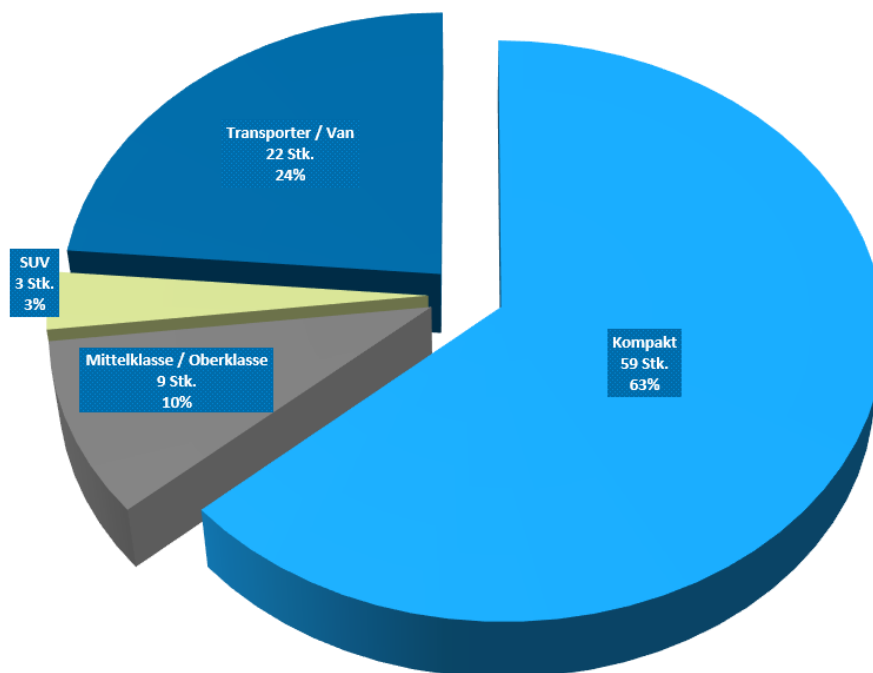


Abbildung 3.1: Anteile der Fahrzeugklassen im Fuhrpark

Wie in Abbildung 3.1 zu erkennen, verfügt die Stadt Bremerhaven über 93 Fahrzeuge. Die meistvertretene Fahrzeugkategorie bildet die Kompaktklasse (63 %, 59 Stk.), gefolgt von der Transporterklasse (24 %, 22 Stk). Einen eher kleinen Anteil bilden die Fahrzeugklassen der Mittel- & Oberklasse (10 %, 9 Stk.) sowie die der SUVs (3 %, 3 Stk).

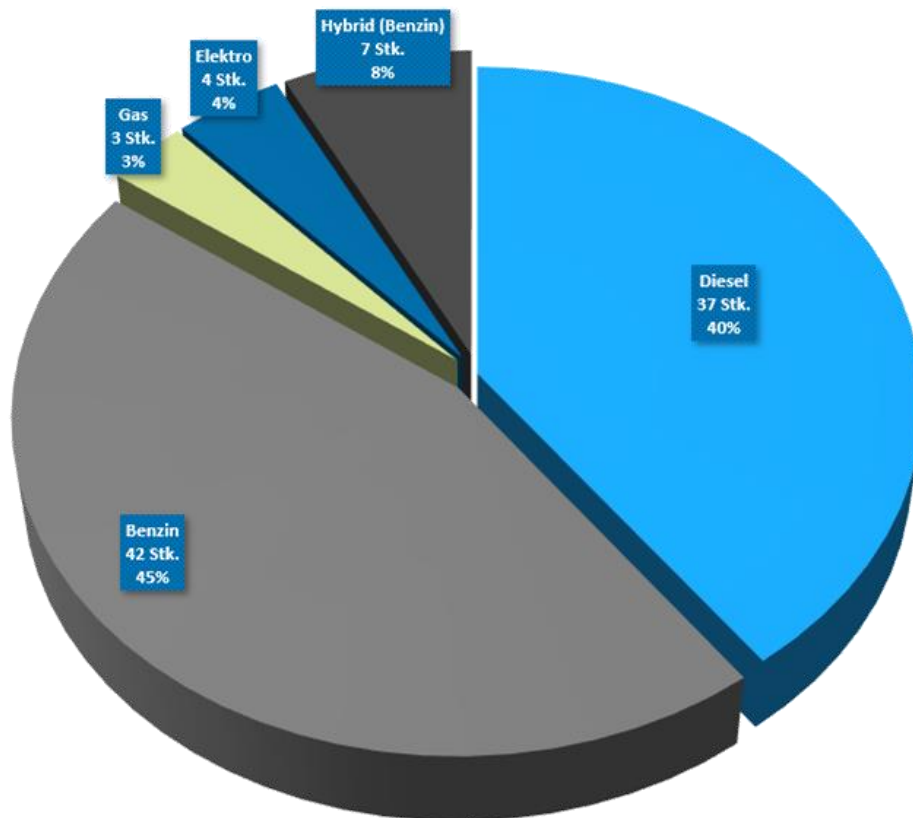


Abbildung 3.2: Antriebsarten aller Fahrzeuge des Fuhrparks

In Abbildung 3.2 sind die Antriebsarten der 93 Fahrzeuge dargestellt. Zu erkennen ist, dass mit 88 % (82 Stk.) der Großteil des Fuhrparks ausschließlich auf fossilen Antriebsarten beruht. 45 % (42 Stk.) der Fahrzeuge haben dabei einen Antrieb mittels Ottomotor. 40 % (37 Stk.) greifen auf einen Dieselmotor zurück. 8 % liegen als Plugin-Hybrid-Fahrzeug mit Ottomotor (PHEV) vor. 4 % (4 Stk.) liegen als rein Batterieelektrische (BEV) Fahrzeuge vor. Den kleinsten Anteil mit gerade mal 3 % (3 Stk.) machen Ottomotoren mit Gas als Kraftstoff aus.

Der Fahrzeugbestand innerhalb der Bremerhavener Stadtverwaltung besteht aus drei wesentlichen Nutzungsarten. Unter diesen Nutzungen fallen „Dienstwagen mit privater

Nutzung“, „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)“ und „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)“. Ersteres bilden die persönlich zugeordneten Dienstwagen mit Regelbesteuerung für den privaten Fahranteil, welcher von Dienstwagenberechtigten entrichtet werden muss. Die zweite und dritte Nutzungsart bilden die Dienstwagen ab, welche ausschließlich für dienstliche Zwecke benutzt werden dürfen. Sie unterscheiden sich nur durch ihre nächtliche Adresse. So kann ein Dienstwagen mit Standort nachts Wohnort ggfs. persönlich mit nach Hause genommen werden aber nicht für den privaten Gebrauch benutzt werden. In den folgenden Unterkapiteln 3.2.2, 3.2.3 und 3.2.4 wird die jeweilige Nutzungsart spezifisch analysiert.

### 3.2.2 Dienstwagen mit privater Nutzung

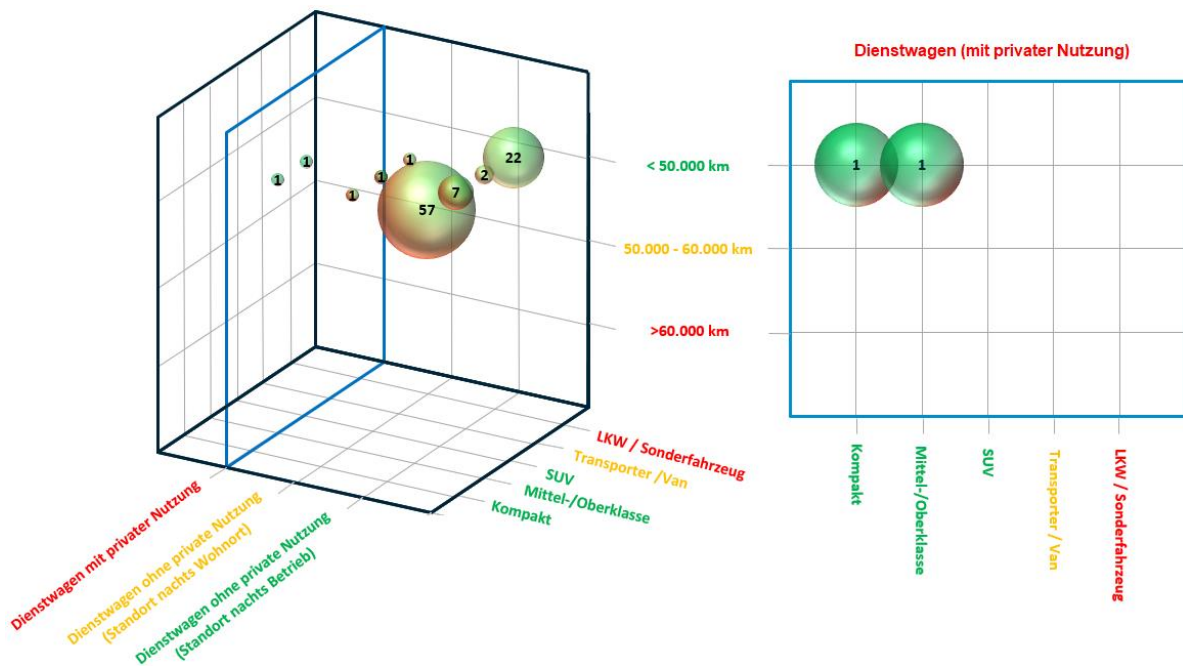
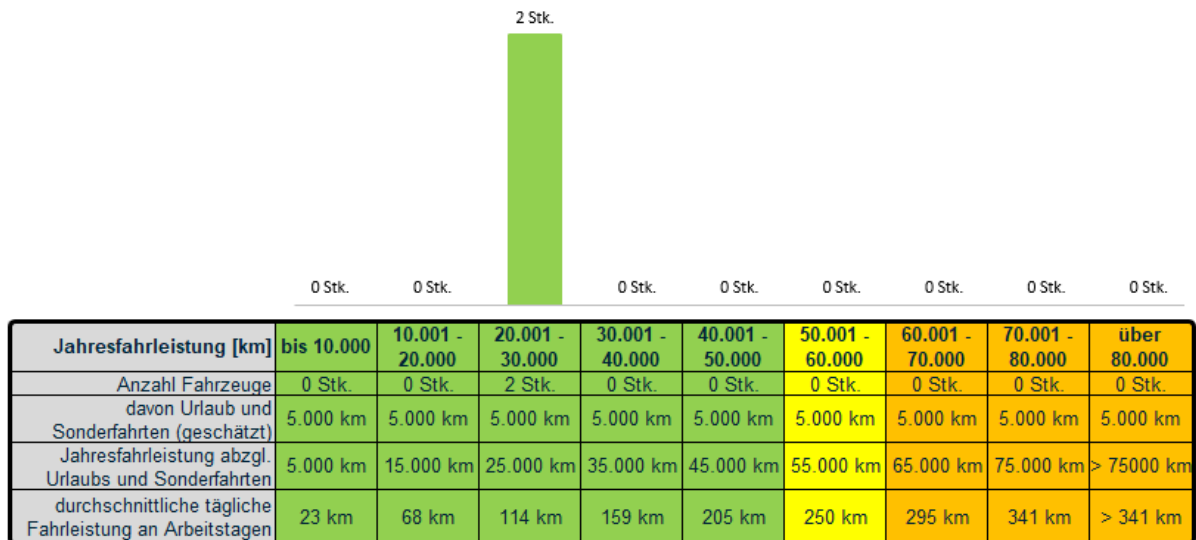


Abbildung 3.3: Gesamtübersicht: Dienstwagen mit privater Nutzung

In Abbildung 3.3 ist auf der linken Darstellung der gesamte Fuhrpark anhand der Fahrzeugklasse, der Nutzungsart sowie der Jahresfahrleistung dargestellt. Um die einzelnen Nutzungsarten besser verstehen zu können, wurde der Layer „Dienstwagen mit privater Nutzung“ auf der rechten Grafik nur in Bezug auf dessen Fahrleistung sowie Nutzungsart hervorgehoben. Aufgrund ihrer privaten Verwendung und den damit einhergehenden privaten Nutzungsanteilen ist die Ladesituation von Dienstwagen generell undefiniert. Dies hat zur Folge, dass eine Elektrifizierung bei Dienstwagen mit privater Nutzung eine größere Herausforderung als bei den anderen Nutzungsarten darstellt. Zu erkennen ist, dass insgesamt zwei Fahrzeuge in dieser Nutzungsart der Kompakt und Mittel-/Oberklasse existieren. Bei diesen Fahrzeugen handelt es sich um den Dienstwagen des Oberbürgermeisters sowie der Betriebsleitung des städtischen Betriebs für Informationstechnologie. Diese Fahrzeugklassen weisen aufgrund eines breiten Marktangebots einen hohen Elektrifizierungsgrad auf. Gleiches gilt für die geringen Fahrleistungen von maximal 50.000 km pro Jahr, welche sich in der benötigten Batteriegröße niederschlägt.



**Eckdaten**

Arbeitstage	220 Tage
Urlaub und Sonderfahrten [km]	5.000 km
Nutzung	Dienstwagen (mit privater Nutzung)
Fahrzeugklasse	alle
Gesamtanzahl	2 Stk.

Abbildung 3.4: Tagesfahrleistung der Dienstwagen mit privater Nutzung

In der Abbildung 3.4 sind die Dienstwagen mit privater Nutzung in Bezug auf ihre jährliche Fahrleistung differenzierter abgebildet worden. Beide Fahrzeuge weisen tatsächlich nur eine Gesamtfahrleistung von maximal 30.000 km pro Jahr auf. Für die Berechnung der jeweiligen Tagesfahrleistungen von Dienstwagen mit privater Nutzung werden 220 Arbeitstage (250 Werkstage abzgl. 30 Urlaubstage) sowie ein überwiegend privater Fahranteil von ca. 5.000 km auf der Fernstrecke (z.B. Urlaubsfahrten) zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich bei beiden Fahrzeugen ein durchschnittlicher täglicher Fahranteil von maximal 114 km/Tag. Auf Basis eines durchschnittlichen E-Pkw-Verbrauchs von 20 kWh/100 km ergibt sich hieraus ein täglicher Energieverbrauch von 22,8 kWh.

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{20\text{kWh}}{100\text{km}} * \frac{114\text{km}}{\text{Tag}}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{22,8\text{kWh}}{\text{Tag}}$$

### 3.2.3 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

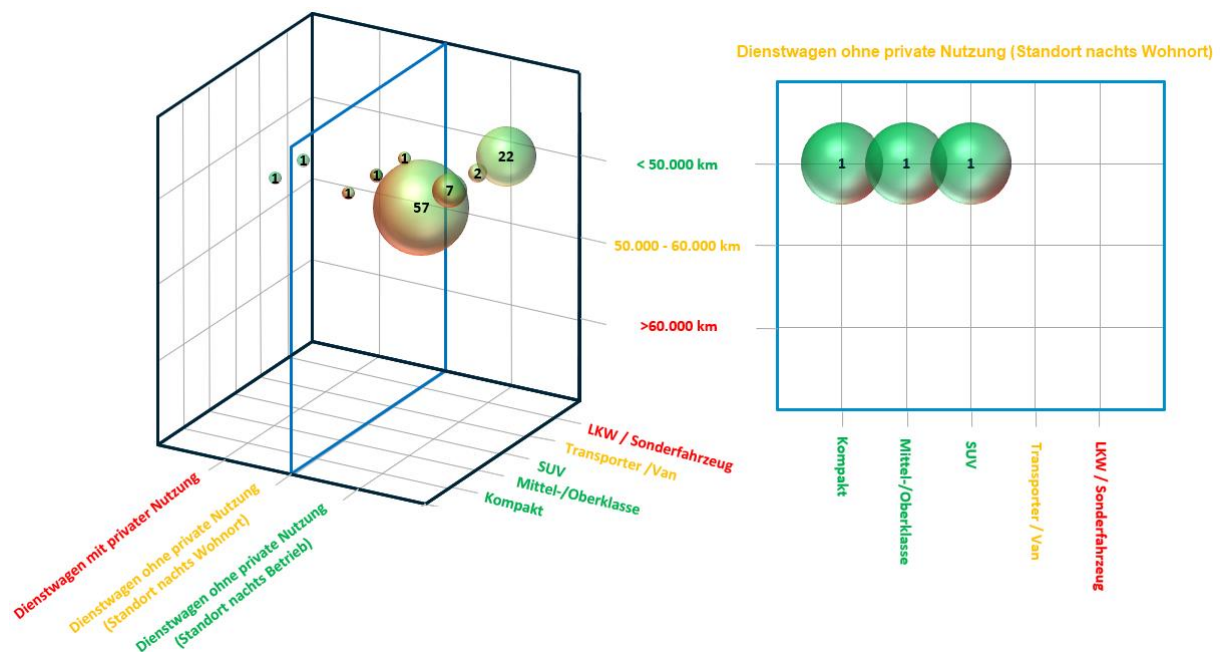


Abbildung 3.5: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 3.5 wurde auf der rechten Grafik der Layer „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)“ dargestellt. Dienstwagen ohne privaten Nutzungsanteil lassen sich aufgrund ihrer fehlenden privaten Verwendung grundsätzlich leichter elektrifizieren. Bei diesen drei Fahrzeugen handelt es sich um einen Dienstwagen (Einsatzwagen) der Feuerwehr, einen Dienstwagen des Sportamtes sowie um einen Bereitschaftswagen des Amtes 90/24. Zu erkennen ist, dass jeweils ein Fahrzeug in der Kompakt, Mittel-/Oberklasse und SUV-Klasse existiert. Diese Fahrzeugklassen weisen ebenfalls, aufgrund eines breiten Marktangebots, ein hohes Elektrifizierungspotenzial auf. Gleiches gilt für die geringen Fahrleistungen von maximal 50.000 km pro Jahr für alle drei Fahrzeuge, welche sich auch hier in der benötigten Batteriegröße niederschlagen. Durch die Möglichkeit, den Dienstwagen mit an einen Wohnort zu nehmen, ist das Elektrifizierungspotenzial anhand der ggf. erschwerten Ladesituation am Wohnort grundsätzlich komplexer und individuell zu prüfen.

