

---

## **Facharbeit**

Elektromobilität in den Feuerwehren.  
Findet ein Umdenken in den Feuer-  
wehren statt?

---

Autor: Ullrich Spor  
Berliner Feuerwehr

Datum: 18. Dezember 2018

# Thema der Facharbeit

## Elektromobilität in den Feuerwehren. Findet ein Umdenken in den Feuerwehren statt?

Aktuell erfolgt eine deutlich zunehmende Elektromobilisierung des Verkehrs und die Abkehr vom konventionellen Verbrennungsmotor. Findet ein Umdenken in den Feuerwehren statt?

Die Inhalte der vorliegenden Facharbeit beziehen sich in gleichem Maße auf Frauen und Männer. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird jedoch die männliche Form für alle Personenbezeichnungen gewählt. Die weibliche Form wird dabei stets mitgedacht.

Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons](#) "Namensnennung – Keine Bearbeitungen 4.0 International" Lizenz.



## Erklärung

Ich, Ullrich Spor, versichere hiermit, dass ich meine Facharbeit mit dem Thema

*Elektromobilität in den Feuerwehren. Findet ein Umdenken in den Feuerwehren statt?*

selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als in der Quellenangabe angeführten Unterlagen gefertigt habe.

Frankfurt a. M., den 18. Dezember 2018

  
\_\_\_\_\_  
ULLRICH SPOR

# Inhaltsverzeichnis

<b>Thema der Facharbeit</b>	<b>i</b>
<b>Erklärung</b>	<b>ii</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1. Historisches . . . . .	2
2.2. Politisch - Gesellschaftlich . . . . .	2
2.3. Mobilität . . . . .	3
2.4. Technische Grundlagen . . . . .	4
2.4.1. Konventioneller Antrieb . . . . .	4
2.4.2. Battery electric vehicle (BEV) . . . . .	4
2.4.3. Hybrid electric vehicle (HEV) . . . . .	5
2.4.3.1. Hybridkonzepte . . . . .	5
2.4.3.2. Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) . . . . .	5
2.4.3.3. Range extended electric vehicle (REEV) . . . . .	5
2.5. Feuerwehrfahrzeuge . . . . .	6
2.5.1. Klassifizierung von Feuerwehrfahrzeugen . . . . .	6
2.5.1.1. Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge . . . . .	7
<b>3. Methodik</b>	<b>9</b>
3.1. Auswahl der Experten . . . . .	10
3.1.1. Freiwillige Feuerwehren . . . . .	10
3.1.2. Berufsfeuerwehren . . . . .	10
3.1.3. Werkfeuerwehren . . . . .	10
3.1.4. Hersteller . . . . .	11
3.1.5. Sonstige . . . . .	11
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>12</b>
4.1. Elektrofahrzeuge in den Feuerwehren . . . . .	12
4.2. Vorgaben aus der Politik . . . . .	12
4.3. Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen . . . . .	13
4.4. Gründe für Elektrofahrzeuge . . . . .	13
4.5. Gründe gegen Elektrofahrzeuge . . . . .	15
4.6. Einschätzung durch die Befragten . . . . .	17
<b>5. Fazit</b>	<b>19</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>II</b>

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>VIII</b>
A.1. Grafiken . . . . .	<b>IX</b>
A.2. Übersicht Förderprojekte . . . . .	<b>X</b>

# 1. Einleitung

Seitdem der VW-Konzern am 23.09.2015 einräumte, dass im großen Maßstab bei Abgasmessungen manipuliert wurde, war noch nicht absehbar, welche Kreise dieses Geständnis ziehen würde [8]. Heute, mehr als drei Jahre später, ist aus dem „Abgasskandal“ ein „Dieselskandal“ geworden. Nicht nur das Image deutscher Automobilhersteller hat gelitten, eine ganze Technologie wird infrage gestellt. Es geht inzwischen um weit mehr als unzulässige Abschalteinrichtungen, es geht um die Einhaltung von Grenzwerten, den Klimawandel, die Mobilität von morgen und um die etwa 15 Mio. zugelassenen Dieselfahrzeuge im Bestand [35]. Letzteren wird vorgeworfen, für zu hohe Stickoxidwerte in deutschen Städten mitverantwortlich zu sein. Und somit die Gesundheit der Menschen und die Umwelt nachhaltig zu schädigen. Stickoxide reizen die Atemwege [31] und können zu Nekrosen an Pflanzen sowie zur Übersäuerung von Böden beitragen. Um die Auswirkungen dieser Schadgase gering zu halten, einigte sich die Europäische Gemeinschaft auf einen Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel [14]. Gerade in Ballungsgebieten wird und wurde dieser Grenzwert in den letzten Jahren häufig überschritten. So wurde im Jahr 2017 bei ca. 21 % der Messstationen der Jahresmittelwert überschritten [51]. Aufgrund der häufigen Überschreitung dieser Grenzwerte führte als erstes Hamburg Fahrverbote für Dieselfahrzeuge unterhalb der Abgasnorm Euro 6 ein [41]. Neben den von Kommunen selbstständig angeordneten Fahrverboten wurden solche auch gerichtlich angeordnet. Im Zuge dieser Entwicklung und aufgrund eines gestiegenen klimabewussten Konsums ist die Nachfrage nach alternativen Fahrzeugantrieben gestiegen. So stiegen die Neuzulassungen, im Jahr 2017, im Bereich der Elektrofahrzeuge um ca. 120 % und bei Plug-in Hybriden um 115 % an, dass immer mehr Menschen sich mit alternativen Antrieben und neuen Verkehrskonzepten beschäftigen zeigt auch die zunehmende Zahl an Pedelecs und Elektrorollern im Stadtbild. Daran kann man erkennen, dass viele Menschen sich mit dem Thema der Mobilität beschäftigen und nicht nur über Alternativen nachdenken, sondern diese auch annehmen und nutzen. Aber nicht nur im privaten Bereich sind Elektrofahrzeuge ein Thema, auch gewerblich nimmt das Angebot bzw. die Nachfrage zu. So hat die Deutsche Post in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen ein eigenes Elektroauto entwickelt und produziert [50]. Es ist anzunehmen, dass diese gesellschaftliche Entwicklung ebenfalls Auswirkungen auf die Feuerwehr haben wird. Im Rahmen dieser Arbeit soll geklärt werden, wie die Feuerwehren hierzulande zu diesem Thema stehen und ob ein Umdenken, weg von Verbrennungsmotoren, hin zur Elektromobilität stattfindet.