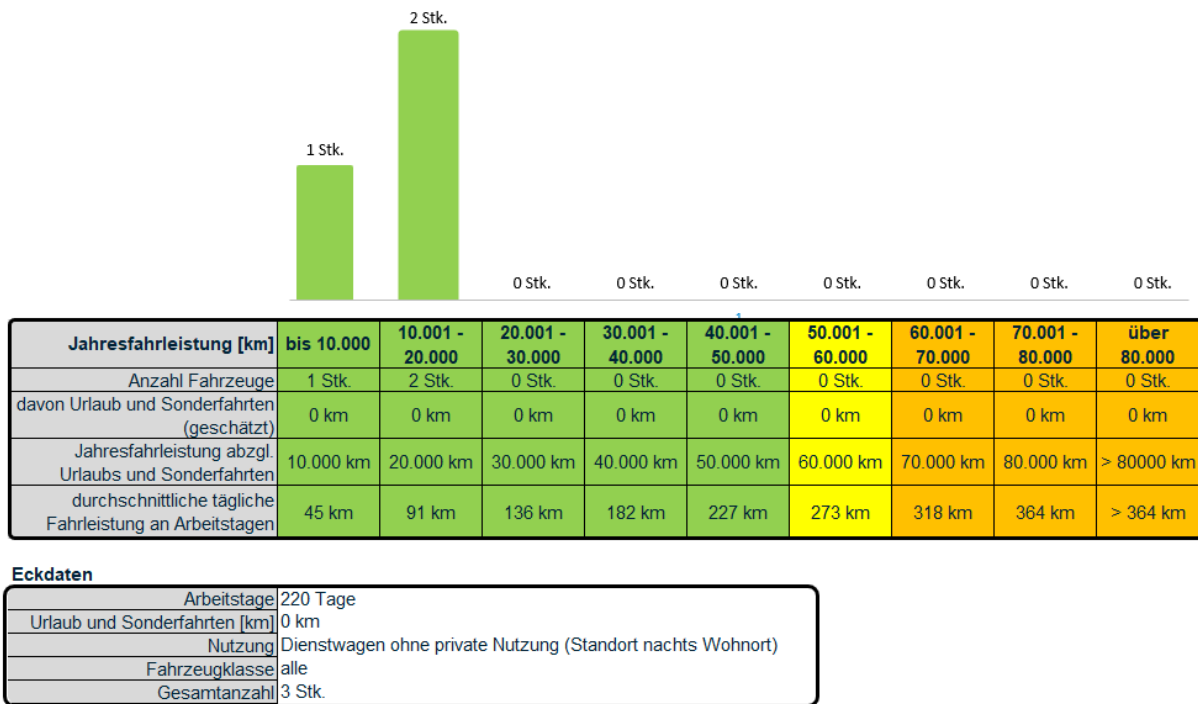


Abbildung 3.6: Tagesfahrleistung: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 3.6 sind die Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort) in Bezug auf ihre Fahrleistung differenzierter abgebildet. Die drei Fahrzeuge weisen tatsächlich nur eine Gesamtfahrleistung von maximal 20.000 km pro Jahr und Fahrzeug auf. Für die Berechnung der jeweiligen Tagesfahrleistungen von Dienstwagen ohne private Nutzung werden 220 Arbeitstage sowie kein privater Fahranteil auf der Fernstrecke zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich bei beiden Fahrzeugen ein durchschnittlicher täglicher, dienstlicher Fahranteil von maximal 91 km/Tag. Auf Basis eines durchschnittlichen E-Pkw-Verbrauchs von 20 kWh/100 km ergibt sich hieraus ein täglicher Energieverbrauch von 18,2 kWh (20.000km).

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{20\text{kWh}}{100\text{km}} * \frac{91\text{km}}{\text{Tag}}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{18,2\text{kWh}}{\text{Tag}}$$

### 3.2.4 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

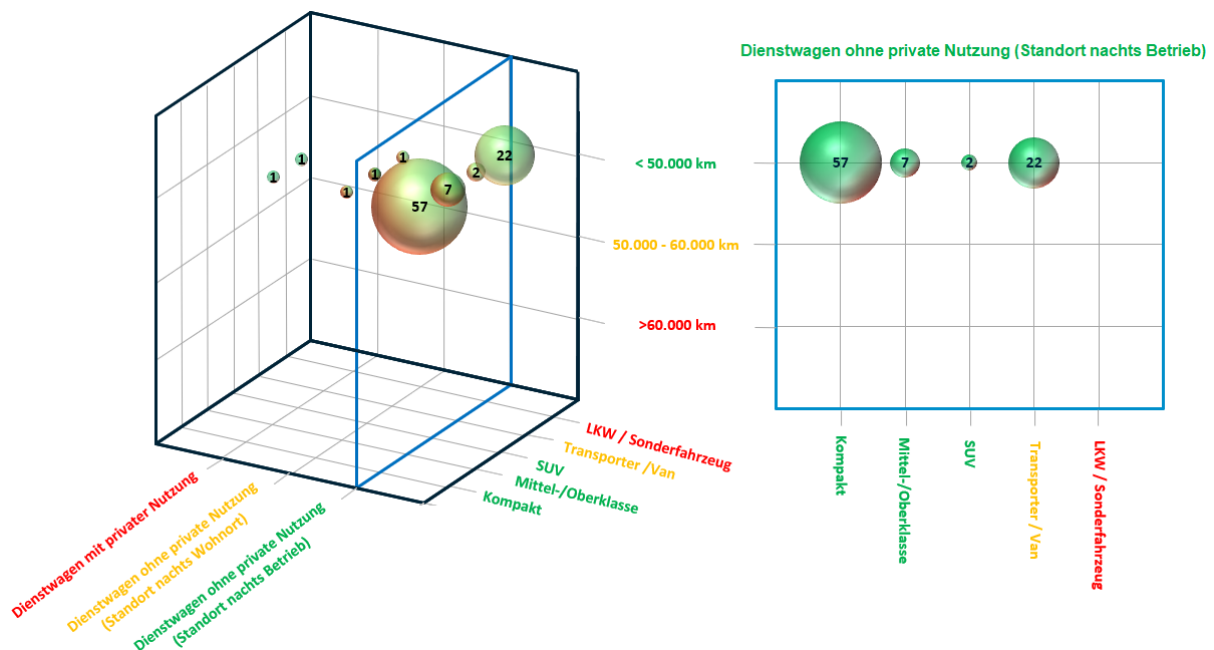


Abbildung 3.7: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 3.7 wird auf der rechten Grafik der letzte Layer „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)“ dargestellt. Diese Dienstwagen weisen aufgrund einer ausschließlich dienstlichen Nutzung ein hohes Elektrifizierungspotenzial auf. Bei diesen Fahrzeugen handelt es sich um Dienstwagen der einzelnen Ämter zur Bewältigung von Dienstwegen, welche bei der Arbeit getätigt werden müssen. Zu erkennen ist, dass ein großer Anteil von 66 Fahrzeugen in der Kompakt-, Mittel-/ & Oberklasse sowie SUV-Klasse existiert. Diese Fahrzeugklassen weisen alle, aufgrund eines breiten Marktangebots, einen hohen Elektrifizierungsgrad auf. Die restlichen 22 Fahrzeuge sind in der Transporter-/Van-Klassifizierung zu verzeichnen. Bei dieser Fahrzeugart ist momentan ein noch kleiner, aber wachsender E-Marktanteil zu verzeichnen.

Zudem ist die Ladesituation hier eindeutig auf den Betriebsstandort an einer städtischen Liegenschaft begrenzt, was sich grundsätzlich positiv bei der Elektrifizierung auswirken sollte.



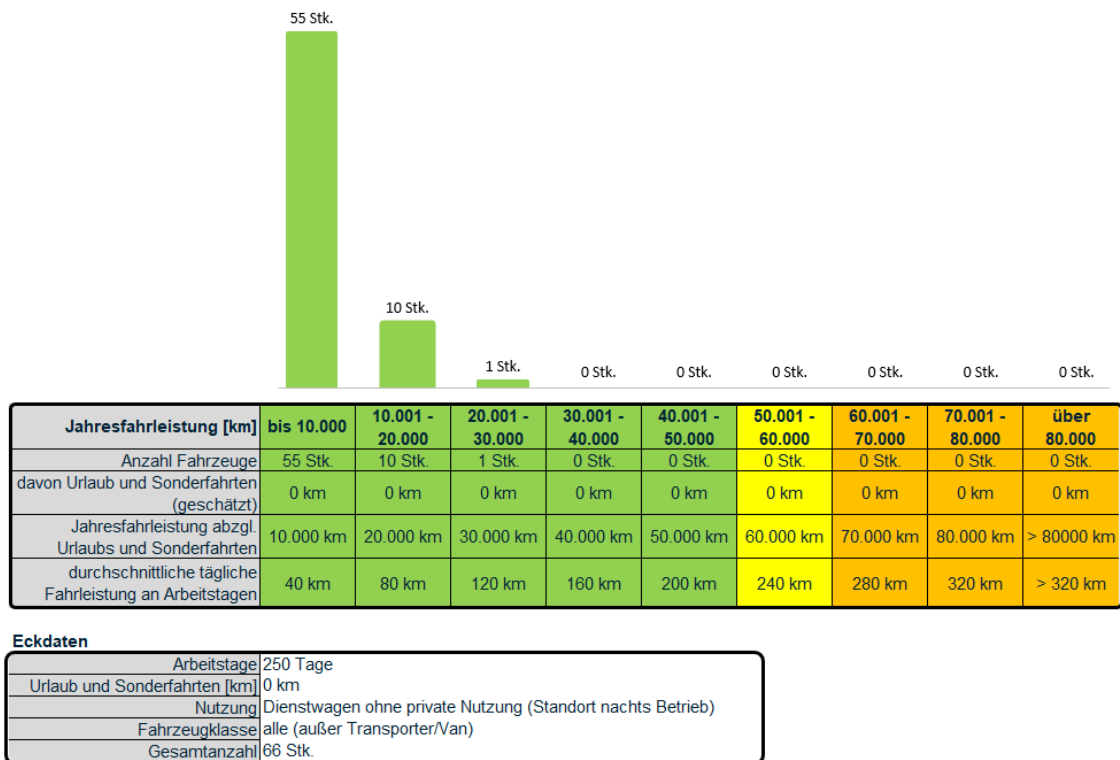


Abbildung 3.8: Tagesfahrleistung: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 3.8 sind die Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb) in Bezug auf ihre Fahrleistung differenzierter auf alle Fahrzeugklassen außer der Klasse „Transporter/Van“ abgebildet worden. 55 Fahrzeuge weisen nur eine Gesamtfahrleistung von maximal 10.000 km pro Jahr, 10 Fahrzeuge 20.000 km pro Jahr und ein Fahrzeug mit bis zu 30.000 km pro Jahr auf. Für die Berechnung der jeweiligen Tagesfahrleistungen von Diensttagen ohne private Nutzung werden 250 Arbeitstage sowie kein privater Fahranteil auf der Fernstrecke zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich bei den Fahrzeugen durchschnittliche tägliche, dienstliche Fahranteile von jeweils 40, 80 und 120 km/Tag. Auf Basis eines durchschnittlichen E-Pkw-Verbrauchs von ca. 20 kWh/100km ergibt sich hieraus ein täglicher Energieverbrauch von 8 kWh (10.000 km), 16 kWh (20.000 km) und 24 kWh (30.000 km).

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{20 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} * \frac{40; 80; 120 \text{ km}}{\text{Tag}}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{8; 16; 24 \text{ kWh}}{\text{Tag}}$$



Abbildung 3.9: Tagesfahrleistung: Transporter/Van (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 3.9 sind die Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb) in Bezug auf ihre Fahrleistung differenzierter auf die Fahrzeugklasse Transporter & Vans abgebildet worden, da diese gegenüber allen anderen Klassen einen höheren durchschnittlichen Energieverbrauch aufweisen. 18 Fahrzeuge weisen eine Gesamtfahrleistung von maximal 10.000 km pro Jahr, vier Fahrzeuge eine Gesamtfahrleistung von bis zu 20.000 km pro Jahr auf. Auch hier werden für die Berechnung der jeweiligen Tagesfahrleistungen 250 Arbeitstage sowie kein privater Fahranteil auf der Fernstrecke zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich bei dieser Fahrzeugklasse ebenso durchschnittliche tägliche, dienstlicher Fahranteile von jeweils 40 und 80 km/Tag. Auf Basis eines durchschnittlichen E-Transporter-Verbrauchs von ca. 30 kWh/100 km ergibt sich hieraus ein täglicher Energieverbrauch von 12 kWh (10.000 km) und 24 kWh (20.000 km). Die Fahrzeuge transportieren dabei keine schweren Anhängelasten bzw. Zuladungen und/oder bedürfen einem speziellen Sonderausbau.

$$\text{Tagesenergieverbrauch}_{Tr/Van} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch}_{Tr/Van} = \frac{30 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} * \frac{40; 80 \text{ km}}{\text{Tag}} = \frac{12; 24 \text{ kWh}}{\text{Tag}}$$

### 3.2.5 CO<sub>2</sub> Ausstoß des gesamten Fuhrparks (Tank-to-wheel)

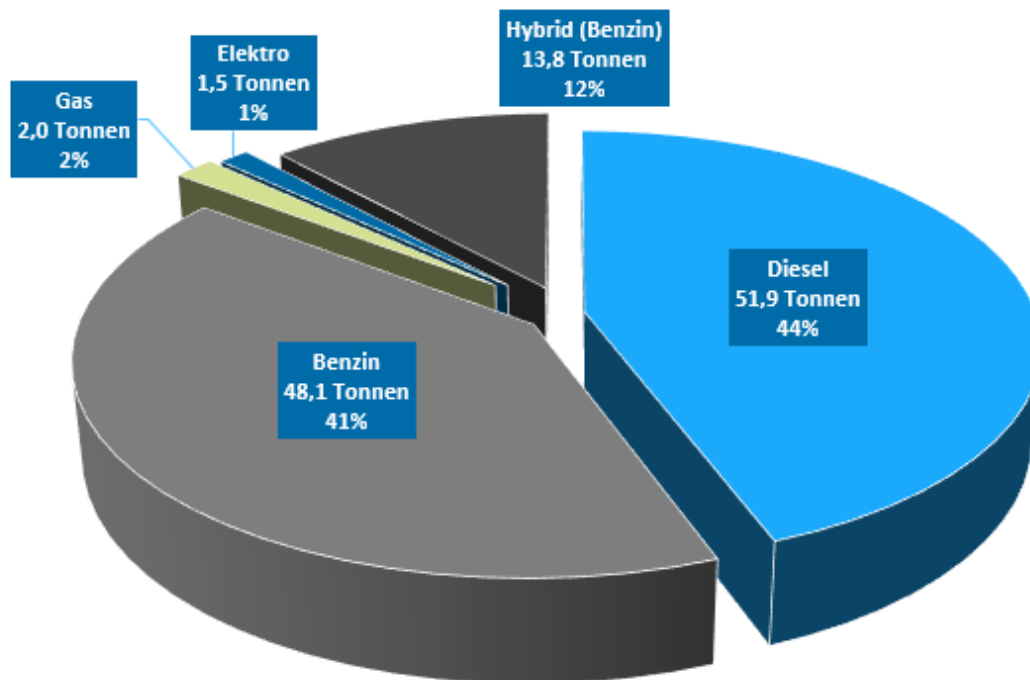


Abbildung 3.10: Jährlicher CO<sub>2</sub> Ausstoß nach Antriebsarten

Auf Abbildung 3.10 sind die CO<sub>2</sub>-Ausstöße bezogen auf die Antriebsarten dargestellt. Die Verteilung unterscheidet sich im Wesentlichen nur minimal von den in Abbildung 3.2 dargestellten Antriebsarten aufgrund der unterschiedlichen Klimawirkungen. Zur Berechnung der Ausstöße wurden somit die kraftstoffabhängigen CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie durchschnittliche Kraftstoffverbräuche zu Grunde gelegt.

$$CO_2 \text{ Emission} = \text{Jahresfahrleistung} * \frac{\overline{\text{Verbrauch}}_{\text{Kraftstoff}}}{100\text{km}} * \frac{CO_2 \text{ Emissionen}}{\text{Einheit}_{\text{Kraftstoff}}}$$

$$CO_2 \text{ Emission}_{\text{Diesel}} = 20.000\text{km/a} * \frac{5L_{\text{Diesel}}}{100\text{km}} * \frac{2,6\text{kg } CO_2}{1L_{\text{Diesel}}}$$

$$CO_2 \text{ Emission}_{\text{Diesel}} = 2,6 \text{ Tonnen } CO_2/\text{a}$$

Die Berechnung zeigt beispielhaft die CO<sub>2</sub>-Emissionen anhand eines mit Dieselmotor betriebenen Fahrzeugs, welches eine Jahresfahrleistung von 20.000 km aufweist. Bei der Verbrennung von Dieselmotorkraftstoff entstehen somit 2,6 Tonnen CO<sub>2</sub>. Diese Tank-to-wheel Betrachtung beinhaltet ausschließlich die direkten Emissionen von der Nutzung eines Fahrzeuges. Die sekundären CO<sub>2</sub>-Emissionen (Well-to-Wheel), welche

gerade beim Klimagas Methan ( $28\text{kg CO}_2 \cong 1\text{kg CH}_4$ ) in der Distribution entstehen, sind hier nicht betrachtet. Zu erwähnen ist auch, dass durch die Erzeugung des Strommix in Deutschland direkte Emissionen entstehen, welche fälschlicherweise gerne als lokal emissionsfrei beworben werden. Dies trifft zwar auf Schadstoffe wie Stickoxide sowie Feinstaub zu, da diese an lokalen Orten wie Innenstädten gesundheitliche Probleme bereiten können, allerdings ist der Ort der  $\text{CO}_2$ -Emissionen für die Klimawirkung irrelevant und wird deshalb auch für batterieelektrische Fahrzeuge angewandt.

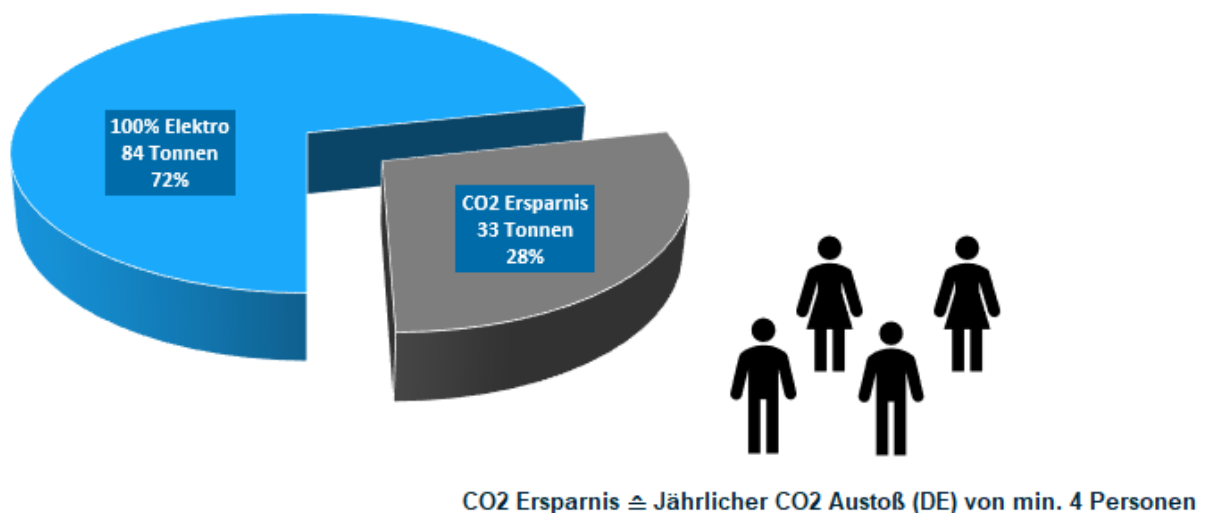


Abbildung 3.11:  $\text{CO}_2$  Ersparnis bei 100% Elektrifizierung bei Strommix (DE)

In Abbildung 3.11 ist das  $\text{CO}_2$  Einsparpotenzial abgebildet. Dieses resultiert aus der Annahme, dass alle 93 Fahrzeuge zum heutigen Zeitpunkt elektrisiert wurden. In diesem Szenario fallen damit zum Strommix (DE, 2021) von  $0,485 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$  im Jahre 2021 nur 84 Tonnen  $\text{CO}_2$  an, woraus eine Einsparung von 33 Tonnen gegenüber dem aktuell verwendeten Antriebsmix resultiert. Für diese Menge können in Deutschland pro Jahr mindestens vier Personen klimaneutral leben. Mit steigendem Anteil von erneuerbarer Energie im deutschen Strommix, erhöht sich das  $\text{CO}_2$  Einsparpotenzial in den kommenden Jahren nochmals deutlich.

### 3.3 Nutzungsanalyse

Die Nutzungsanalyse bildet das Fahrverhalten eines Fahrzeuges ab. Für die Untersuchung wurden in einem Zeitraum von 4,5 Wochen die Fahrdaten erfasst. Innerhalb des Erfassungszeitraumes waren die Dienstreisen und Dienstreisen eingeschränkt, so dass ggfs. längere Reisen, z.B. zu Fort- und Weiterbildungen, nicht stattgefunden haben. Prinzipiell sind die Ergebnisse trotz erschwelter Bedingungen repräsentativ und verwertbar. Sie bilden somit in Kombination mit der, auch künftigen, Möglichkeit aus dem Home-Office heraus zu arbeiten, ein Abbild der vorliegenden Mobilitätsverhältnisse innerhalb der Organisationseinheiten der Stadtverwaltung.

Folgende Daten wurden somit vom 01.11.2021 bis zum 15.12.2021 erhoben:

- Beginn- und Endzeitpunkt
- Beginn- und Endkilometerstand
- Kennzeichen bzw. Verschlüsselung

Untersucht wurden insgesamt 91 von 93 Fahrzeugen. Zwei Fahrzeuge hatten fehlerhafte Fahrdaten, jedoch liegen diese innerhalb der Fehlertoleranz von knapp 2 % und bedurften somit keiner neuen Einzelanalyse. Die Ergebnisse wurden darüber hinaus nach einer ersten Auswertung mit allen wesentlichen Ämtern in Einzelgesprächen abgestimmt und, soweit gewünscht, auf Grundlage der Rückmeldung angepasst. Die beschriebenen Ergebnisse der Fahrleistungsbetrachtung sind im Kontext der COVID-19-Pandemie zu betrachten.

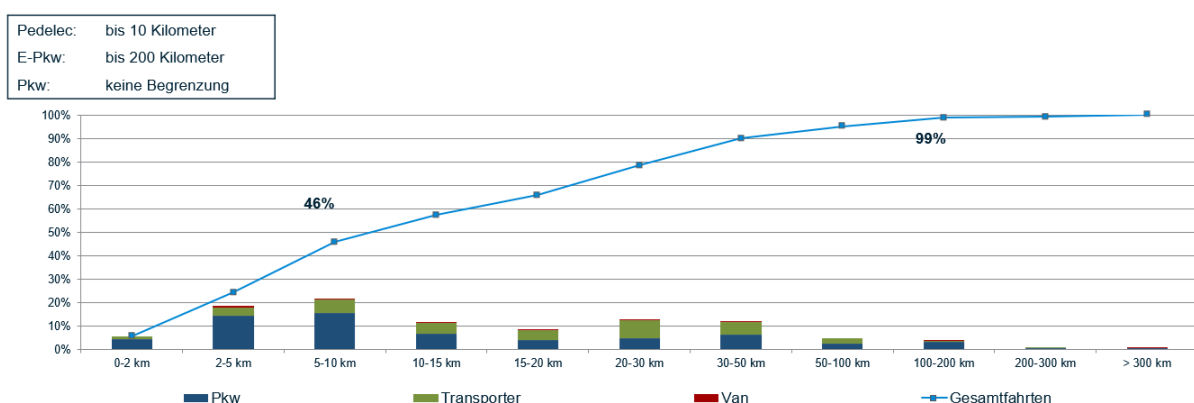


Abbildung 3.12: Entfernung der einzelnen Fahrten (2175 Fahrten, kumuliert)

Auf der Abbildung 3.12 sind 2.175 Einzelfahrten aller Fahrzeuge nach ihren Entfernungsklustern kumuliert abgebildet. Insgesamt wiesen 46 % der insgesamt 2.175 ausgewerteten Fahrten eine maximale Fahrstrecke von 10 Kilometern auf. Eine Einzelfahrt bildete somit maximal 5 Kilometer ab, bis es das Reiseziel erreicht hat. Prinzipiell besteht ein sehr großes Potenzial, dass Fahrten innerhalb dieses Entfernungsklusters in ähnlicher Fahrzeit mit dem Fahrrad oder dem Pedelec durchgeführt werden können. Nur 1 % der in dem betrachteten Zeitraum durchgeführten Fahrten hatten eine Fahrstrecke von über 200 km. Hieraus lässt sich schließen, dass nahezu alle Fahrten durch ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) mit einer vergleichsweise geringen Batteriekapazität (200km  $\hat{=}$  ca. 40 kWh) hätten abgebildet werden können.

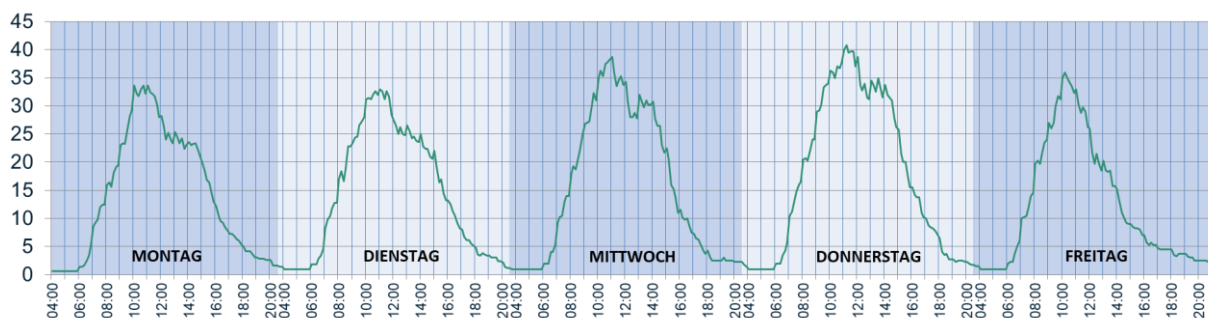


Abbildung 3.13: Tageslastkurve (2175 Fahrten)

In Abbildung 3.13 ist die Tageslastkurve aller Fahrzeuge dargestellt. Zu erkennen ist, dass durchschnittlich 33 bis 40 gleichzeitig eingesetzte Fahrzeuge über den Tag bewegt wurden. Lediglich am Donnerstagvormittag werden im Durchschnitt etwas mehr als 40 Fahrzeuge zeitgleich eingesetzt. Es lässt sich an allen Tagen eine abnehmende Fahrzeugnutzung am Nachmittag erkennen, wobei die Hauptnutzungszeiten an jedem Wochentag am Vormittag liegen.

Es zeigt sich, dass:

- an allen Tagen der Bedarf vormittags höher ist als nachmittags
- der Bedarf mittwochs und donnerstags am höchsten ist
- zwischen 20:00-06:00 Uhr der Großteil der Fahrzeuge am definierten Standort steht



### 3.4 Standortanalyse

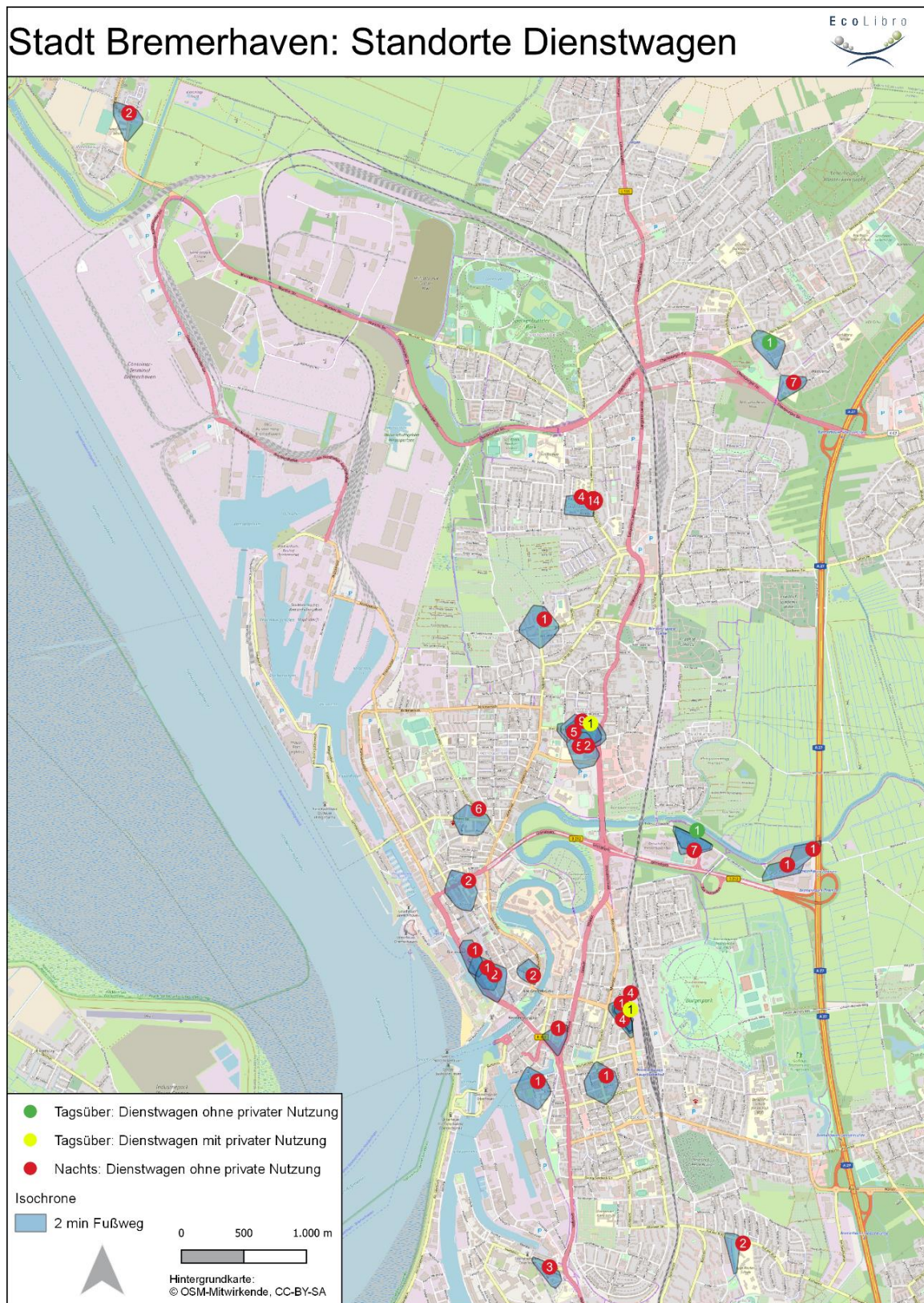


Abbildung 3.14: Standortlage Fuhrpark Bremerhaven Stadt (inkl. Anzahl der Fahrzeuge und grundsätzlichem Ladeprofil)

In der Abbildung 3.14 sind alle Standorte der 93 Fahrzeuge abgebildet. Die in der Karte eingezeichneten Punkte bilden jeweils eine Adresse ab, an denen Fahrzeuge vorhanden sind. Die Zahl gibt die Anzahl der Fahrzeuge an. Hierbei wurden für die Standorte der Dienstwagen mit privater Nutzung (vgl. Kapitel 3.2.2) sowie der Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort) (vgl. Kapitel 3.2.3) die jeweilige Verwaltungsadresse verwendet, also die Adresse, an der das Fahrzeug tagsüber steht. Die Nutzungsart der Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb) haben sowohl tags- als auch nachtsüber eine Verwaltungsadresse. Zu erkennen ist, dass alle 93 Fahrzeuge an insgesamt 28 einzelnen Adressen zu verordnen sind. Insgesamt lassen sich innerhalb eines zweiminütigen Fußwegs daraus 18 zusammengefasste Standorte ableiten.

### **3.5 Zusammenfassung und Fazit der Analyse**

Der Fuhrpark besteht aus 93 Fahrzeugen, welche sich zu 88 % aus reinen fossilen Antriebstechnologien zusammensetzen. Sowohl die Fuhrparkstrukturanalyse als auch die zusätzliche Nutzungsanalyse zeigen deutlich auf, dass alle 93 Fahrzeuge weitestgehend problemfrei auf Elektromobilität umgestellt werden können. Bei einer sofortigen Elektrifizierung des gesamten Fuhrparks können bis zu 28 % der vorhandenen direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden. Aufgrund der geringen Fahrleistung und der Möglichkeit die Batterien nachts vollständig nachzuladen, können die Fahrzeuge mit einer mittleren Batteriekapazität (Reichweite bis max. 300 km) ausgestattet werden, was im Gegensatz zu Fahrzeugen mit hohen Reichweiten zu einem geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß bezogen auf den Lebenszyklus führt. Der Fuhrpark ist insgesamt an 28 Verwaltungsadressen verteilt, welche durch einen zweiminütigen Fußweg zu 18 Standorten zusammengefasst werden können.



## **4 Gesamtkonzept**

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus den erstellten Analysen (siehe Kapitel 3.2, 3.3, 3.4) auf die technische sowie organisatorische Konzeptionierung angewandt. Hierfür werden zunächst die technischen Aspekte der Ladeinfrastruktur erörtert und anschließend daran Umsetzungsempfehlungen für die Beschaffung und Verwaltung aufgezeigt. Nachfolgend soll ein Stufenplan den schrittweisen Umstieg des Fuhrparks auf Elektromobilität veranschaulichen.

### **4.1 Technische Konzeptionierung**

Die technische Konzeptionierung bildet die Grundlage für eine technisch funktionierende und kostenoptimierte Ladeinfrastruktur, welche es auf Basis der vorhandenen Standortanalyse sowie des zu substituierenden Fuhrparks zu erstellen gilt. Hierbei werden vorab in Kapitel 4.1.1 alternative Antriebstechnologien dargestellt. Anschließend werden in Kapitel 4.1.2 der benötigte Ladeinfrastrukturbedarf errechnet, welcher für den Fuhrpark an ausgewählten Standorten definiert wird. Abschließend werden in Kapitel 4.1.3 die wichtigsten Parameter für die Beschaffung von batterieelektrischen Fahrzeugen aufgezeigt.

#### **4.1.1 Alternative Antriebstechnologien**

Aufgrund der Entscheidung des Europäischen Parlaments vom 08.06.2022 und der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist nach heutigem Stand damit zu rechnen, dass ab ca. 2035 in Europa keine neuen mit Diesel- und Ottomotoren betriebenen Fahrzeuge mehr zugelassen werden. Als Nachfolgetechnologie existieren mehrere Optionen für eine treibhausgasarme Energieversorgung des Verkehrs, etwa batterieelektrische Elektromobilität oder Elektromobilität mit Wasserstoff.