## 2. Grundlagen

### 2.1. Historisches

Die Thematik der Elektromobilität ist kein neues Thema. Bereits Ende des 18. Anfang des 19. Jahrhunderts wurde über unterschiedliche Antriebsarten diskutiert. Zu diesem Zeitpunkt traten elektrifizierte Antriebe gegen Verbrennungsmotoren und Dampfmaschinen an. Der Ausgang dieser Auseinandersetzung ist bekannt und kann tagtäglich in unserer Umgebung wahrgenommen werden. Im Rahmen dieses Wettstreits wurden zum damaligen Zeitpunkt schon viele der heutigen Konzepte angedacht. So wurde damals schon an den Wechsel von Akkus, Range-Extendern und Ladestationsnetzen gearbeitet. Einen wesentlichen Vorteil für den Verbrennungsmotor brachte der Erste Weltkrieg, in dem dieser seine Leistungsfähigkeit beweisen und durch die Massenproduktion seine Preise senken konnte. Die Verwendung von Elektromobilen zum Beginn des 20. Jahrhunderts ging auch an den deutschen Feuerwehren nicht spurlos vorbei. Die Zeugnisse dieser Zeit finden sich in verschiedenen Feuerwehren im Land, so war beispielsweise das erste Automobil der Feuerwehr Offenbach, welches 1903 beschafft wurde, eine elektrisch angetriebene Drehleiter [42]. Auch die Berliner Feuerwehr setzte im Jahre 1908 auf einen elektrisch angetriebenen Löschzug [38]. Bei beiden konnte sich dieser Antrieb nicht durchsetzen und wurde 1927 in Offenbach und 1923 in Berlin ersetzt [42] [19]. Der Verbrennungsmotor war der prägende Antrieb für die Mobilität des 20. Jahrhunderts. Doch konnte er den Elektroantrieb nie vollständig vertreiben. Das Wissen um die Endlichkeit von fossilen Brennstoffen sowie die immer deutlicheren Folgen des Klimawandels führten zu einem verstärkten Wunsch nach alternativen Antrieben, bzw. emissionsfreier Mobilität.

### 2.2. Politisch - Gesellschaftlich

Die Bundesregierung begann im Jahre 2007 mit dem integrierten Energie- und Klimaprogramm ihre Bemühungen zur Förderung von Elektromobilität zu intensivieren [17]. Im Jahr 2009 folgte der „Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung“ [9]. In diesem wird beschrieben, wie die Bundesregierung die Elektromobilität in Deutschland vorantreiben möchte. Im Folgenden werden die für diese Arbeit relevanten Ziele genannt:

- Die Möglichkeit eines innovationsorientierten Beschaffungsmangagements des öffentlichen Sektors soll genutzt werden.

- Durch Unterstützung von Normung und Standardisierung (z.B. bei Steckern, Anschlussleistungen oder Sicherheitsmaßnahmen) soll Elektromobilität international ermöglicht und eine starke Positionierung der deutschen Industrie befördert werden.
- Mit der Elektromobilität soll auch einer neuen Mobilitätskultur und einer modernen Stadt- und Raumplanung zum Durchbruch verholfen werden.
- Die Markteinführung von Elektrofahrzeugen, insbesondere auch im Nahverkehr, soll beschleunigt werden: Die Bundesregierung strebt das ambitionierte Ziel an, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Im Jahr 2030 können es über fünf Millionen Fahrzeuge sein. Bis 2050 kann der Verkehr in Städten überwiegend ohne fossile Brennstoffe auskommen. Dazu gehört auch die Schaffung einer bedarfsgerechten Infrastruktur für das Laden der Fahrzeuge. Die Bundesregierung wird dies durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützen.
- Neben dem Individualverkehr werden auch Konzepte zur Einführung der Elektromobilität bei Nutzfahrzeugen (z.B. innerstädtischer Lieferverkehr, öffentlicher Nahverkehr) und bei Zweirädern unterstützt.
- Die Aufgeschlossenheit der Gesellschaft gegenüber den sich abzeichnenden Veränderungen ist eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung der klima- und wirtschafts-politischen Ziele.
- Die Akzeptanz und Marktentwicklung der Elektromobilität soll durch einen geeigneten regulatorischen Rahmen und zu prüfende Anreizsysteme unterstützt werden.

Diese Ziele zeigen klar den Willen der Bundesregierung die Elektromobilität voranzutreiben und ihre Erwartungen gegenüber der öffentlichen Hand [9].

### 2.3. Mobilität

Der Begriff Mobilität wird heute in vielen verschiedenen Kontexten genutzt. So umfasst er eine Vielzahl von Fortbewegungsmitteln und unterschiedlichen Aufgaben:

1. Zweiräder
2. Öffentlicher Personenverkehr
3. Personen Kraftfahrzeuge
4. Wirtschaftsverkehr



Für jeden dieser Bereiche gibt es verschiedene Lösungen der Fortbewegung. Die notwendige Energie kann unterschiedlich umgewandelt werden. Neben den verbreitetsten Methoden, dem Otto- oder Dieselmotor, werden auch andere Methoden verwendet als Beispiele können angeführt werden Muskelkraft – Fahrrad oder eben elektrische Energie. Letztere findet sich heute schon verstärkt im Bereich des öffentlichen Personenverkehrs. Dieser setzt schon länger im Bereich der Fernzüge und im innerstädtischen Verkehr auf elektrische Antriebe. Im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich der Begriff Elektromobilität auf die Bereiche Zweiräder (Pedelects), Personen Kraftfahrzeuge (PKWs) und den Wirtschaftsverkehr (Transportfahrzeuge aller Größen).