Auch wenn aktuell auf der politischen Ebene noch eine Diskussion zu einer technologieoffenen Gestaltung der Alternativen besteht, wird in vielfältiger Hinsicht die batterieelektrische Mobilität insbesondere im Bereich des motorisierten Individualverkehrs (MIV) mit Pkw sowie bei Liefer- und Serviceverkehren in der kommenden Dekade als dominante Nachfolgetechnologie auf die heutige Verbrennungstechnologie folgen. Die wesentlichen Gründe hierfür liegen mit Schwerpunkt im Bereich Umweltwirkung/Energieeffizienz.

Mehrere Studien des Ökoinstituts zeigen, dass Erdgasmobilität zwar niedrigere Treibhausgas-Emissionen als fossile Kraftstoffe aufweist, die klimaschädlichen Emissionen sich dennoch nur um wenige Prozent verringern, sodass die Anforderungen an die Klimaschutzziele hiermit nicht erreicht werden können. Durch das Entweichen von geringfügigen Gasmengen (3-6%) auf der kompletten Logistikkette, kann sich der Vorteil beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch die hohe Treibhauswirksamkeit von Methan zum Teil sogar ins Gegenteil verkehren.<sup>123</sup>

Bei Biokraftstoffen bestehen – global betrachtet – nicht ausreichende Produktionskapazitäten insbesondere vor dem Hintergrund der Konkurrenz zur Ernährungssicherung.

Synthetische Kraftstoffe auf Basis von erneuerbarem Strom (Power-to-X-Kraftstoffe) erfordern im Vergleich zur Elektromobilität einen sehr viel stärkeren Ausbau der Erneuerbaren Energien. Zur Erzeugung dieser Kraftstoffe wird Strom aus Erneuerbaren Energien in flüssige oder gasförmige Kraftstoffe umgewandelt. Dazu gehören etwa Wasserstoff aus der Elektrolyse sowie synthetisches Methan und synthetische Flüssigkraftstoffe, für die Wasserstoff zusammen mit Kohlenstoffdioxid in einem Syntheseprozess weiterverarbeitet wird. Ihr Einsatz ist erst in Zukunft bei einem sehr hohen Anteil Erneuerbarer Energien energiewirtschaftlich sinnvoll, und auch nur, weil insbesondere im Luft- und Seeverkehr keine Alternativen sichtbar sind.

Im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen ist der Einsatz von Wasserstoff in Brennstoffzellen-PKW mit mindestens dem doppelten Strombedarf verbunden. Ursache hierfür ist ein deutlich höherer Strombedarf aufgrund von Verlusten bei den chemischen Herstellungsprozessen der Kraftstoffe sowie durch deutlich geringere Wirkungsgrade bei den Verbrennungsfahrzeugen.<sup>4</sup>

Auch bei der Emission von Treibhausgasen in Bezug auf den gesamten Produktionszyklus weisen Elektrofahrzeuge die durchweg niedrigsten gesamten Treibhausgas (THG)-Emissionen auf. Eine Ausnahme stellt das Brennstoffzellen-Elektrofahrzeug dar. Mit konventionellem Strom betrieben, sorgt der Betrieb für etwa

---

<sup>1</sup> Vgl. [\(Alvarez, et al., 2018\)](#)

<sup>2</sup> Vgl. [\(Zhang, et al., 2020\)](#)

<sup>3</sup> Vgl. [\(Umweltbundesamt, Emissionsdaten, 2022\)](#)

<sup>4</sup> Vgl. [\(Kasten, Blanck, Loreck, & Hacker, 2013\)](#)

gleich hohe THG-Emissionen wie ein konventionell betriebenes Fahrzeug. Um mit diesem Fahrzeugtyp wesentliche THG-Reduktionen gegenüber konventionellen Antrieben zu erreichen, muss der Wasserstoff aus regenerativen Quellen stammen. Die Werte von batterieelektrischen Fahrzeugen können mit Brennstoffzellen-Elektrofahrzeugen nicht erreicht werden.<sup>5</sup>

Beim Einsatz von synthetischem Methan liegt der Strombedarf bei heute verfügbaren Technologien, aus den gleichen Gründen wie beim Wasserstoff, bezogen auf die gleiche Fahrleistung mindestens fünf Mal so hoch. Die vollständige Nutzung von synthetischem Methan im Straßenverkehr würde mehr Strom benötigen als heute alle Stromnachfrager in Deutschland zusammen verbrauchen.<sup>6</sup>

Synthetische, strombasierte Kraftstoffe werden häufig auch als Klimaschutzoption im Rahmen der Sektorenkopplung von Strom- und Verkehrssektor ins Spiel gebracht. Studien zeigen jedoch, dass die langfristige Stromspeicherung in Wasserstoff erst bei hohen erneuerbaren Anteilen energiewirtschaftlich sinnvoll ist. Auch übertrifft der Energiebedarf des Verkehrssektors die aus Speichergründen notwendige Menge an synthetischen Energieträgern um ein Vielfaches. Die Nutzung nachhaltiger, synthetischer Kraftstoffe wäre also mit einem enormen Ausbau erneuerbarer Stromkapazitäten verbunden.

---

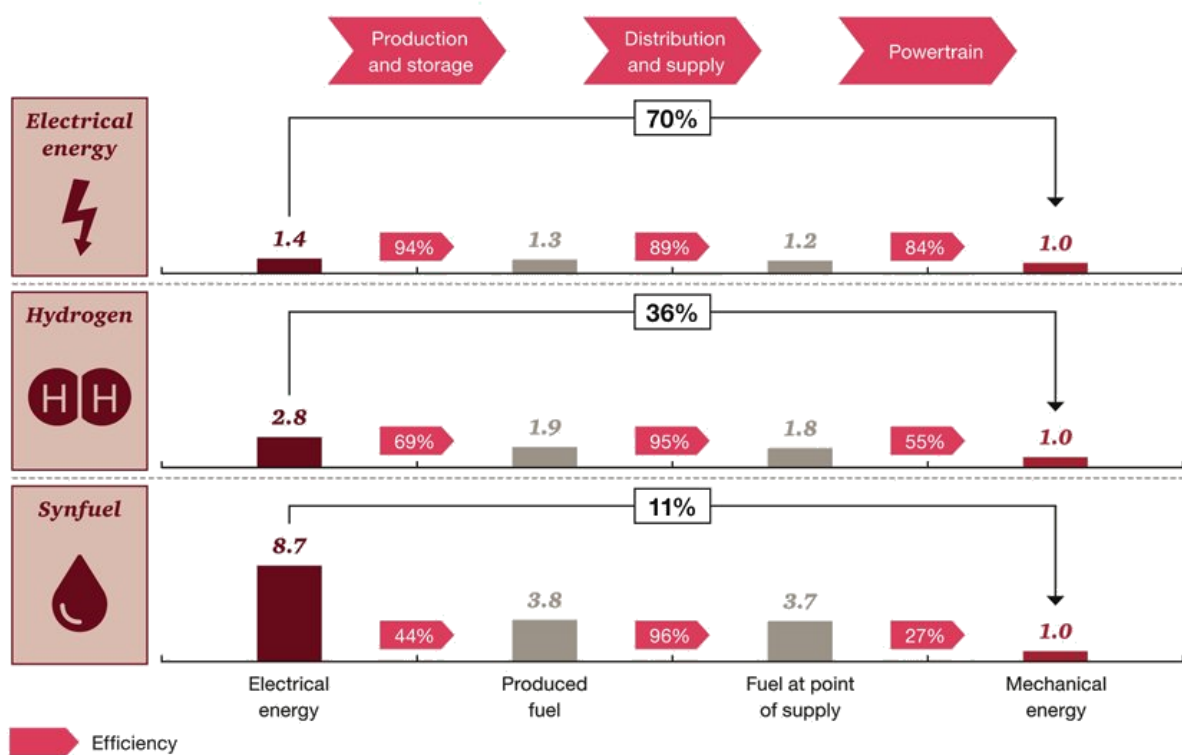
<sup>5</sup> Vgl. [\(Pötscher, et al., 2014\)](#)

<sup>6</sup> Vgl. [\(Öko-Institut e.V., 2016\)](#)

Erste Analysen zum globalen Potenzial an synthetischen Kraftstoffen existieren zwar, Nachhaltigkeitsaspekte hinsichtlich der Flächen- und Wasserverfügbarkeit sowie sozialer Effekte und der politischen Stabilität an möglichen Produktionsstandorten sind – ähnlich wie bei der Diskussion um Biokraftstoffe vor einigen Jahren – bisher wenig betrachtet worden. Eine Potenzialabschätzung für nachhaltig produzierte synthetische Kraftstoffe und ihren möglichen Beitrag zum Klimaschutz ist im globalen Maßstab aus diesen Gründen bisher nicht möglich.<sup>7</sup>

## Große Effizienz-Unterschiede

Energieeffizienz und Energiebedarf in der Produktionskette von CO<sub>2</sub>-neutralen<sup>1</sup> Brennstoffen pro Kilowattstunde mechanischer Energie



1 | Vorausgesetzt ist die Nutzung CO<sub>2</sub>-neutralen Stroms in der gesamten Produktionskette

Abbildung 4.1: Energieeffizienz und Energiebedarf alternativer Kraftstoffarten<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Vgl. (Kasten P., 2017)

<sup>8</sup> Vgl. (Sorge, Die desaströse Energiebilanz des Wunderdiesels, 2017)

## Wenn alle deutschen Autos CO2-neutral führen ...

Zusätzlicher Strombedarf (nur für Fahrbetrieb) in Prozent

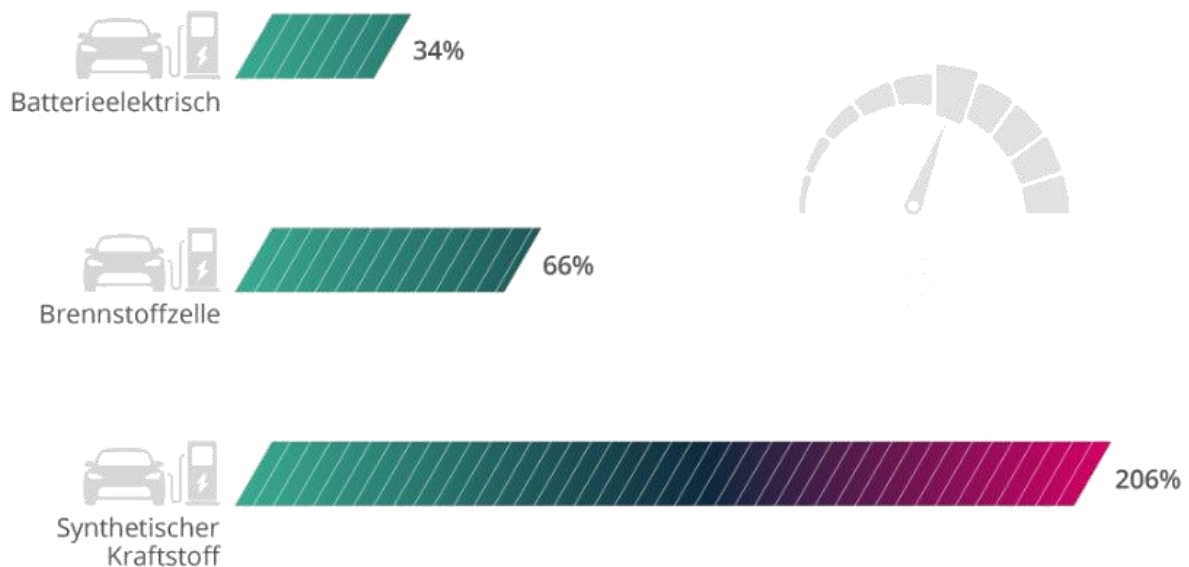


Abbildung 4.2: Zusätzlicher Strombedarf alternativer Kraftstoffarten<sup>9</sup>

Zusammenfassend zeigt sich somit deutlich, dass die Klimaziele für den motorisierten Individualverkehr (MIV) im Massensegment Pkw, bis auf wenige lokale Ausnahmen, nur über den batterieelektrischen Antrieb erreicht werden können. Die großen Hersteller (OEM) haben diese Entwicklung bereits aufgenommen. Weltweit liegt der Fokus der OEM bei der Pkw-Entwicklung auf dem batterieelektrischen Antrieb und hierbei im Schwerpunkt auch auf der reinen batterieelektrischen Variante (BEV).<sup>101112</sup>

Wegen seiner geringen und stark von der Nutzung abhängigen Klimawirkung, steht der Plug-In-Hybrid stark in der Diskussion.<sup>1314</sup>

Während Daimler sich künftig aus diesem Segment verabschieden wird, verfolgt VW hier derzeit noch eine andere Strategie. Es wird sich zeigen, inwieweit mit der neuen Regierung Änderungen an der Förderung erfolgen. Wirtschaftlich ist der PHEV auch

<sup>9</sup> Vgl. Ebenda

<sup>10</sup> Vgl. (Holdenried, [www.businessinsider.de](http://www.businessinsider.de), 12)

<sup>11</sup> Vgl. [\(Watson, 2012\)](#)

<sup>12</sup> Vgl. [\(ADAC, 2021\)](#)

<sup>13</sup> Vgl. [\(Lang, 2021\)](#)

<sup>14</sup> Vgl. [\(Buchenau, 2021\)](#)

heute schon im Vergleich mit einem BEV nicht konkurrenzfähig. Aufgrund der enormen Entwicklungsschritte in der Batterieforschung und den schlechten Klimawerten des PHEV, ist mit großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass das PHEV keine langfristige Zukunft haben wird.<sup>151617</sup>

Die Entwicklungen der letzten 10 Jahre zeigen eine kontinuierlich anwachsende Bedeutung der Elektromobilität. Bis auf leichte Schwankungen sind die Zulassungszahlen in diesem Segment exponentiell um ca. 70% jährlich angestiegen. Im September 2021 stieg gem. der Zahlen des Kraftfahrtbundesamts (KBA), der Anteil von Elektrofahrzeugen an den Neuzulassungen auf 29,8 % (17,1 % BEV / 12,7 % PHEV) und lag damit erstmals deutlich über den Werten für reine Dieselantriebe mit 15,9 % und schon nah an denen der Benziner mit 35,9 %. Das Ziel des Bundes zur Erreichung der Klimaziele liegt bei 15.000.000 Elektrofahrzeugen bis 2030<sup>18</sup>, was einem Anteil am Gesamtfahrzeugbestand von rd. 30 % entspricht. Bei der aktuellen Dynamik ist jedoch von einer deutlich schnelleren Entwicklung auszugehen.

Neben aktuellen Lieferengpässen in der Industrie wird diese Entwicklung maßgeblich vom Aufbau der zur Energieversorgung der Fahrzeuge notwendigen Ladeinfrastruktur beeinflusst.

---

<sup>15</sup> Vgl. [\(Plank, 2021\)](#)

<sup>16</sup> Vgl. [\(Merten, 2021\)](#)

<sup>17</sup> Vgl. [\(Autohaus, 2021\)](#)

<sup>18</sup> Vgl. [\(Tagesschau, 2022\)](#)



## 4.1.2 Ladeinfrastrukturbedarf

Der Ladeinfrastrukturbedarf ermittelt sich aus den definierten Fahrzeugladestandorten, der individuellen Lademenge sowie der möglichen Ladezeitfenster.



Abbildung 4.3: Fahrzeugstandorte mit SOLL-Zustand der Fahrzeuge je Standort

In Abbildung 4.3 sind auf Grundlage der Standortanalyse (siehe Kap. 3.4) insgesamt 15 Standorte abgebildet worden, welche alle Fahrzeuge in einem zweiminütigen Fußweg erreichbar werden lässt. Um den Ladebedarf aller Fahrzeuge an dem jeweiligen Standort zu ermitteln, wurde der individuelle Tagesenergieverbrauch auf die möglichen Ladezeiträume verteilt, um somit die benötigte Ladeleistung zu ermitteln.

Nr. gemäß Fuhrpark-strukturliste	Abteilung	Fahrzeug	Durchschnittliche Tagesfahrleistung	Energiebedarf pro Tag <sup>19</sup>	möglicher Ladezeitraum	mögliche Ladezeit	Mindest-ladeleistung
15	Amt 40	VW Caddy	22 km	5 kWh	20:00-07:00	11h	0,6 kW
16	Amt 40	Fiat Doblo	14 km	3 kWh	20:00-07:00	11h	0,4 kW
17	Amt 40	Fiat Doblo	9 km	2 kWh	20:00-07:00	11h	0,3 kW
18	Amt 40	Fiat Doblo	9 km	2 kWh	20:00-07:00	11h	0,3 kW
40	51/8	Toyota Yaris	20 km	4 kWh	20:00-07:00	11h	0,5 kW
64	BIT	Citroen Berlingo	15 km	3 kWh	20:00-07:00	11h	0,4 kW
65	BIT	Citroen Berlingo	25 km	5 kWh	20:00-07:00	11h	0,6 kW
66	BIT	Citroen Berlingo	14 km	3 kWh	20:00-07:00	11h	0,4 kW
67	BIT	VW Caddy	22 km	5 kWh	20:00-07:00	11h	0,6 kW
69	BIT	BMW 1er	103 km	21 kWh	09:00-15:00	6h	11 kW
94	BIT	Dummy	41	9 kWh	09:00-15:00	6h	11kW
<b>mind. Anschlussleistung (Nacht)</b>							<b>4,1 kW</b>
<b>mind. Anschlussleistung (Tag)</b>							<b>22 kW</b>

Tabelle 4-1: Leistungsberechnung am Standort 11: Friedrich-Ebert-Straße 33

<sup>19</sup> Der Energiebedarf pro Tag beinhaltet die Ladeverluste von mind. 20 % im AC-Ladebereich



In der Tabelle 4-1 ist beispielhaft am Standort 11 „Friedrich-Ebert-Straße 33“ der Mindestladebedarf errechnet worden. Das Fahrzeug 94 dient dabei als Dummy-Fahrzeug, dem eine private Nutzung zugeschrieben wird.

$$\text{tägl. Mindestladeleistungsbedarf}_{PKW} [kW] = \frac{\text{tägl. Energiebedarf}_{PKW} [kWh] * \text{Ladeverluste} [\%]}{\text{mögliche Ladezeit} [h]}$$

Wendet man die Formel für den täglichen Mindestleistungsbedarf in der Tabelle 4-1 an, ist festzustellen, dass bei dem Fahrzeug mit der Nr. 69 ein erhöhter Ladebedarf von 11kW angegeben ist. Dieser Wert liegt deutlich über dem errechneten Wert von 4,2 kW. Dieser Sachverhalt lässt sich auf die Tatsache zurückführen, dass es sich hierbei um einen priorisierten Dienstwagen mit privatem Nutzungsanteil handelt. Dieser daraus resultierende Ladepunkt ist somit ausschließlich für die Dienstwageneigentümer\*in reserviert und wird zu jedem Zeitpunkt 11kW Ladeleistung bereitstellen können. Die gleiche Logik gilt demnach auch für das Dummy-Fahrzeug. Auf Basis dieser Berechnung ergibt sich eine maximale Anschlussleistung von 22 kW tagsüber & 4,1 kW nachtsüber. Es kann somit an diesem Standort zu jedem Zeitpunkt von einer maximalen Anschlussleistung von 22 kW ausgegangen werden und somit kann jedes der aufgelisteten Fahrzeuge vollständig nachgeladen werden.

### **4.1.3 Technische Aspekte beim Aufbau der Ladeinfrastruktur und Fahrzeugbeschaffung**

#### **4.1.3.1 Technische Aspekte Ladeinfrastruktur**

##### **4.1.3.1.1 Lastmanagement**

Das Lastmanagement ist eine Regelung für Ladestationen von Elektroautos mit dem Ziel, die an einem Anschluss verfügbare Leistung optimal zu verteilen und Lastspitzen zu vermeiden. Ein Lastmanagement ermöglicht ein paralleles Laden von Elektrofahrzeugen. Hierbei wird der Ladevorgang in Bezug auf den Ladebedarf des Fahrzeugs, die maximal mögliche Dauer des Ladevorgangs, die maximal mögliche Ladeleistung des Fahrzeugs und die am Standort zur Verfügung stehenden Anschlussleistungen optimiert.

Über das Lastmanagement kann somit die Leistungsbereitstellung bedarfsorientiert gesteuert werden. So kann z.B. einem Fahrzeug mit einem hohen Nachladebedarf und

kurzer Ladezeit temporär mehr Leistung bereitgestellt werden. Diese Leistung wird dann bei anderen Ladevorgängen, die einen geringen Ladebedarf und mehr Ladezeit haben, reduziert.

Bei geringen Leistungsreserven kann dann der Leistungsbedarf des Netzanschlusses auf Grundlage des unter 4.1.2 ermittelten Leistungsbedarfs ausgelegt und der Gleichzeitigkeitsfaktor entsprechend angepasst werden.

Der Gleichzeitigkeitsfaktor dient zur Abschätzung, wie stark ein Versorgungssystem typischerweise ausgelastet wird, um dies passend zu dimensionieren. Gemäß der DIN VDE 0100-722 ist bei der Auslegung der Stromnetze in einem Gebäude zunächst davon auszugehen, dass alle Ladestationen für Elektroautos gleichzeitig genutzt werden (Gleichzeitigkeitsfaktor = 1). Dies bedeutet, dass bei einem Ladepunkt, der grundsätzlich auf eine Leistung von bis zu 11 kW ausgelegt ist, auch die Auslegung für den Netzanschluss, aufgrund dieser Vorgaben, bei 11 kW liegt. Bezogen auf das o.g. Beispiel für den Standort 11, Friedrich-Ebert-Straße 33 in Tabelle 4-1, würde dies bedeuten, dass bei 10 Ladepunkten der Netzanschluss auf 110 kW ausgelegt werden müsste.

Durch den geringen Nachladebedarf der Fahrzeuge (mind. Anschlussleistung (Nacht) liegt der maximale Gleichzeitigkeitsfaktor bei der Nutzung einer Laststeuerung, bzw. Lastmanagement, aber weit darunter ( $12,6\text{kW} / 110\text{ kW} = 0,11$ ). Da der Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 gemäß der Norm bei Vorhandensein einer Laststeuerung reduziert werden darf, kann so die Auslegung des Netzanschlusses von 110 kW auf 12,6 kW reduziert werden. Da alle Ladepunkte aber auf bis zu 11 kW ausgelegt sind, kann durch ein dynamisches Lastmanagement die Anschlussleistung von 12,6 kW dynamisch verteilt werden. Dies wäre möglich, wenn z.B. nicht alle Fahrzeuge laden müssen, bzw. ein Fahrzeug (z.B. Ordnungsdienst oder Fahrzeug mit privater Nutzung) bevorzugt werden soll.

Beispiel:

- 1 Fahrzeug: 11 kW Ladeleistung
- 2 Fahrzeuge: 6,3 kW Ladeleistung
- 3 Fahrzeuge: 4,2 kW Ladeleistung
- 4 Fahrzeuge: 3,15 kW Ladeleistung

Sollten die Ladepunkte später ggf. auch für Fahrzeuge genutzt werden, die neben der dienstlichen Nutzung zusätzlich im Carsharing eingesetzt werden, ist es notwendig, die betroffenen Ladepunkte für eine perspektivische Leistung von 11 kW bei Gleichzeitigkeitsfaktor 1 auszulegen. Je nach verfügbaren Netzkapazitäten kann mit Blick auf das Carsharing auch eine Leistung von 7,4 kW bei Gleichzeitigkeitsfaktor 1 angesetzt werden.

Es kann zudem sinnvoll sein, das Lastmanagement über den Gesamtenergiebedarf des Gebäudes als sogenanntes dynamisches Lastmanagement zu steuern. Da die Grundladung der Fahrzeuge in der Nacht erfolgt, besteht bei den Gebäuden oft nur ein geringer Leistungsbedarf. Somit sind die Leistungsreserven höher und der Ladeinfrastruktur kann über das Lastmanagement mehr Leistung bereitgestellt werden als tagsüber.

Insgesamt besteht somit über das Lastmanagement gerade bei Standorten mit geringen Leistungsreserven die Möglichkeit, eine oft kostenintensive Erweiterung des Netzanschlusses zu vermeiden.

#### 4.1.3.1.2 Ladestation

Unabhängig von dem unter 4.1.2 ermittelten Leistungsbedarf sollten die Ladestationen grundsätzlich mit einer technischen Leistung von bis zu 11 kW (3x230V,16A) nach Norm ISO 15118 angeschlossen werden. Je nach Gegebenheit am jeweiligen Standort kann dann die Leistung je Ladepunkt über ein statisches oder dynamisches Lastmanagement an den unter 4.1.2 ermittelten Leistungsbedarf, bzw. die am Anschlusspunkt verfügbaren Netzkapazitäten, angepasst werden. Dadurch ist es möglich, einzelnen Ladepunkten im Rahmen der verfügbaren Leistungsreserven temporär auch höhere Ladeleistungen von bis zu 11 kW/AC zur Verfügung zu stellen. Somit kann ein Maximalmaß an Flexibilität bereitgestellt werden. Die Art der einzurichtenden Ladestation (Wallboxen/Ladesäulen) wird von den jeweiligen standortspezifischen Gegebenheiten bestimmt. Grundsätzlich sollten aus Kostengründen Wallboxen präferiert werden. Ferner ist es sinnvoll Wallboxen mit angeschlagenen Kabeln zu verwenden (siehe Abbildung 4.4, rechts). Diese werden somit bei einer regelmäßigen Prüfung von technischen Geräten nach DGUV V3 kontrolliert. Die Alternative ohne angeschlagenes Kabel hingegen, bedarf einer Aufnahme der Kabel innerhalb dieser Prüfung und kann somit den Prüfprozess künstlich erschweren.



Abbildung 4.4: Links: Wallbox mit angeschlagenem Kabel, Rechts: ohne angeschlagenem Kabel<sup>20,21</sup>

<sup>20</sup> Vgl. [\(Heidelberg Wallbox, 2022\)](#)

<sup>21</sup> Vgl. [\(Micromatic, 2022\)](#)



Abbildung 4.5: Mobiles Ladegerät mit CEE- und Schukosteckverbinder<sup>22</sup>

Über eine Lösung mittels CEE-/Schuko-Steckersystem in Kombination mit mobilen Ladegeräten, wie es in Abbildung 4.5 zu erkennen ist, ist aus zweierlei Hinsicht abzuraten. Durch die Verwendungsart ist es nicht möglich, ein Lademanagement und somit die Reduzierung der Gesamtanschlussleistung zu gewährleisten (siehe auch Kapitel 4.1.3.1.1). Es scheinen zwar anfänglich hohe Investitionskosten der Wallbox auszubleiben, tatsächlich verlagern sich die Kosten aber auf die kostenintensiven mobilen Ladegeräte in Kombination mit den ohnehin anfallenden Elektroinstallationen. Es ist ferner dringend davon abzuraten, eine Schuko-Steckverbindung als dauerhafte Ladelösung zu verwenden. Durch die weitverbreiteten Schuko-Steckdosen, welche nicht für so hohe Ladeleistungen über längere Zeiträume ausgelegt sind, kann es gerade bei älteren Elektroverteilungen zu Bränden kommen. Des Weiteren kann kein Kraftstoff-Controlling ohne technischen Mehraufwand und damit anfallenden Kosten ermöglicht werden. Um dennoch die Energiemenge erfassen zu können, müsste jede einzelne CEE-Steckdose bzw. Ladepunkt mittels separatem Energiezähler ausgerüstet werden.

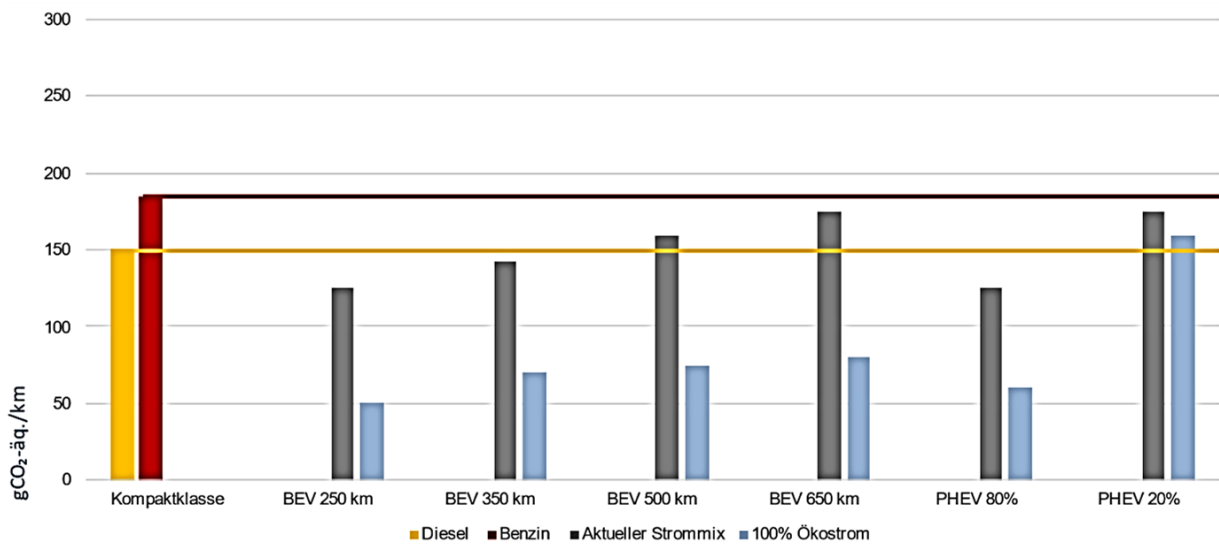
---

<sup>22</sup> Vgl. [\(Mobilityhouse, 2022\)](#)

### 4.1.3.2 Technische Parameter für die Fahrzeugbeschaffung

#### 4.1.3.2.1 Akkukapazität und Ladeleistung

Elektrofahrzeuge unterliegen dem Irrglauben, zum heutigen Zeitpunkt in jeglicher Hinsicht eine geringere Klimawirkung (**Global Warming Potential**) aufzuweisen. In Abbildung 4.6 sind hierfür batterieelektrische Fahrzeuge mit unterschiedlichen Akkukapazitäten, bezogen auf Ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck über den gesamten Lebenszyklus, abgebildet.



Werte bezogen auf die Gesamtlebensdauer

Lebensfahrleistung 300.000 km

Fahrprofil 30 % innerorts, 40 % außerorts, 30 % Autobahn

Abbildung 4.6: Lifecycle Betrachtung von BEV in Abhängigkeit der Batteriegröße<sup>23</sup>

Zu erkennen ist, dass bei zunehmender Akkukapazität auch der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ansteigt. So haben Fahrzeuge mit Reichweiten über 350 Kilometern zum heutigen Stand dieselben klimaschädlichen Ausstöße, wie ihre Konkurrenten Diesel- bzw. Ottomotoren. Neben der Tatsache, dass der Plugin-Hybrid immer mehr an politischem Interesse verliert und schon heute ein Auslaufmodell bei Förderungen darstellt, zeigt die Grafik den deutlichen Unterschied bei der Nutzung solch eines Fahrzeuges. So ist zu erkennen, dass, bei einem elektrischen Fahranteil von nur 20 %, der Plug-in-Hybrid gegenüber dem Dieselfahrzeug schlechter abschneidet.

In Kapitel 3.2.4 wurde bei der Fahrzeugklasse Transporter/Van der höchste tägliche Energiebedarf in Höhe von 24 kWh ermittelt. Auf Basis dieses maximalen

<sup>23</sup> Vgl. [\(Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2020\)](#)

Verbrauchwertes und in Kombination mit dem Wissen, dass kleinere Akkumulatoren umweltfreundlicher sind, reicht eine Akkukapazität von mindestens 30 kWh (netto) für alle 93 Fahrzeuge aus. Dieser Kapazitätswert wird zum heutigen Zeitpunkt schon überboten, wie man in Abbildung 4.7 erkennen kann.



Fahrzeug / Daten		Ford Transit	Ford E-Transit (BEV)	Mercedes eVito (BEV)
Reichweite elektrisch (WLTP)		-	317 km	314 km
Batteriekap. (netto)		-	68 kWh	60 kWh
Ladeleistung (max.) AC/DC		-	11 kW / 115 kW	11 kW / 50 kW
Verbrauch / 100 km (WLTP)	Strom	-	21,5 kWh	25,2 kWh
	Benzin	-	-	-
	Diesel	80,58 kWh (7,9 l)	-	-

Abbildung 4.7: Vergleich der technischen Parameter von Transportern

Ferner ist bei der Beschaffung von batteriebetriebenen Fahrzeugen auf die passende Ladeleistung zu achten. Sie definiert die Ladezeit, welche sich über folgende Formel errechnen lässt:

$$Ladezeit [h] = \frac{Batteriekapazität (netto) [kWh] * \frac{(100 + Ladeleistungsverluste^{24} [\%])}{100}}{durchschnittliche Ladeleistung}$$

$$Ladezeit [h] = \frac{60kWh * \frac{(100 + 20)}{100}}{11kW} = 6,5h$$

<sup>24</sup> AC Ladung: 10-25%, vgl. [\(ADAC, 2020\)](#); DC Ladung: stark fahrzeugspezifisch

## Volkswagen ID.3 Pro

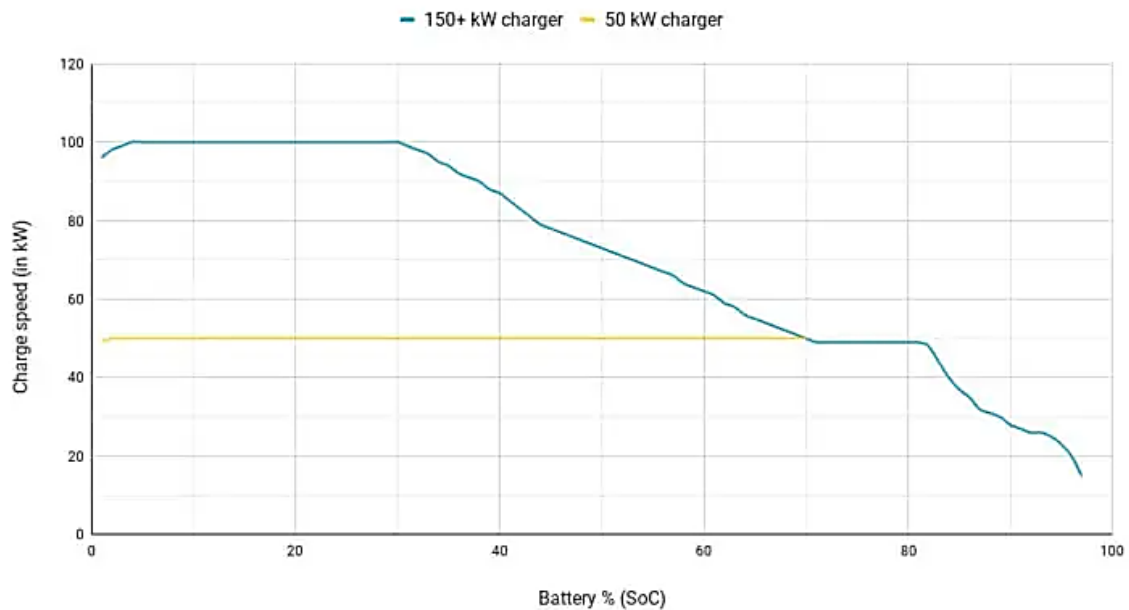


Abbildung 4.8: DC Ladekurve eines Volkswagen ID.3<sup>25</sup>

Die Ladeleistung bildet über die gesamte Ladezeit eine nicht lineare Eigenschaft. Dies fällt vor allem im Schnellladebereich (DC-Laden) mit hohen Strömen ins Gewicht. Ein Beispiel ist in der Abbildung 4.8 zu sehen. Hier sind zwei DC-Ladepkurven (150 kW, 50 kW) des Volkswagen ID.3 zu sehen. Beide Kurven weisen in den letzten 20 % einen erheblichen Ladeleistungseinbruch auf. Dies liegt an der technischen Ladeeigenschaft eines Lithium-Ionen-Akkumulators, welcher ab ca. 80 % Ladestand von CC (Constant Current, z. dt. konstanter Strom) auf CV (Constant Voltage, z. dt. konstante Spannung) umstellt. Somit nimmt der Akku in den letzten 20 % bei konstanter Spannung nur noch einen „Wohlfühl“-Strom an, welcher mit steigendem Ladestand immer weiter absinkt. Diese letzten 20 % sind deshalb zeitlich nicht beeinflussbar. Im AC-Ladebereich fällt dieser Effekt aufgrund der kleinen Ströme eher gering aus. Verfolgt man die Ladepkurve in Abbildung 4.8 ist zu sehen, dass annähernd bei ca. 97 % noch mind. 15 kW Ladeleistung herrschen. Oft werden die DC- und vereinzelt auch die AC-Lademöglichkeiten als Zusatzoptionen verschiedener Fahrzeugfirmen verkauft. Hierbei ist dringend darauf zu achten, dass das Fahrzeug für seinen spezifischen Anwendungszweck die gegebene Ladeleistung erreichen kann.