## 2.4. Technische Grundlagen

### 2.4.1. Konventioneller Antrieb

Übliche Antriebstechniken in der heutigen Fahrzeugwelt stellen Verbrennungsmotoren dar. Hierbei wird Kraftstoff auf Erdölbasis als Energieträger verwendet. Die chemisch gebundene Energie wird durch eine Wärmekraftmaschine in Bewegungsenergie umgewandelt. Die in der Fahrzeugtechnik am häufigsten verwendeten Wärmekraftmaschinen sind der Ottomotor sowie der Dieselmotor. Im grundlegenden Aufbau des Antriebsstranges sind beide Antriebe gleich. Durch unterschiedliche Zündeigenschaften der verwendeten Energieträger unterscheiden sich die beiden Motoren in der Art der Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Des weiteren unterscheiden sich die beiden Motorenarten hinsichtlich ihrer Wirkungsgrade [30] und der Energiedichten ihrer Kraftstoffe [29] siehe Tabelle 2.1.

Motorart	Wirkungsgrad [%]	Energiedichte [MJ/kg]
Otto	~ 35	43,0
Diesel	~ 40	44,0
Elektro	~ 90	0,7

Tabelle 2.1.: Übersicht Wirkungsgrad und Energiedichte unterschiedlicher Verbrennungsmotoren

Eine genaue Ausführung der Unterschiede und der aktuellen Entwicklungsstände übersteigt den Rahmen dieser Arbeit.

### 2.4.2. Battery electric vehicle (BEV)

Batterie-elektronische Fahrzeuge verwenden zum Antrieb des Fahrzeugs anstelle eines Verbrennungsmotors einen oder mehrere Elektromotoren. Dadurch können Getriebe und Kupplung entfallen. Zudem liefern Elektromotoren ab Drehzahl Null das maximale Drehmoment. Dies unterscheidet Sie von herkömmlichen Motoren [49].

### 2.4.3. Hybrid electric vehicle (HEV)

Hybridfahrzeuge stellen Fahrzeuge mit Elektromotor sowie einem weiteren Motor, meist Benzin oder Diesel, dar. Diese Hybridisierung kann in unterschiedlichen Konfigurationen stattfinden.

#### 2.4.3.1. Hybridkonzepte

Bei den unterschiedlichen Konzepten unterscheidet sich die Anordnung der Motoren im Antriebsstrang. Beim parallelen Hybrid können beide Motoren auf die Räder wirken. Im Falle des seriellen Hybrids wirkt der Zusatzmotor lediglich auf den Generator um bei zu niedrigen Batteriestand weiterhin einen Antrieb zu ermöglichen.

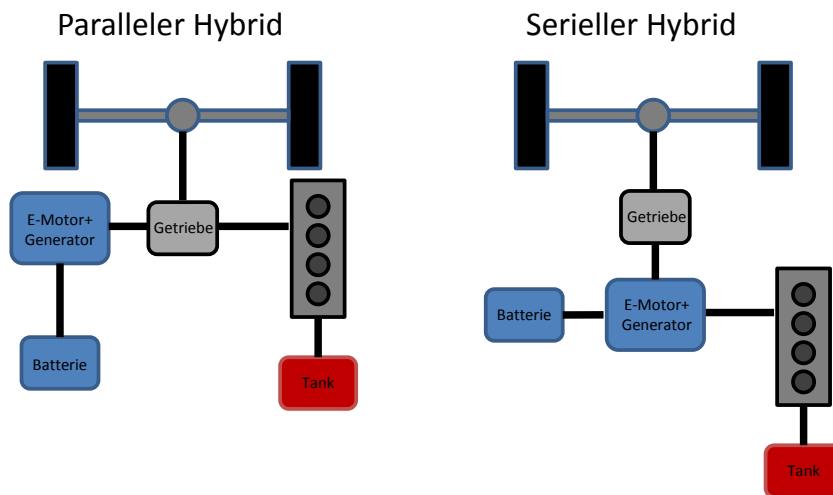


Abbildung 2.1.: Darstellung Paralleler/Serieller Hybrid

#### 2.4.3.2. Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)

Der etwas sperrige aber weit verbreitete Begriff *plug-in hybrid electric vehicle* beschreibt ein Hybridfahrzeug dessen Energiespeicher von außen geladen werden kann. Also nicht rein auf während der Fahrt produzierte Energie angewiesen ist (vgl. [42]) [29].

#### 2.4.3.3. Range extended electric vehicle (REEV)

Der Aufbau eines Reichweiten verlängerten Hybrids ist identisch zu einem seriellen Hybrid. Der Unterschied liegt im Zeitpunkt, zudem der Zusatzmotor zuge-

schaltet wird. Beim seriellen Hybrid ist dies zum Zeitpunkt niedriger Energiere-serven im Speichersystem der Fall. Bei einem REEV treibt der Zusatzmotor kontinuierlich den Generator an und erhöht so die Reichweite des Fahrzeugs [29]. Somit kann der Zusatzmotor im optimalen Drehzahlbereich genutzt werden, was zu einem verbesserten Wirkungsgrad führt. Ein weiterer Vorteil dieser Technik liegt, bei Nutzung herkömmlicher Motoren als Zusatzmotor, in einer guten Verfügbarkeit von Treibstoff und der Möglichkeit zügig zu tanken.

## 2.5. Feuerwehrfahrzeuge

In dieser Arbeit wird nicht explizit auf spezielle Fahrzeugtypen der Feuerwehr eingegangen. Es soll generell geprüft werden ob die Elektromobilität von Feuerwehrfahrzeugen, unabhängig ihres Typs, von den Feuerwehren angedacht wird. Dennoch ist es notwendig auf einige spezielle Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge einzugehen.