<sup>25</sup> Vgl. [\(Drehmoment, 2022\)](#)



Bezogen auf den Ladebedarf aller 93 Fahrzeuge, welche beispielhaft in Kapitel 4.1.2 und in den Standortbewertungsbögen im Anhang zu finden sind, reicht bei allen Fahrzeugen ohne private Nutzung eine technische Ladeleistung des Fahrzeugs von 11 kW AC und 50 kW DC aus. Bei Fahrzeugen mit privater Nutzung ist aufgrund einer Nutzung auf der Fernstrecke eine DC Leistung von  $\geq 100$  kW sinnvoll.

#### **4.1.3.2.2 Wartungsrelevante Komponenten**

Elektroautos unterscheiden sich in ihren technischen Merkmalen von denen eines herkömmlichen Verbrennerfahrzeugs. Prinzipiell sind batterieelektrische Fahrzeuge durch ihren wartungsarmen, bis freien Antriebsstrang kaum pflegebedürftig. So fallen im Alltag die Kontrolle des Motorenöls oder des Kühlwassers gänzlich weg. Trotz entfallenden Motorenöls, welches zur Schmierung der beweglichen Teile in Verbrennungsmotoren benötigt wird, entfällt auch bei Elektrofahrzeugen Schmieröl auf das Differential- als auch auf das Untersetzungsgetriebe. Irrtümlicherweise geben Hersteller an, dass solch ein Ölwechsel innerhalb der Lebenszeit nicht notwendig ist. Hierbei orientiert sich der Begriff „Lebenszeit“ in den allermeisten Fällen auf eine maximale Fahrleistung. In den allermeisten Fällen ist diese Fahrleistung ferner 150.000 km und verlangt daher, gerade im Leasing, keinen Wechsel. Ebenso befindet sich in allen Elektroautos ein 12 V Bleisäureakku, welcher das Auto in bestimmten Fällen vom Hochvoltsystem trennen soll. Dieser Akku, fälschlicherweise als Bleisäurebatterie betitelt, unterliegt denselben Wartungsempfehlungen wie die eines Verbrennerfahrzeugs. Elektrofahrzeuge müssen ihre Heiz- sowie Kühlleistung separat erzeugen, welche bei einem Verbrenner als Nebenprodukt des Verbrennungsprozesses entsteht. Dies wird über ein Klimagerät (Wärmepumpe) bewerkstelligt. Im Wesentlichen unterscheidet sich diese Wärmepumpe nicht von der herkömmlichen Fahrzeugklimaanlage. Auch hier fallen somit regelmäßige Wartungsintervalle nach Herstellerfirma an. Durch die Funktion der Nutzbremse (Rekuperation), weisen auch Bremsscheiben sowie dessen Beläge eine längere Lebenszeit auf, wenn auch die Kosten der Ersatzteile aufgrund des notwendigen Korrosionsschutzes erhöht sind. Ferner unterliegen Elektroautos aufgrund ihres hohen, konstanten Drehmomentverhaltens einem erhöhten Reifenverschleiß und bedürfen deshalb einer speziellen Reifenzusammensetzung, um somit den erhöhten Abrieb und der damit einhergehenden Feinstaubbelastung zu minimieren.

Prinzipiell fallen somit bei allen Elektroautos folgende Wartungen an:

- Reifenwechsel (häufig)
- Auffüllen des Scheibenreinigungswassers (nach Bedarf)
- Luftraumfilter (nach Bedarf)
- Klimaanlagecheck (moderat)
- Wechsel von Bremsbelägen/Scheiben (selten)
- Wechsel von Schmierölen (sehr selten)

Aus der Reduktion von kostenintensiven Wartungsbestandteilen fallen somit auf den Lebenszyklus eines Elektrofahrzeugs geringere Wartungskosten gegenüber eines Verbrennerfahrzeuges an, welche aufgrund fehlender Bauteile auch in der Instandhaltung erwartet werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass über alle Fahrzeugklassen hinweg Einsparpotenziale in den Vollkosten erwartet werden können. Dies spiegelt sich auch in den prognostizierten Kosten des ADAC-Autokostenrechners wider.

## **4.2 Organisatorische Konzeptionierung**

### **4.2.1 Beschaffungsprozess in Kommunen**

Bei der Elektrifizierung des städtischen Fuhrparks kommt der Beschaffungsstrategie eine hohe Aufmerksamkeit zuteil. Die Allianz für nachhaltige Beschaffung des Umweltbundesamts hat dafür einen Leitfaden veröffentlicht, der als Unterstützung dienen und die Vorgehensweise bei der Beschaffung von E-Fahrzeugen für den städtischen Fuhrpark erläutern soll.

Der Leitfaden empfiehlt eine Bedarfsanalyse durchzuführen, in der der Beschaffungsgegenstand und das Ziel der Beschaffung festgelegt wird. Der Auftraggeber entscheidet, welche Art von Elektrofahrzeug er beschaffen möchte und wie der Vorgang organisiert und durchgeführt werden soll. Infolgedessen soll eine Wirtschaftlichkeitsanalyse prüfen, welche Haushaltsmittel zur Verfügung stehen und welche finanziellen Möglichkeiten bestehen. Dies hat unter anderem Auswirkungen darauf, wie viele Elektrofahrzeuge beschafft werden können, welche Reichweite sie haben oder welcher Effizienzklasse sie angehören. Dabei sollte nicht nur der Kaufpreis berücksichtigt, sondern die gesamten Lebenszykluskosten analysiert werden. Da der für eine Strecke benötigte Strom wesentlich günstiger ist als Benzin oder Diesel für eine vergleichbare Strecke, kann solch eine Lebenszykluskostenanalyse bei Elektrofahrzeugen erheblich sein. Diese Analyse kann durch das Instrument des TCO-Rechners durchgeführt werden. Der Total Cost-of-Ownership (TCO) ist ein ganzheitlicher Ansatz, der alle anfallenden Kosten im gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeuges berücksichtigt und damit eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Kommunen und Unternehmen bei anstehenden Fahrzeuganschaffungen darstellt.

Es können zudem auch qualitativ-strategische Kriterien bei der Entwicklung einer Beschaffungsstrategie herangezogen werden. Dies kann beispielsweise ein festgelegter durchschnittlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß für den städtischen Fuhrpark sein, der erreicht werden soll, oder es werden Aspekte wie die Eindämmung von Lärmemissionen berücksichtigt.

Darüber hinaus sind die Mindestquoten des Gesetzes über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge zu beachten. Mit dem Gesetz 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 Vorgaben gelten seit dem 2. August 2021 und verpflichten die öffentliche Hand sowie für einzelne Dienstleitungen auch eine Auswahl bestimmter privatrechtlich organisierter Akteure (z.B. Post- und Paketdienste, Stadtreinigung) dazu, dass ein Teil der angeschafften Fahrzeuge zukünftig emissionsarm oder -frei sein muss.

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 <sub>2</sub> / km, 80% Luftschadstoffe (Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte nach RDE)	ab 2026: 0 g CO <sub>2</sub> / km, k.A. zu Luftschadstoff- emissionen	38,5 %	
leichte Nfz (< 3,5 t zGM)	50 g CO <sub>2</sub> / 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 % *

Abbildung 4.9: Vorgaben des Gesetzes über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge<sup>26</sup>

Im Anschluss daran sind die Rahmenbedingungen bei der Einführung von Elektromobilität vorab zu klären, die unter anderem die Verfügbarkeit und Verteilung der Ladeinfrastruktur und die anstehenden Wartungs- und Reparaturleistungen mit einbeziehen.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Vgl. [\(Bundesministerium für Digital und Verkehr, 2022\)](#)

<sup>27</sup> Vgl. [\(Allianz für nachhaltige Beschaffung, 2015\)](#)



Abbildung 4.10: Bedarfsanalyse Beschaffungsprozess<sup>28</sup>

Im Folgenden werden einige Beispiele der Beschaffungsprozesse von Kommunen dargestellt. Die Grundlage für die Recherche bieten Elektromobilitätskonzepte, die die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) online zur Verfügung stellt. Ein Beispiel für eine Beschaffungsstrategie ist die Beweislastumkehr, die als erstes von der Stadt Hamburg im Jahr 2014 eingeführt wurde. Hier muss bei der routinemäßigen Ersatzbeschaffung nicht mehr begründet werden, wieso ein Elektrofahrzeug beschafft werden soll, sondern es muss begründet werden, weshalb kein Elektrofahrzeug für die Beschaffung in Betracht kommt. So wird Elektrofahrzeugen den Vorrang vor konventionell betriebenen Fahrzeugen eingeräumt.<sup>29</sup> Die Entscheidungsgrundlage in u.a. Lüneburg und Vilsbiburg ist die Berechnung des Elektrifizierungspotenzials, bei der begutachtet wird, welche Fahrzeuge im Fuhrpark theoretisch elektrifiziert werden können. Anschließend wird geprüft, wie wirtschaftlich eine Elektrifizierung wäre. Dabei wird jedem Fahrzeug eine batterieelektrische Alternative gegenübergestellt und diese mithilfe des TCO-Rechners miteinander verglichen.<sup>30,31</sup> Andere Kommunen führten Sofortprogramme ein, die die Elektrifizierungsquote des Fuhrparks oder die Reduzierung des CO<sup>2</sup>-Ausstoßes bis zu einem bestimmten Jahr festlegen. Beispielhaft ist hier die Stadt Solingen zu nennen, die in ihrem Elektromobilitätskonzept festlegte, innerhalb eines Jahres bei 25 % der städtischen Pkws und leichten Nutzfahrzeuge einen Wechsel auf Elektroantrieb zu erreichen.<sup>32</sup>

<sup>28</sup> In Anlehnung an [\(Allianz für nachhaltige Beschaffung, 2015\)](#)

<sup>29</sup> Vgl. ebenda

<sup>30</sup> Vgl. [\(Mobilitätswerk GmbH, 2019\)](#)

<sup>31</sup> Vgl. [\(Baur, Drayß, Gehring, & Rist, 2018\)](#)

<sup>32</sup> Vgl. [\(Frehn, Schröder-Dickreuter, & Scheer, 2019\)](#)

#### **4.2.2 Organisation der Fahrzeugdisposition (internes Carsharing/ externes Carsharing)**

Zur Vereinheitlichung der Prozesse und einer grundsätzlichen Steigerung der Auslastung ist es sinnvoll, Fahrzeuge in ein übergreifendes standortbezogenes Pooling-System mit einer entsprechenden (internen) Carsharing-Software, ggf. mit der Möglichkeit zur Nutzung durch Dritte, einzubinden. Mit Hilfe einer automatisierten Dispositionssoftware kann eine hohe Auslastung des Fuhrparks sichergestellt werden. Hierbei sorgt ein hinterlegter Optimierungsalgorithmus dafür, dass die von den Nutzer\*innen eingegebenen Bedarfe mit dem passenden Fahrzeug gedeckt werden. Weiterhin ist eine einfache Bedienbarkeit von der Buchung bis zur Übernahme, bzw. Rückgabe, der Fahrzeuge wichtig. Um einen einfachen Übernahme- bzw. Rückgabeprozess zu gewährleisten, sollten Bordcomputer zum Einsatz kommen. Durch diese kann sichergestellt werden, dass mittels eines RFID-Chips (z. B. aufgebracht auf dem Führerschein) das gebuchte Fahrzeug zugänglich gemacht wird. Hierbei erfolgt die Schlüsselübergabe innerhalb des Fahrzeugs, wo sich der Schlüssel (wenn erforderlich) üblicherweise in einem Keyholder im Handschuhfach befindet. Anstatt der papiergeführten Fahrtenbücher wäre über die Software eine Digitalisierung der Fahrtenbücher empfehlenswert.

Da die Fahrzeuge i.d.R. ab dem späten Nachmittag bis zum nächsten Morgen und an Wochenenden nicht genutzt werden, kann es sinnvoll sein, die Fahrzeuge in dieser Zeit über den Carsharing-Anbieter an Bürger\*innen oder Beschäftigte zu vermieten. Dies hat den Vorteil, dass die Fahrzeuge einen Umsatz erwirtschaften, der zu einer Reduzierung der internen Kosten führen kann. So können die Beschäftigten bei Bedarf gegen Zahlung eines definierten Preises auf einen Dienst-Pkw für den Heimweg zurückgreifen, so dass sie ggf. auf einen Zweitwagen verzichten könnten. Um diesen Prozess unaufwändig und steuerlich unkritisch abbilden zu können, sollte ein Corporate Carsharing-Dienstleister für die Bereitstellung des Service eingebunden werden. Die Städte Aachen und Paderborn sowie der Schwalm-Eder und Main-Taunus-Kreis sind Praxisbeispiele für ein solches Vorgehen.<sup>33</sup>

Über die Öffnung zum öffentlichen Carsharing kann so das Carsharing-Angebot in der Stadt Bremerhaven deutlich erweitert werden, was einen positiven Einfluss auf die

---

<sup>33</sup> Vgl. [\(Bönnighausen, 2017\)](#)

verkehrliche Situation in Bremerhaven insgesamt haben kann. Dieses Konzept wird bereits seit mehreren Jahren bei der Stadt Aachen erfolgreich praktiziert.

Da 46 % aller Fahrten eine Fahrstrecke von bis zu max. 10 km aufweisen, sollte die Nutzung von Dienstzweirädern, insbesondere Pedelecs, gefördert werden. Die Pedelecs sollen zunächst zusätzlich beschafft werden, da es zur Steigerung der Akzeptanz einen freiwilligen Wechselprozess geben sollte und somit heute noch nicht prognostiziert werden kann, wie hoch die Wirkung auf den Fahrzeugbestand sein wird. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die Wetterverhältnisse und das Nutzungsverhalten in der kalten und feuchten Jahreszeit, wo i.d.R. das Kfz wieder mehr genutzt wird. Diese Maßnahme führt anfänglich nicht zu einer Kostenoptimierung, da die Zweiräder „on-top“ sind, hat jedoch positive Wirkungen in den Bereichen Umwelt und Gesundheit. Bei einer guten Annahme des neuen Angebots können perspektivisch Kfz eingespart und somit die Kosten für die betriebliche Mobilität deutlich reduziert werden. Je nach Bedarf sollten in den Zweiradpool neben klassischen Zweirädern auch Lastenräder integriert werden. Wenn möglich sollte zusätzlich auch eine Einbindung von Zweirädern in das Buchungssystem erfolgen.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist ein professionelles Management des Zweiradpools. Da aktuell auch noch Privatfahrzeuge der Beschäftigten für dienstliche Zwecke genutzt werden, sollte perspektivisch in Betracht gezogen werden, diese im Gesamtsystem ineffiziente und nicht nachhaltige Mobilitätsform durch die Erweiterung des Elektrofahrzeugpools zu substituieren. Geschieht dies nicht, wird ein großer Teil der dienstlichen Mobilität der Stadt Bremerhaven von der Elektrifizierung noch länger ausgeschlossen sein.

### 4.2.3 Stufenplan zur Umstellung des Fuhrparks

Um auf Elektromobilität umzusteigen ist es wichtig zu wissen, wann der Leasingvertrag, oder bei Kauf das geplante Nutzungsende, eines Fahrzeuges ausläuft. In Bezug auf das Kapitel 4.2.1 und das dort angesprochene Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge, müssen mindestens 38,5 % der in dieser Untersuchung betrachteten Fahrzeuge bis spätestens 2029 auf Elektromobilität umgestellt werden. Da der betrachtete Fuhrpark aus Sicht der Nutzung jedoch problemfrei umgestellt werden kann, wird eine weitreichendere (100 %) und schnellere Umsetzung empfohlen.

Um innerhalb der Organisationen und Ämter einen klaren Zeitplan zu erhalten, wurden die jeweiligen Leasingenden sowie Kauffahrzeuge (10 Jahre max. Nutzungsdauer, bzw. schnellstmögliche Elektrifizierung in Bezug auf Klimawirkung) auf einer Zeitachse grafisch dargestellt.

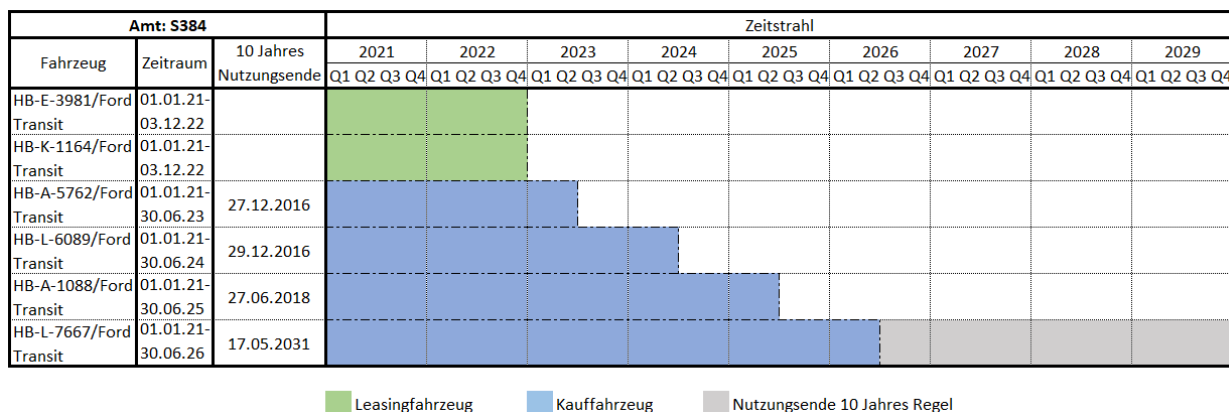


Abbildung 4.11: Beispiel anhand des Stufenplans „S384“

In Abbildung 4.11 ist die grafische Darstellung beispielhaft anhand der Organisation S384 dargestellt. Hierbei sind Kauffahrzeuge blau und Leasingfahrzeuge grün dargestellt. Zusätzlich gibt die Spalte „10 Jahres Nutzungsende“ an, wann welches Fahrzeug geplant auslaufen soll. Diese Information kommt ausschließlich bei den Kauffahrzeugen vor, da diese kein definiertes Nutzungsende besitzen. Um eine 100% Elektrifizierungsrate des Fuhrparks schnellstmöglich und bis spätestens 2029 zu ermöglichen, wurden somit diese Kauffahrzeuge in investitionsfreien Beschaffungsjahren auslaufen gelassen. Dabei sind die Kauffahrzeuge mit hohen Fahrleistungen, und somit auch absolut und prozentual mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen, als erstes ersetzt worden. Dieses Vorgehen kann zwar, auf das jeweilige Fahrzeug einzeln



betrachtet, Nachteile bei einer gesamtheitlichen Betrachtung der Ressourceneffizienz in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Produktion aufweisen, in Anbetracht der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, der Vorbildfunktion der Stadt, der Weiternutzung der Altfahrzeuge im Gebrauchtwagenbereich, ist eine einmalige Ressourcenverschwendung vertretbar zu bewerten. Erschwerend für eine schnelle Umstellung erweisen sich momentan die langen Lieferzeiten von Elektrofahrzeugen, aufgrund der aktuellen Lieferkettenprobleme infolge der COVID-19 Pandemie sowie dem Ukrainekrieg. Die Lieferzeiten belaufen sich zurzeit auf durchschnittlich 12 Monate. Somit ist es zum jetzigen Zeitpunkt sinnvoll, in Bezug auf die Organisation S384 in Abbildung 4.11, einen Ersatz für das Fahrzeug mit dem Kennzeichen HB-A-5762 zu beschaffen. Für auslaufende Leasingfahrzeuge ist ein bedenkenloser Ersatz durch ein batterieelektrisches Fahrzeug vorzusehen. In Bezug auf die Organisation S384 sollte so schnell wie möglich die Beschaffung neuer Leasingverträge mit batterieelektrischen Fahrzeugen ausgelöst werden. Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass Fördermittel bei der Beschaffung in Anspruch genommen werden. Derzeit besteht für Kommunen, da sie von der Nutzung des Umweltbonus ausgeschlossen sind, nur die Nutzung der Förderrichtlinie Elektromobilität des Bundes.<sup>34</sup> Da diese jedoch nur im Rahmen von temporären Calls genutzt werden kann, ist es sinnvoll die Beschaffungsentscheidung ergänzend zum Stufenplan an den Calls auszurichten. Herausfordernd ist dabei, dass die Calls erst kurzfristig vor dem jeweiligen Beginn von der Bundesregierung veröffentlicht werden.<sup>35</sup> Zudem sollten Fahrzeuge, die aufgrund technischer Probleme vorzeitig aus der Nutzung genommen werden müssen, als Nachbeschaffung immer mit Elektroantrieb erfolgen.

#### **4.2.4 Einrichtung einer Zentralen Organisation und Einführung eines Mobilitätsmanagements**

Es wird grundsätzlich empfohlen, langfristig ein zentrales Fuhrpark- und Mobilitätsmanagement für die Stadtverwaltung Bremerhaven einzuführen. Neben der Bündelung von Fachkompetenzen an einer Stelle, die aktuell noch verstreut in der Verwaltung zu finden sind, kommt dieser Funktion bei einer Ausweitung des Mobilitätsangebots auf Zweiräder und ein ämterübergreifendes Pool-System eine

---

<sup>34</sup> Vgl. [\(Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020\)](#)

<sup>35</sup> Vgl. [\(NOW GmbH, 2022\)](#)

wichtige Rolle zu. In der Praxis anderer Kommunen, die ein derartiges System bereits erfolgreich eingeführt haben, zeigt sich deutlich, dass es einer/einem festen, verantwortlichen „Kümmerer\*in“ bedarf, um ein derartiges System einzuführen und dauerhaft erfolgreich zu betreiben. Das zentrale Mobilitätsmanagement wird im Wesentlichen keine neuen Aufgaben ausführen, sondern nur die bisher dezentralisiert durchgeführten Prozesse an einer Stelle effizienter bündeln. Dies wird auch dann eine relevante Rolle spielen, wenn alle operativen Leistungen rund um den Fuhrpark durch einen externen Dienstleister erfolgen. Ein Mobilitätsmanagement übernimmt hierbei die Planung des Fuhrparks und die Koordination von Dienstleistern. Die nutzenden Fachbereiche haben außer der Betankung, der Reinigung bei grober Verunreinigung sowie der Meldung neuer Schäden keinerlei Verpflichtungen mehr hinsichtlich der Fahrzeuge. Eine der wichtigsten Aufgaben des Mobilitätsmanagements ist es, das Gesamtsystem einzurichten, zu betreuen und weiterzuentwickeln.

Zu den wesentlichen Aufgaben dieser zentralen Stelle sollten gehören:

- Planung und Konfiguration des Fuhrparks und Fahrzeugpools
- Organisation des Fuhrpark- und Poolmanagements  
(Pflege, Reinigung der Fahrzeuge)
- Steuerung von externen Auftragnehmer\*innen
- Überwachung der internen Kundenzufriedenheit
- Betreuung und Weiterentwicklung des Gesamtsystems
- Mitwirkung bei der Erstellung von entsprechenden  
Dienstreise- und Dienstwagen-Richtlinien
- Verwaltung von Zweirädern (Fahrräder bzw. Pedelecs) so, dass sie durch guten  
Pflege- und Wartungszustand Freude bei der Nutzung machen
- Aufbau eines Mobilitätscontrollings
- Beratung der Mitarbeiter\*innen hinsichtlich Mobilität auf dem Arbeitsweg
- Beratung der Mitarbeiter\*innen bei der Planung von Dienstreisen  
hinsichtlich Wahl des effizientesten Verkehrsmittels
- Initiieren und Umsetzen von neuen Mobilitätsangeboten  
wie JobRad, private Nutzung von Carsharing u.a.m.
- Durchführung von Mobilitätstagen an den Verwaltungsstandorten  
zur Vorstellung von Mobilitätsangeboten.

## **5 Abschließendes Fazit & weiteres Vorgehen**

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich die Umstrukturierung auf E-Mobilität bei dem untersuchten Fuhrpark problemlos umsetzen lässt. Aufgrund der geringen Tagesfahrleistungen resultiert ein geringer Energiebedarf pro Fahrzeug. In Bezug auf die geringen Fahrleistungen, Nutzungsarten und der Fahrzeugklassen lassen sich somit durch das heutige Marktangebot 100 % der Fahrzeuge durch batterieelektrische Fahrzeuge ersetzen.

Für die Umsetzung wurde ein Stufenplan entwickelt, der jedoch bei positiven Förderbedingungen in Teilen vorgezogen werden sollte.

In Absprache mit der Projektleitung Bremerhaven Stadt sind für die relevante Ladeinfrastruktur 14 potenzielle Standorte analysiert worden. Hierfür müssen im Nachgang die Eigentumsverhältnisse sowie Netzanschlusskapazitäten geprüft werden. Für die Prüfung liegen in der Anlage die jeweiligen Standortbewertungsbögen vor, welche den Mindestladebedarf aufzeigen. Die Kapazitätsreserven können mit diesen Werten beim gegenwärtigen Verteilnetzbetreiber angefragt werden. In Bezug auf den nun kurzfristig ausstehenden Fahrzeugwechsel sollte auf Basis des Stufenplans für jedes Amt und Organisation sofort eine Ersatzbeschaffung ausgelöst werden.

Grundsätzlich wird empfohlen, ein ämterübergreifendes Pooling in Kombination von Kfz und Zweirädern einzuführen, das zentral gemanagt wird. Zudem ist es sinnvoll, dies als internes Carsharing, perspektivisch unter Einbindung eines externen Carsharings, zu organisieren.

Darüber hinaus könnten der Fuhrpark und die dienstliche Mobilität der Stadtverwaltung Bremerhaven insgesamt langfristig in ein betriebliches Mobilitätsmanagement integriert werden.

## 6 Literatur- & Quellenverzeichnis

- ADAC. (22. Juli 2020). <https://presse.adac.de/>. Abgerufen am 18. Mai 2022 von <https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/technik/ladeverlust.html>
- ADAC. (25. August 2021). [www.adac.de](http://www.adac.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/mercedes-benz/mercedes-glc-fuel-cell/>
- Allianz für nachhaltige Beschaffung. (Dezember 2015). [www.nachhaltige-beschaffung.info](http://www.nachhaltige-beschaffung.info). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/DokumentAnzeigen/dokumentanzeigen.html?view=knbdownload&view=knbdownload&idDocument=1075>
- Alvarez, R., Zavala-Araiza, D., Lyon, D., Allen, D., Barkley, Z., Brandt, A., . . . Hamburg, S. (21. Juni 2018). [www.science.org](http://www.science.org). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aar7204>
- Autohaus. (13. September 2021). [www.autohaus.de](http://www.autohaus.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.fuhrpark.de/premiere-2023-vw-entwickelt-plug-in-hybride-weiter>
- Baur, M., Drayß, J., Gehring, M., & Rist, M. (Dezember 2018). Abschlussbericht Elektromobilitätskonzept Stadt Vilsbiburg. Freiburg im Breisgau. Abgerufen am 23. März 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK271-Abschlussbericht%20Elektromobilit%C3%A4tskonzept%20Stadt%20Vilsbiburg%20%28002%29.pdf](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK271-Abschlussbericht%20Elektromobilit%C3%A4tskonzept%20Stadt%20Vilsbiburg%20%28002%29.pdf)
- Bönnighausen, D. (8. November 2017). <https://www.electrive.net/>. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.electrive.net/2017/11/08/stadt-aachen-beschafft-15-neue-elektroautos/>
- Buchenau, M.-W. e. (2021). *Auslaufmodell Plug-in-Hybrid – Elektroautos setzen sich schneller durch als erwartet*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/autoindustrie-auslaufmodell-plug-in-hybrid-elektroautos-setzen-sich-schneller-durch-als-erwartet/27674006.html>
- Bundesministerium für Digitalis und Verkehr. (16. März 2022). <https://www.bmvi.de>. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive.html>

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (14. Dezember 2020). <https://www.now-gmbh.d>. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/01/BAnz-AT-24.12.2020-B3.pdf>

Cambio. (2021). *Tarife in Saarbrücken*. Abgerufen am 17. Mai 2021 von [https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms\\_f2\\_128/cms\\_f4\\_2/cms?cms\\_knschluesel=TARIFE](https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms_f2_128/cms_f4_2/cms?cms_knschluesel=TARIFE)

Connect, M. (o.J.). *Siegeszug des reinen e-Motors wird nicht kommen*. Abgerufen am 15. März 2022 von <https://www.produktion.de/nachrichten/unternehmenmaerkte/experten-siegeszug-des-reinen-e-motors-wird-nicht-kommen-120.html>

dena. (o.J.). *Alternative Antriebe führen ans Ziel*. Abgerufen am 19. März 2022 von <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/mobilitaet/kraftstofftechnologien/>

Deutsche Umwelthilfe. (19. November 2020). [www.duh.de](http://www.duh.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von FAQs on methane emissions from the gas industry: [https://www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Projektinformation/Energieende/FAQ\\_Methanemissionen\\_EN.pdf](https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieende/FAQ_Methanemissionen_EN.pdf)

Deutschland, R. (2021). *Regierungskommission: 14 Millionen E-Autos bis 2030 nötig*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.rnd.de/wirtschaft/regierungskommission-14-millionen-e-autos-bis-2030-notig-773bcd98-4e48-45a5-ac23-fd4ce68a34e1.html>

dpa. (2021). *E-Auto-Prämie: Strengere Vorgaben für Plug-in-Hybride geplant*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.autohaus.de/nachrichten/politik/e-auto-praemie-strengere-vorgaben-fuer-plug-in-hybride-geplant-2934152>

Drehmoment. (13. Juni 2022). [drehmoment.net](http://drehmoment.net). Von <https://drehmoment.net/wp-content/uploads/vw-id-3-ladekurve-729x450.jpg> abgerufen

e.V., Ö.-I. (2013). *Strombasierte Kraftstoffe im Vergleich – Stand heute und die Langfristperspektive*. Abgerufen am 22. März 2022 von <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/strombasierte-kraftstoffe-im-vergleich-stand-heute-und-die-langfristperspektive/>

- e.V., Ö.-I. (2017). *Power-to-X: Strombasierte Kraftstoffe als Klimaschutzoption im Güterverkehr?* Abgerufen am 20. März 2022 von <https://de.slideshare.net/Oeko-Institut/powertox-strombasierte-kraftstoffe-als-klimaschutzoption-im-gterverkehr>
- Elektroauto-News. (2021). *Akku-Experte: „Auch 1000 Kilometer Reichweite sind möglich“*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.elektroauto-news.net/2021/akku-experte-1000-kilometer-reichweite-sind-moeglich>
- Frehn, M., Schröder-Dickreuter, S., & Scheer, J. (2019). *Integriertes Kommunales Elektromobilitätskonzept Solingen. Dortmund/Bremen*. Abgerufen am 23. März 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK041\\_Solingen%20elektrisiert\\_X3.pdf](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK041_Solingen%20elektrisiert_X3.pdf)
- GmbH, M. (o.J.). *Kommunales Elektromobilitätskonzept für die Hansestadt und den Landkreis Lüneburg*. Abgerufen am 23. März 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK233\\_L%C3%BCneburg\\_final\\_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=a7b49e6aaa8f11ecbc64bb3c0aff1761](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK233_L%C3%BCneburg_final_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=a7b49e6aaa8f11ecbc64bb3c0aff1761)
- GmbH, N. (2018). *Umsetzungskonzept zur Elektromobilität in Hannover*. Abgerufen am 23. März 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK121\\_SB\\_Hannover\\_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=3415b9e6aa9411ec8129b6e17c0cb79c](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK121_SB_Hannover_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=3415b9e6aa9411ec8129b6e17c0cb79c)
- Harald Freiberger, W. J. (13. Juni 2022). *www.sueddeutsche.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.sueddeutsche.de/politik/tankrabbatt-juni-streit-1.5602332?reduced=true>
- Heidelberg Wallbox. (13. Juni 2022). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.heidelberg-wallbox.eu/>
- Holdenried, E. (2021). *www.businessinsider.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>
- Holdenried, E. (2021). *VW, Mercedes & Co. verabschieden sich von ihren Wasserstoff-Träumen — das spricht gegen den H2-Antrieb*. Abgerufen am 19. März 2022 von <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>

- Hope, M. (2014). *Explained: Fugitive methane emissions from natural gas production*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.carbonbrief.org/explained-fugitive-methane-emissions-from-natural-gas-production>
- Ifeu-Institut. (o.J.). *Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors*. Abgerufen am 13. März 2022 von [https://www.ifeu.de/verkehrundumwelt/pdf/Renewability\\_III\\_Abschlussbroschue\\_re.pdf](https://www.ifeu.de/verkehrundumwelt/pdf/Renewability_III_Abschlussbroschue_re.pdf)
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. (1. Januar 2020). *emobilumwelt.de*. Abgerufen am 18. Mai 2022 von <https://emobilumwelt.de/index.php/ueber-diese-website>
- Kasten, P. (23. März 2017). *www.sliedshare.net*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://de.slideshare.net/Oeko-Institut/powertox-strombasierte-kraftstoffe-als-klimaschutzoption-im-gterverkehr>
- Kasten, P., Blanck, R., Loreck, C., & Hacker, F. (Oktober 2013). *www.oeko.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/strombasierte-kraftstoffe-im-vergleich-stand-heute-und-die-langfristperspektive/>
- Lang, P. (8. September 2021). *auto-motor-und-sport.de*. Von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/mercedes-entwicklung-phev-plug-in-hybrid-ende/> abgerufen
- manager-magazin. (2019). <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/bild-1181147-1220633.html>. Abgerufen am 16. Mai 2022
- Merten, C. F. (2021). *Premiere 2023: VW entwickelt Plug-in-Hybride weiter*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.fuhrpark.de/premiere-2023-vw-entwickelt-plug-in-hybride-weiter>
- Micromatic. (15. Mai 2022). <https://www.micromatic.no>. Von <https://www.micromatic.no/produkter/billading/ladestasjoner/me1353401> abgerufen
- Mobilitätswerk GmbH. (2019). *www.map.now-gmbh.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK233\\_L%C3%BCneburg\\_final\\_%C3%B6ffentlich.pdf](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK233_L%C3%BCneburg_final_%C3%B6ffentlich.pdf)