### 2.5.1. Klassifizierung von Feuerwehrfahrzeugen

Im Rahmen dieser Arbeit werden Feuerwehrfahrzeuge entsprechend der Norm DIN EN 1846-1 als

*Kraftfahrzeug, das zur Bekämpfung von Bränden, zur Durchführung technischer Hilfeleistung und/oder für Rettungseinsätze benutzt wird.*

definiert. Mittels dieser Definition lassen sich nun Feuerwehrfahrzeuge von den vielen unterschiedlichen Fahrzeugen, die auf dem Markt und auf den Straßen verfügbar sind, abgrenzen. Doch auch innerhalb dieser Abgrenzung sind weiterhin unterschiedlichste Fahrzeuge vorhanden. Die vielfältigen Aufgaben der Feuerwehren sorgen für unterschiedliche Bedarfe bei den notwendigen Fahrzeugen. Durch unterschiedliche Hersteller von Fahrgestellen und Aufbauten sowie regionalen Anforderungen und Wünschen ergibt sich eine nahezu beliebig große Zahl an unterschiedlichen Typen von Feuerwehrfahrzeugen, die von fast handelsüblichen PKWs bis hin zu hochspezialisierten Sonderfahrzeugen reichen. Diese Typenvielfalt wird im Feuerwehrkontext wie folgt unterteilt [52]:

- Feuerlöschfahrzeuge
- Hubrettungsfahrzeuge
- Rüst- und Gerätefahrzeuge
- Krankenkraftwagen der Feuerwehr
- Gerätefahrzeuge Gefahrgut
- Einsatzleitfahrzeuge
- Mannschaftstransportfahrzeuge
- Nachschubfahrzeuge

- sonstige spezielle Kraftfahrzeuge

Neben der Unterscheidung nach dem Fahrzeugtyp werden Feuerwehrfahrzeuge anhand ihrer Gesamtmasse (GM) in drei Masseklassen eingeteilt [52]:

- Leicht L  $3\text{ t} < GM \leq 7,5\text{ t}$
- Mittel M  $7,5\text{ t} < GM \leq 16\text{ t}$
- Super S  $GM > 16\text{ t}$

Im Rahmen dieser Arbeit werden auch Fahrzeuge deren Gesamtmasse unterhalb der der Klasse L liegt betrachtet.

### 2.5.1.1. Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge

Aus den unterschiedlichen Aufgaben der Feuerwehr ergeben sich bestimmte Anforderungen an die eingesetzten Fahrzeuge. Die allgemeinen Forderungen an Feuerwehrfahrzeuge sind in der DIN 1846-2 beschrieben. Diese ist bisher nicht auf die Elektrifizierung von Fahrzeugen abgestimmt. Dies zeigt sich beispielsweise in den Anforderungen an einen Kraftstofftank. Dennoch ist es möglich die Anforderungen auf die Elektromobilität zu übertragen. Folgende Anforderungen aus der Norm sind hinsichtlich der Fragestellung relevant:

**Motor** Die Norm beschreibt, dass der Motor im Stand unter normalen Betriebsbedingungen die fest eingebaute Ausrüstung für vier Stunden betreiben muss [53].

**Kraftstofftank** Eine ähnliche Anforderung wird an den Kraftstofftank gestellt, dieser muss so dimensioniert sein, dass er diese Zeitspanne ermöglicht. Zugleich muss das Fahrzeug in der Lage sein, mit diesem Tank, eine Fahrstrecke von 300 km zurück zu legen [53].

**Dynamische Leistung** Ebenfalls werden Mindestwerte für die Beschleunigung aus dem Stand und auf eine Geschwindigkeit von 65 km/h definiert. Diese sind abhängig von der Gewichtsklasse. Für die Beschleunigung aus dem Stand zum zurücklegen einer Strecke von 100 m liegen die Anforderungen im Bereich 14-17 Sekunden für das Erreichen einer Geschwindigkeit von 65 km/h im Bereich von 20-40 Sekunden. Dies spiegelt das Fahrprofil von Feuerwehrfahrzeugen bei Alarmfahrten wieder. Dieses ist geprägt von häufigen Abbremsen (Straßenkreuzungen, Verkehrsbedingt) und dem anschließenden Beschleunigen [53].

**Dauereinsatzbereitschaft** Eine weitere Anforderung kann aus den Brandschutzgesetzen der Länder hergeleitet werden. Sinnhaftig sehen alle Brandschutzgesetze den Katastrophenschutz vor. Somit müssen Feuerwehren in einem Katastrophenfall weiter handlungsfähig bleiben um bei der Bewältigung mitarbeiten zu können. Solche Szenarien sind meist durch Einsätze über einen langen Zeitraum geprägt, daher müssen Feuerwehrfahrzeuge, die im Katastrophenschutz eingesetzt werden, über lange Zeiträume arbeitsfähig sein. Dazu zählt auch die Versorgung mit Betriebsmitteln in Bereichen mit schlechter oder ausgefallener Infrastruktur in angemessener Zeit. Bei Fahrzeugen mit konventionellen Antrieb wird dies heute über ein gut ausgebautes Tankstellennetz und gute Transportmöglichkeiten von konventionellen Kraftstoffen realisiert. Auch die DIN 1846-2 berücksichtigt dies mit der Forderung nach leicht zugänglichen Einfüllöffnungen für den Kraftstofftank.

## 3. Methodik

Zunächst müssen zwei Punkte näher betrachtet werden. Zum einen der Begriff des Verkehrs. Neben verschiedenen Prozessen bzw. Vorgängen beschreibt Verkehr auch die Ortsveränderung von Objekten (z.B. Güter, Personen, Nachrichten) in einem definierten System"[27]. In dieser Arbeit wird Verkehr beschränkt auf den Kontext des Personen- und Gütertransports.

Ein weiterer Punkt, der im Vorfeld betrachtet werden muss, ist der Begriff die "Feuerwehren". Der Begriff Feuerwehren umfasst, bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland:

- Freiwillige Feuerwehren
- Berufsfeuerwehren
- Werkfeuerwehren / Betriebsfeuerwehren
- Pflichtfeuerwehren
- Bundeswehrfeuerwehr
- Militärischer Brandschutz

Des Weiteren gibt es ausserhalb der BRD noch verschiedene andere Formen von Feuerwehren. Da eine allumfassende Erfassung dieser Akteure schwer möglich ist, werden unter dem Begriff Feuerwehren im Rahmen dieser Arbeit folgende Einschränkungen gemacht:

Die betrachteten Feuerwehren befinden sich im Bundesgebiet. Die betrachteten Organisationsformen sind:

Organisationsform	Anzahl
Freiwillige Feuerwehren	22690 [20]
Berufsfeuerwehren	107 [10]
Werkfeuerwehren	735 [20]

Tabelle 3.1.: Art der Feuerwehren mit Anzahl

Somit soll versucht werden im Rahmen dieser Arbeit eine grundsätzliche Aussagen zur Einstellung der oben genannten Feuerwehren zum Thema Elektromobilität zu treffen. Um dies zu realisieren, werden neben einer Literatur und Internetrecherche verschiedene Experten zu ihrer Meinung zu diesem Thema befragt. Die Befragung fand überwiegend telefonisch und nur auf Wunsch der Befragten schriftlich statt.

## 3.1. Auswahl der Experten

### 3.1.1. Freiwillige Feuerwehren

Im Rahmen der Arbeit ist eine vollumfängliche Abfrage aller freiwilligen Feuerwehren nicht möglich. Um ein Stimmungsbild der ehrenamtlichen Kräfte zu bekommen werden unterschiedliche Verbände zu den freiwilligen Feuerwehren im jeweiligen Bundesland befragt. Die Telefoninterviews hier erfolgen ohne standardisierten Fragebogen. Im persönlichen Gespräch soll die Sichtweise des Verbandes zum Thema Elektromobilität in freiwilligen Feuerwehren abgefragt werden. Von drei angefragten Verbänden standen folgende für ein Interview zur Verfügung:

- Verband der Feuerwehren in NRW [28]
- Landesfeuerwehrverband Hessen [48]

### 3.1.2. Berufsfeuerwehren

Die Befragungen richteten sich an zufällig gewählte Berufsfeuerwehren unterschiedlicher Größe. Gesondert befragt werden die Berufsfeuerwehren, bei denen aufgrund der Recherche bekannt ist, dass Elektrofahrzeuge vorhanden sind. Um ein einheitliches Bild zu bekommen wurde im Vorfeld ein Leitfaden (siehe Anhang A) entwickelt, anhand dessen die Gesprächsführung erfolgte.

- Sind Elektrofahrzeuge im Einsatz oder wird deren Beschaffung geplant?
- Was sind die Gründe für eine bzw. keine Beschaffungen?
- Wo werden diese Fahrzeuge eingesetzt?
- Welche Erfahrungen wurden mit diesen Fahrzeugen gemacht?
- Wo werden Einsatzmöglichkeiten für Elektrofahrzeuge in der Feuerwehr gesehen?
- Wurden Elektrofahrzeuge bereits getestet?
- Gibt es Anreizsysteme für die Beschaffung von Elektrofahrzeugen?

Von 13 angefragten Berufsfeuerwehren standen folgende für ein Interview zur Verfügung:

### 3.1.3. Werkfeuerwehren

Die Befragung der Werkfeuerwehren erfolgte zufällig. Der Inhalt der Befragung orientiert sich am erstellten Leitfaden für Berufsfeuerwehren. Von den drei angefragte Werkfeuerwehren standen folgende für ein Interview zur Verfügung:

- Flughafen Düsseldorf GmbH, Abt. Feuerwehr [18]
- Infraserb Höchst [43]

Bundesland	Kommune
Baden-Württemberg	Stuttgart [44]
Bayern	München [36]
Berlin	Berlin [23]
Hamburg	Hamburg [33]
Hessen	Frankfurt am Main [46]
Niedersachsen	Hannover [7], Wolfsburg [40]
Nordrhein-Westfalen	Ratingen [47], Wuppertal [25]
Rheinland-Pfalz	Mainz [24]
Schleswig-Holstein	Kiel [32]

Tabelle 3.2.: Interviewpartner Berufsfeuerwehren

#### 3.1.4. Hersteller

Die Befragung der Hersteller erfolgte ohne separaten Leitfaden. Ziel ist es die folgenden Fragen im Interview zu klären:

- Wie groß ist die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen?
- Wie schätzen Sie die zukünftige Nachfrage ein?
- Was sind die größten Herausforderungen/Probleme im Bereich der Elektromobilität bei Feuerwehren?
- In welchem Bereich sehen Sie die größten Chancen für Elektrofahrzeugen bei Feuerwehren?

Von drei angefragte Herstellern standen folgende für ein Interview zur Verfügung:

- Albert Ziegler GmbH [45]
- Rosenbauer International AG [21]

#### 3.1.5. Sonstige

Zusätzlich wurde der ehemalige Leiter der Abteilung Technik der Feuerwehr Düsseldorf Dr. Ulrich Cimolino [12] als Experte befragt.



## 4. Ergebnisse

Im Folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews zusammengefasst wiedergegeben. Auf Wunsch einiger Befragter wird auf direkte Verweise bewusst verzichtet.