Mobilityhouse. (13. Juni 2022). <https://www.mobilityhouse.com>. Abgerufen am 25. Mai 2022 von [https://www.mobilityhouse.com/de\\_de/juice-booster-2-swiss-traveller.html?channable=00be566964003030312d3031332d3030303030303866&utm\\_campaign=billiger&utm\\_content=&utm\\_source=&utm\\_medium=&utm\\_term=](https://www.mobilityhouse.com/de_de/juice-booster-2-swiss-traveller.html?channable=00be566964003030312d3031332d3030303030303866&utm_campaign=billiger&utm_content=&utm_source=&utm_medium=&utm_term=)

NOW GmbH. (13. Juni 2022). <https://www.now-gmbh.de>. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderfinder/fahrzeuge-und-ladeinfrastruktur-fuer-kommunen/>

Öko-Institut e.V. (Oktober 2016). [www.ifeu.de](http://www.ifeu.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Renewability\\_III\\_Abschlussbroschuere.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Renewability_III_Abschlussbroschuere.pdf)

Plank, W. (26. April 2021). [www.elektroauto-news.net](http://www.elektroauto-news.net). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.elektroauto-news.net/2021/akku-experte-1000-kilometer-reichweite-sind-moeglich>

Pötscher, F., Winter, R., Pölz, W., Lichtblau, G., Schreiber, H., & Kutschera, U. (2014). [www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0440.pdf>

Rogge, M., & Sinhuber, P. (2018). Elektrobusse für Offenbach. Abgerufen am 23. März 2022 von [https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project\\_pdf/03EMK252\\_20180222\\_OVB\\_Elektrifizierungskonzept\\_Ergebnis%C3%BCberblick\\_%C3%B6ffentlich.pdf](https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK252_20180222_OVB_Elektrifizierungskonzept_Ergebnis%C3%BCberblick_%C3%B6ffentlich.pdf)

Sorge, N.-V. (2017). *Die desaströse Energiebilanz des Wunderdiesels*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroautos-wasserstoff-wunderdiesel-die-energiebilanz-a-1181147.html>

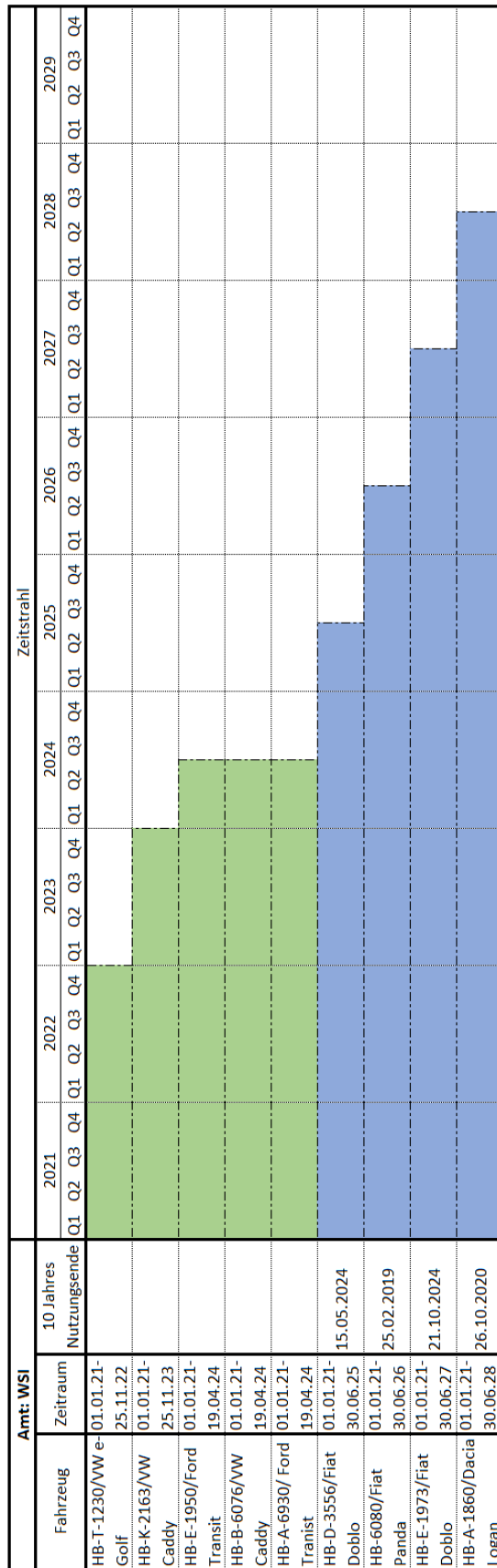
Sorge, N.-V. (1. Dezember 2017). [www.manager-magazin.de](http://www.manager-magazin.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroautos-wasserstoff-wunderdiesel-die-energiebilanz-a-1181147.html>

Tagesschau. (28. Januar 2022). [www.tagesschau.de](http://www.tagesschau.de). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/antriebswende-verbrennerverbot-greenpeace-elektroautos-klimaziel-kfz-co2-emissionen-101.html>



- Umweltbundesamt. (2014). *Ökobilanz alternativer Antriebe – Elektrofahrzeuge im Vergleich*. Wien. Abgerufen am 19. März 2022 von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0440.pdf>
- Umweltbundesamt. (2022). *Emissionsdaten*. Abgerufen am 23. März 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#hbefa>
- Watson. (29. Juli 2012). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>
- Watson. (2021). *VW-Chef erklärt in 2 Minuten, warum Wasserstoff-Autos keine Chance gegen E-Autos haben*. Abgerufen am 18. März 2022 von <https://www.watson.ch/digital/wissen/607939202-vw-chef-erklaert-warum-wasserstoffautos-keine-chance-gegen-e-autos-haben>
- Zeitung, S. (2019). *Warum Erdgas ein schlechter Ersatz für die Kohle ist*. Abgerufen am 16. März 2022 von <https://www.sueddeutsche.de/wissen/erdgas-heizung-methan-1.4655930?msclkid=328538a4aa9811ec9b0b61da936a6fff>
- Zhang, Y., Gautam, R., Pandey, S., Omara, M., Maasackers, J., Sadavarte, P., . . . Jacob, D. (20. April 2020). *www.science.org*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz5120>

# IV. Anhang



Leasingfahrzeug Kauffahrzeug

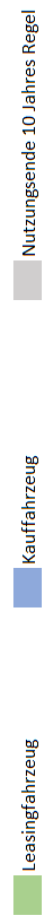
Amt: S384		Zeitstrahl																																				
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021			2022			2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029											
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-E-3981/Ford Transit	01.01.21-03.12.22																																					
HB-K-1164/Ford Transit	01.01.21-03.12.22																																					
HB-A-5762/Ford Transit	01.01.21-30.06.23	27.12.2016																																				
HB-L-6089/Ford Transit	01.01.21-30.06.24	29.12.2016																																				
HB-A-1088/Ford Transit	01.01.21-30.06.25	27.06.2018																																				
HB-L-7667/Ford Transit	01.01.21-30.06.26	17.05.2031																																				

■ Leasingfahrzeug     
 ■ Kauffahrzeug     
  Nutzungsende 10 Jahres Regel

Amt: Referat VI/1		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende		2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029					
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-D-6151/VW Golf	01.01.21-30.06.23																																								
HB-K-6001/VW Golf	01.01.21-30.06.24																																								

■ Kauffahrzeug

Amt: HKH		Zeitstrahl																			
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
HB-K-5140/Skoda Citigo	01.01.21-26.11.21		■																		
HB-K-5120/Skoda Citigo	01.01.21-26.11.21		■																		
HB-K-5160/Skoda Citigo	01.01.21-26.11.21		■																		
HB-H-8981/VW T5	01.01.21-30.06.23	09.09.2021						■													
HB-H-3355/VW Caddy	01.01.21-30.06.24	07.10.2024						■	■												
HB-H-8822/VW Caddy	01.01.21-30.06.25	07.10.2024						■	■	■											
HB-H-9706/VW Caddy	01.01.21-30.06.26	09.09.2025						■	■	■	■										



Amt: BIT		Zeitstrahl																					
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende										2029											
		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029					
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4		
HB-D-2224/VW	01.01.21-	■	■																				
Caddy	31.03.22																						
HB-G-2224/VW	01.01.21-			■	■																		
Caddy	31.05.22																						
HB-S-7000/BMW	01.01.21-					■	■	■	■														
1.18i	30.01.23																						
HB-B-2224/Citroen	01.01.21-					■	■	■	■	■	■	■	■										
Berlingo	03.12.23																						
HB-F-2224/Citroen	01.01.21-					■	■	■	■	■	■	■	■										
Berlingo	03.12.23																						
HB-J-2224/Citroen	01.01.21-					■	■	■	■	■	■	■	■										
Berlingo	14.03.24																						

■ Leasingfahrzeug

Amt: 91		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-Z-6603/VW Polo	01.01.21-12.02.22																																								
HB-Z-6604/VW Polo	01.01.21-07.04.22																																								
HB-Z-9100 E/VW E-Golf	01.01.21-26.11.22																																								
HB-A-6603/VW T6.1	01.01.21-02.03.23																																								
HB-U-9100/VW T6.1	01.01.21-11.04.25																																								

■ Leasingfahrzeug

Amt: 90/24		Zeitstrahl																				
Fahrzeug	Zeitraum	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-321/Skoda Superb	01.01.21-30.06.23																					
	10 Jahres Nutzungsende																					
	13.12.2029																					


 Kauffahrzeug



Amt: 90		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-392/Ford Focus	01.01.21-23.01.23																																								
HB-399/Ford Focus	01.01.21-23.01.23																																								
HB-387/Ford Focus	01.01.21-23.01.23																																								
HB-318/Ford Focus	01.01.21-29.06.24																																								
HB-319/Ford Focus	01.01.21-29.06.24																																								

■ Leasingfahrzeug

Amt: 67		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-C-6717/Opel Corsa E	01.01.21- 28.04.23																																								
HB-C-6718/Opel Astra	01.01.21- 28.04.23																																								
HB-C-6719/Opel Corsa E	01.01.21- 28.04.23																																								
HB-C-6723/Opel Corsa E	01.01.21- 28.04.23																																								

 Leasingfahrzeug

Ant: 66		Zeitstrahl																																								
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-L-4327/VW Polo	01.01.21-30.06.23	16.10.2022																																								
HB-L-2223/Opel Meriva	01.01.21-30.06.24	23.12.2026																																								


 Kauffahrzeug

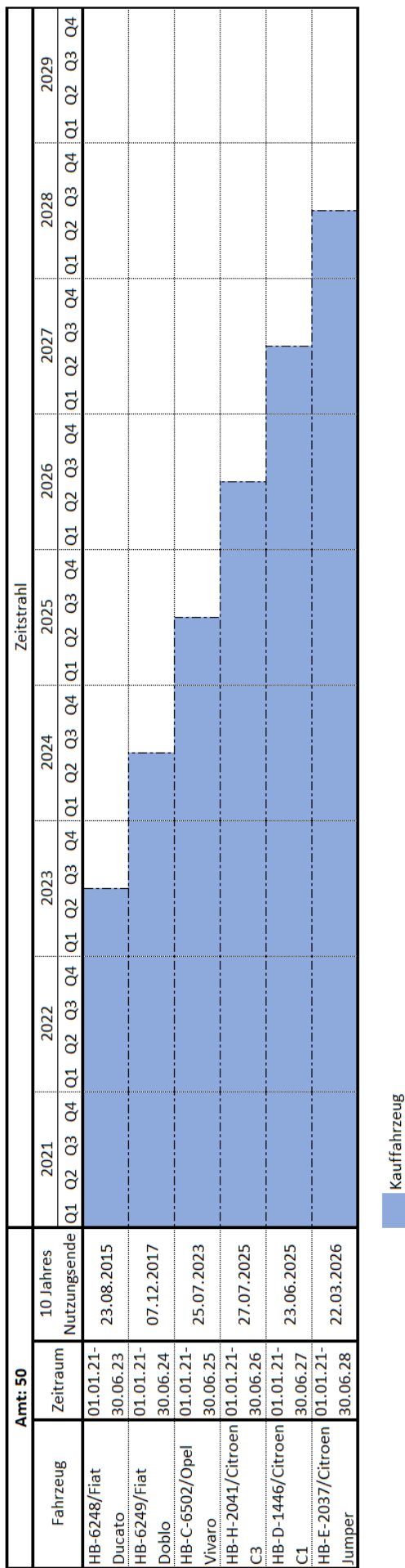
 Nutzungsende 10 Jahres Regel

Amt: 53		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende		2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029					
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-O-6003/Ford Focus	01.01.21-10.10.24																																								
HB-J-6002/VW Golf Variant	01.01.21-30.06.23																																								
HB-6003/VW Caddy	01.01.21-30.06.25																																								
HB-J-6004/VW Polo	01.01.21-30.06.26																																								



Fahrzeug		Zeitstrahl		Zeitstrahl													
		Amt: 52	10 Jahres Nutzungsende	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029					
Fahrzeug	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
HB-S-6281/VW Golf Variant	01.01.21-30.06.23																

 Kauffahrzeug



Amt: 46		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-K-3319/VW Caddy	01.01.21-30.06.23																																								
HB-E-7703/VW Caddy	01.01.21-30.06.24																																								

■ Kauffahrzeug

■ Nutzungsende 10 Jahres Regel

Amt: 43		Zeitstrahl																					
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029				
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-6008/VW Touran	01.01.21-31.03.23																						
HB-6294/VW Golf Variant	01.01.21-30.06.24	22.06.2011																					





Amt: 40		Zeitstrahl																				
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
HB-H-3932/Fiat Doblo	01.01.21-12.02.23																					
HB-H-3931/Fiat Doblo	01.01.21-12.02.23																					
HB-H-3933/Fiat Doblo	01.01.21-12.02.23																					
HB-6202/VW Caddy	01.01.21-30.06.24	11.02.2015																				
HB-6201/MB Sprinter	01.01.21-30.06.25	18.12.2017																				
HB-A-5212/Ford Connect Bus	01.01.21-30.06.26	16.11.2020																				



Amt: 37		Zeitstrahl																																								
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-252/Audi A4	01.01.21-30.06.23	02.08.2009																																								
HB-222/MB E-Klasse	01.01.21-30.06.24	22.08.2012																																								
HB-235/BMW 320d	01.01.21-30.06.24	29.08.2015																																								
HB-234/BMW 520d	01.01.21-30.06.25	27.01.2020																																								
HB-226/BMW X3	01.01.21-30.06.26	24.03.2027																																								
HB-221/Audi Q5	01.01.21-30.06.27	09.11.2020																																								
HB-243/BMW 320d	01.01.21-30.06.28	21.11.2021																																								
HB-220/Skoda Citigo	01.01.21-30.06.29	30.04.2023																																								

Kauffahrzeug
  Nutzungsende 10 Jahres Regel

Amt: 11		Zeitstrahl																																							
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende										2021	2022			2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-Z-1406 E/Audi A6 TFSIe	01.01.21-10.11.21																																								
HB-E-1351 E/MB E300e	01.01.21-02.12.21																																								
HB-D-9154/MB E400	01.01.21-02.12.21																																								
HB-P-2088/Opel Combo	01.01.21-24.08.23																																								

■ Leasingfahrzeug

Amt: 58		Zeitstrahl																																								
Fahrzeug	Zeitraum	10 Jahres Nutzungsende	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029							
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-U-6502E/VW Passat GTE	01.01.21- 30.03.23																																									
HB-S-6502/MB eSmart	01.01.21- 30.06.24	20.12.2022																																								
HB-K-6502/VW e- Golf	01.01.21- 30.06.25	15.12.2024																																								



Fahrzeug		10 Jahres Nutzungsende		Zeitstrahl																		
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029												
Fahrzeug	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-S-5161/Toyota Corolla	01.01.21-27.05.25																					

■ Leasingfahrzeug



Amt: 51/611		Zeitstrahl																							
		10 Jahres Nutzungsende		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029					
Fahrzeug	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
HB-N-5160/Toyota Corolla	01.01.21- 27.05.25																								

 Leasingfahrzeug

Amt: 51/95		Zeitstrahl																				
		10 Jahres Nutzungsende		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		
Fahrzeug	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-S-5196/Ford Transit	01.01.21-30.06.23																					
	16.10.2024																					

■ Kauffahrzeug

■ Nutzungsende 10 Jahresregel




Amt: 51/94		Zeitstrahl																											
Fahrzeug	Zeitraum	2021			2022			2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029			
	Nutzungsende	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
HB-R-5193/MB Sprinter	01.01.21-30.06.23	[Blue bar from Q1 2021 to Q2 2023]																											
HB-S-5193/VW T5	01.01.21-30.06.24	[Blue bar from Q1 2021 to Q2 2024]																											

■ Kauffahrzeug      ■ Nutzungsende 10 Jahresregel

Amt: 51/31		Zeitstrahl																				
Fahrzeug	10 Jahres Nutzungsende	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029				
Zeitraum		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-V-5131/Toyota Yaris	01.01.21-26.04.23																					

■ Leasingfahrzeug

Amt: 51/12		Zeitstrahl																				
Fahrzeug	10 Jahres Nutzungsende	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029				
	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
HB-A-5112/Toyota Corolla	01.01.21-27.05.25																					

 Leasingfahrzeug

Amt: 51/9		Zeitstrahl																																							
		10 Jahres Nutzungsende		2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029					
Fahrzeug	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-6290/VW T5	01.01.21-30.06.23																																								

 Kauffahrzeug

Amt: 51/8		Zeitstrahl																																								
		2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029								
Fahrzeug	10 Jahres Nutzungsende	Zeitraum	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
HB-W-5196/Toyota Yaris		01.01.21-26.04.23																																								

■ Leasingfahrzeug