### 4.1. Elektrofahrzeuge in den Feuerwehren

Von den befragten Berufsfeuerwehren gaben sechs an Elektrofahrzeuge im Bestand zu haben oder diese zu beschaffen. Das entspricht etwa 55 % der befragten Berufsfeuerwehren. Eine Feuerwehr gab an zusätzlich Pedelects beschafft zu haben. Bei den beschafften Fahrzeugen handelt es sich ausschließlich um PKWs. Drei Feuerwehren hatten früher Elektrofahrzeuge im Einsatz. Vier der Befragten gaben an Elektrofahrzeuge beschaffen zu wollen. Hierbei handelt es sich bei drei der Befragten um eine Ergänzung der schon bestehenden Elektroflotte handelt. Auf die Frage ob Elektrofahrzeuge getestet wurden, gaben neun Befragte an, ein oder mehrere Elektrofahrzeuge getestet zu haben. Diese konnten drei der Befragten nicht überzeugen. Die Feuerwehren, die angaben Elektrofahrzeuge im Einsatz zu haben oder aktuell in der Beschaffung zu sein, nutzen diese hauptsächlich für Dienstfahrten (Wahrnehmung von Terminen, Transport von Material) innerhalb des Stadtgebiets, die Verwendung als Einsatzfahrzeug ist bei keiner Feuerwehr der primäre Einsatzzweck.

### 4.2. Vorgaben aus der Politik

Sieben der befragten Feuerwehren gaben an, dass es in ihrer Kommune Vorgaben zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen gibt. Eine häufige Variante sieht eine Prüfungsreihenfolge vor. Hierbei muss für jedes beschaffte Fahrzeug geprüft und begründet werden ob ein Elektrofahrzeug beschafft werden kann. Ist dies nicht der Fall muss dasselbe für ein geeignetes Hybrides Fahrzeug und anschließend für ein Fahrzeug mit alternativen Antrieb erfolgen. Erst wenn alle drei Varianten ausgeschlossen sind ist die Beschaffung eines Fahrzeugs mit konventionellen Antrieb möglich (siehe [4.1](#)).

In einigen Kommunen ist die Feuerwehr von dieser Regelung ausgenommen. Diese Regelung sorgt bei den meisten Feuerwehren nicht direkt zu einem Zwang Elektrofahrzeuge zu beschaffen, da sie entweder ausgenommen sind oder die



Abbildung 4.1.: Beispiel einer häufigen Prüfungsreihenfolge

Marktsituation (fehlende Angebote, zu lange Lieferzeiten) die Beschaffung eines Elektrofahrzeuges nicht ermöglicht. Neben der Vorgabe zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen, gibt es verschiedene Förderprogramme auf unterschiedlichen politischen Ebenen (EU, Bund, etc.), die bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen genutzt werden können.

Vorgaben zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen sind nicht nur in Städten mit Berufsfeuerwehr verbreitet, auch Feuerwehren mit freiwilligen oder hauptamtlichen Kräften berichten von verstärkten Nachfragen seitens der Politik, ob nicht eine Beschaffung von Elektromobilen eine Alternative darstelle. Im privaten Sektor gibt es firmenpolitische Zwänge. Diese werden durch die Firmenphilosophien und Aussendarstellungen geprägt. Viele Unternehmen legen großen Wert auf eine ökologische Wahrnehmung potenzieller Kunden und Geschäftspartner. Die Werkfeuerwehren als Teil des Unternehmens sind daher genauso angehalten den Unternehmenszielen und der positiven Außenwahrnehmung zu entsprechen. Daher verfügt ein der befragten Werkfeuerwehren über ein PHEV und bezieht hybride Löschfahrzeuglösungen in ihre Überlegungen mit ein.

### 4.3. Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen

Die Erfahrungen mit bereits beschafften oder getesteten Fahrzeugen werden durchweg positiv beschrieben. Besonders Fahreigenschaften, wie Beschleunigung und Straßenlage werden von den Nutzern positiv hervorgehoben. Aber auch die Punkte Komfort und Ausstattung werden lobend erwähnt. Da diese Elektrofahrzeuge zu den neusten zählen sind die Punkte Ausstattung und Komfort nicht ausschließlich auf die Antriebsart zurückzuführen. Auch liegen noch keine Langzeitauswertungen über die Fahrleistungen vor. Doch erste Auswertungen zeigen, dass die Fahrleistungen der Elektrofahrzeuge mit denen von Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb ähnlich sind oder diese sogar übertreffen.

### 4.4. Gründe für Elektrofahrzeuge

Als Gründe für die Beschaffung von Elektrofahrzeugen nannten acht Feuerwehren den politischen Willen ihrer Kommunen. Als weiterer Aspekt wird die Vorbildfunktion der Feuerwehr genannt. Hier versteht sich die Feuerwehr, deren Auftrag

häufig auch den Aspekt des Umweltschutzes umfasst, auch als Botschafter für dieses Thema.

**Fahrdynamik** Ein weiterer Punkt, der für den Elektroantrieb von Feuerwehrfahrzeugen genannt wird, ist die Fahrdynamik. Die Fahrweise von Löschfahrzeugen ist geprägt durch schnelle Leistungsabfrage ohne ausgedehnte Anlaufphase. Des Weiteren werden die Fahrzeuge häufig abgebremst und im Anschluss wieder schnell beschleunigt. Dies entspricht nicht dem optimalen Betrieb eines Verbrennungsmotors. Der darauf ausgelegt ist, in einem bestimmten Drehzahlbereich kontinuierlich Leistung zu erbringen, wohingegen Elektromotoren besser mit diesem Fahrprofil umgehen können. Diesen verschafft Elektrofahrzeugen besonders im Stadtverkehr Vorteile.

**Fahrzeuggestaltung** Die Verwendung von Elektromotoren bietet neue Möglichkeiten in der Gestaltung des Fahrzeugs. Bei einem rein elektrischen Antrieb können einige Komponenten des klassischen Fahrzeugantriebs entfallen (bspw.: Verbrennungsmotor, Getriebe, Tanksystem etc.). Dies hat Auswirkungen auf die Anordnung von Bauteilen und somit die Möglichkeit neue Wege in der Fahrzeuggestaltung zu gehen. So denkt ein Aufbauhersteller in einer Konzeptstudie über die Produktion von eigenen Fahrgestellen nach. Hierbei sollen die Bedürfnisse der Feuerwehren nach agilen, sicheren und kompakten Fahrzeugen optimal berücksichtigt werden. So könnten niedrigere Entnahmehöhen und ein verbesserter Schwerpunkt realisiert werden, was wiederum die Fahreigenschaften verbessert und die Ergonomie eines solchen Fahrzeugs erhöht.

**Arbeitsschutz** Ein weitere Aspekt ist die Verbesserung der Arbeitssicherheit. Die Substitution des Verbrennungsmotors, sei es auch nur beim Anfahren, führt zum Wegfall von Abgasen in den Fahrzeughallen. Dadurch können Anschaffungs- und Wartungskosten von Abgasabsauganlagen entfallen. Außerdem wirkt sich dies positiv auf den Raumbedarf in Fahrzeughallen aus.

Als zusätzliche Chance der Elektromobilität wird eine sinkende Geräuschemission genannt. Durch verschiedene Emittenten, darunter auch Motorengeräusche von Feuerwehrfahrzeugen sind Einsatzstellen häufig sehr laut. Neben einer beeinträchtigten Kommunikation führt Lärm an Einsatzstellen zu Konzentrationsbeeinträchtigungen. Daraus wiederum resultieren höhere Fehlerquoten und verringerte Aufmerksamkeit bei den Einsatzkräften [37].

**Wartung** Eine der befragten Feuerwehren erwartet, aufgrund des Antriebs, geringere Wartungskosten für die neu beschafften Elektrofahrzeuge. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um reine Elektrofahrzeuge. Hier entfallen viele regelmäßig anfallenden Wartungen wie Öl- und Filterwechsel.

### 4.5. Gründe gegen Elektrofahrzeuge

**Reichweite** Die Skepsis ob Feuerwehrfahrzeuge mit Elektroantrieb in der Lage sind die Anforderungen der DIN 1846-2 (siehe Kapitel 2), zu erfüllen, ist weit verbreitet. Um diese, mit einem reinen Elektrofahrzeug, zu erfüllen wäre ein Akku mit einem Gewicht von 1,4 t notwendig, dies schränkt die Nutzbarkeit eines solchen Fahrzeugs deutlich ein [39]. Bei einem größeren Fahrzeugpool wäre dies durch einen Mix verschiedener Antriebsarten kompensierbar. Beispielsweise könnten Fahrzeuge mit Elektroantrieb einen Großteil der Einsätze abarbeiten. Da diese keine langwierigen Tätigkeiten an Einsatzstellen oder lange Fahrstrecken erfordern, im Bedarfsfall werden diese von Fahrzeugen mit konventionellen Antrieb ergänzt. Diese Möglichkeit ist für viele Feuerwehren keine Alternative. Da die wenigsten Feuerwehren über das Personal und die finanziellen Mittel für ein solches System verfügen. Zumeist müssen die Fahrzeuge multifunktional für die meisten Szenarien einsetzbar sein. Gerade dieser Punkt wird von freiwilligen Feuerwehren als größtes Hindernis gesehen.

**Verfügbarkeit** Zudem wird erwartet, dass ein Fahrzeug jederzeit zur Verfügung steht. Gerade während der, verglichen mit der Betankung eines konventionellen Fahrzeugs, langen Ladezeit ist dies nicht gewährleistet. Dies spricht gegen die Verwendung von Elektrofahrzeugen im Einsatzdienst. Dieser Punkt ist besonders bei Feuerwehren mit kleineren Fuhrparks zu beachten. Die Möglichkeit Fahrzeuge im Kurzstreckenbetrieb elektrisch zu betreiben wird durchaus gesehen. Wenn es aber um langwierige Einsatzstellen oder längere Fahrten geht, sind die heute möglichen Reichweiten beziehungsweise Betriebsdauern zu gering.

**Energieversorgung** Ebenfalls wird dem Punkt der Energieversorgung mit Sorge entgegengeblickt. Das Stromnetz gilt als kritische Infrastruktur, deren Ausfall unsere Gesellschaft vor ernste Schwierigkeiten stellt. Bisher ist die Feuerwehr in der Lage ihren Fuhrpark zunächst autark zu betreiben und zu betanken. Ein Ausfall des Stromnetzes würde im Falle eines elektrifizierten Löschzugs die Versorgung mit Energie erschweren beziehungsweise zum Ausfall von Fahrzeugen führen. Eine ähnliche Herausforderung stellt sich bei abgelegenen Einsatzstellen oder überörtlichen Einsätzen. Die Verwendung von fossilen Brennstoffen birgt den Vorteil eines lückenlos ausgebauten Verteilnetzes, hoher Energiedichten und daraus resultierend leichter und schneller Betankung. Für diese Probleme sehen die Feuerwehren aktuell noch keine adäquaten Lösungen.

**Lieferbedingungen** Ein weiterer Punkt sind aktuelle Lieferbedingungen. Die Beschaffung eines Elektrofahrzeugs im Bereich der PKWs ist aktuell an lange Wartezeiten geknüpft. So sind Lieferzeiten von acht Monaten oder länger keine Seltenheit. Es wurde berichtet, dass Ausschreibungen ergebnislos blieben, da

keine Angebote eingingen oder die Lieferzeiten so lang waren, dass eine Beschaffung nicht mehr zielführend wäre. Das fehlende Angebot stellt Feuerwehren und Hersteller vor Probleme. Aufgrund fehlender Fahrgestelle und damit noch nicht vorhandener Lösungen, gerade im Bereich größer 3,5 t macht für viele das Thema uninteressant. Im Bereich der Fahrzeuge 3,5 t bis 7,5 t sind zwar aktuell einige Modelle verfügbar, doch sind deren Reichweiten relativ gering. Die in Tabelle 4.1 angegebenen Reichweiten beziehen sich auf den sogenannten „Neuen Europäischen Prüfzyklus“. Dieser soll herstellerübergreifend vergleichbare, reproduzierbare Verbrauchswerte liefern. Der Test steht in der Kritik, da seine Ergebnisse nicht mit realen Verbrauchswerten übereinstimmen. Von daher ist davon auszugehen, dass die angegebenen Werte bei normaler Fahrweise nicht erreicht werden. Daher sind die Fahrgestelle weit von der, in der DIN 1846-2, geforderten Reichweite entfernt. Im Bereich der Großfahrzeuge sind aktuell auf dem

Hersteller	Modell	Reichweite nach NEFZ [km]
MAN	TGE	173 [3]
Daimler	eSpringer	150 [13]
Volkswagen	e-Crafter	173 [5]
Iveco	Daily Electric	130 [2]
Renault	Master Z.E.	120 [4]

Tabelle 4.1.: Übersicht gängiger Transporter mit Elektroantrieb

Markt noch keine Fahrgestelle verfügbar. Auf der Nutzfahrzeuge–IAA 2018 wurden erste Fahrgestelle für die Serienfertigung vorgestellt. Diese soll bei einzelnen Herstellern im Jahr 2019 (siehe Tabelle 4.2) beginnen. Die fehlende Verfügbarkeit von Fahrgestellen macht die bisherige, auf handelsübliche Fahrgestellen basierende, Fertigung von Großfahrzeugen für die Feuerwehr unmöglich. Daher ist in diesem Sektor bisher kein serienreifes Fahrzeug vorhanden. Einzig ein Hersteller hat eine Konzeptstudie zu dieser Thematik vorgestellt.

Hersteller	Modell	Serienfertigung ab	Reichweiten [km]
Daimler	eActros	2021	200 [1]
Volvo	FL Electric	2019	300 [22]
VW	eDelivery	2020	200 [54]

Tabelle 4.2.: Übersicht zukünftiger LKW Fahrgestelle mit Elektroantrieb

**Kosten** Die Beschaffung von Elektrofahrzeugen erzeugt deutliche Mehrkosten, Sie entstehen zum einen durch höhere Anschaffungskosten des Fahrgestells, Kosten für den Kauf oder das Leasing von Akkus sowie den bei Elektrofahrzeugen stärker ausfallenden Wertverlust [39]. Zudem verfügen die meisten Feuerwehren nicht über die notwendige Infrastruktur zum Laden von Elektrofahrzeugen. Diese muss bei der Beschaffung zusätzlich berücksichtigt werden. Diese Mehrkosten stehen, solange Sie aus den zumeist knappen Mitteln der Feuerwehr bestritten werden, der Anschaffung entgegen.

### 4.6. Einschätzung durch die Befragten

**Befürworter** Im Rahmen der Interviews wurde häufig auch über die Einschätzung der zukünftigen Entwicklungen gesprochen. Einige sind davon überzeugt, dass Elektromobilität die Antriebsform der Feuerwehrfahrzeuge von morgen ist. Hier herrscht die Meinung vor, dass zunächst HEVs bzw. REEVs zum Einsatz kommen. Mit heutigen Batterien ist ein rein elektrisches Fahren in der Feuerwehr noch nicht abbildbar. Durch die Kombination aus Elektromotor und Verbrennungsmotor ist bzw. wird es in naher Zukunft möglich, die Vorteile beider Antriebe optimal zu nutzen. Bezogen auf Löschfahrzeuge in Großstädten können die meisten Einsätze mit einem elektrischen Antrieb abgearbeitet werden. Dies zeigen Untersuchungen der Berliner Feuerwehr, wonach die durchschnittliche Einsatzdauer eines LHF im urbanen Gebiet ca. 35 Minuten beträgt, die Feuerlöschkreiselpumpe in weniger als 10 % aller Einsätze benötigt wird und in 96 % aller Fälle die Fahrstrecken unter 15 Kilometer liegen [34]. Bezogen auf die Einsatzdauer kam eine Untersuchung der Feuerwehr Hamburg auf ähnliche Ergebnisse, hier beträgt das 75 % - Perzentil 37 Minuten [39]. Für Einsätze mit höheren Einsatzdauern oder längerem Pumpenbetrieb ist die Verwendung eines herkömmlichen Antriebs oder eines Range-Extenders denkbar. Dieser Weg wird aktuell durch einen Hersteller angedacht und soll somit die Zeit bis zu den nächsten Entwicklungen im Bereich der Stromspeichertechnologien überbrücken. Bei diesem Punkt sind sich die Befürworter einig, in den nächsten Jahren wird er große Fortschritte bei den Energiedichten geben. Somit würden größere Reichweiten bei geringerem Akkugewicht realisierbar. Nach Ansicht der Befragten werden zunächst große Kommunen, mit urban geprägten Strukturen, beginnen Elektrofahrzeuge zu beschaffen und zu testen. Dies zeigt sich bereits im Sektor der PKWs, beziehungsweise in den aktuellen Forschungsvorhaben. Wenn die Elektrofahrzeuge sich im urbanen Gebiet bewährt haben und der Markt funktionale Lösungen anbietet, werden sie auch von kleineren Kommunen nachgefragt.

**Gegner** Auf der anderen Seite stehen die Kritiker der Elektromobilität. Hauptkritikpunkte sind die bisher ungeklärte Frage der schnellen Energiezufuhr und der zweifelhafte ökologische und ökonomische Mehrwert von Elektrofahrzeugen. So müssen Feuerwehrfahrzeuge laut Aussage einiger Kritiker über längere Zeiträume ununterbrochen einsatzfähig sein oder Wegstrecken von mehreren hundert Kilometern absolvieren können. Als Beispiele können hier das Sturmtief Ela, bei dem der Ausnahmezustand 11 Tage andauerte [16] oder der Einsatz deutscher Feuerwehren in Schweden genannt werden [26]. Solche Einsätze sind mit aktueller Batterietechnik nicht machbar. Zudem haben Großfahrzeuge mit „*range extendern*“ noch nicht bewiesen, dass Sie solche Einsätze ermöglichen können. Auch die finanzielle Umsetzung einer Mobilitätswende ist fraglich. Aktuell werden viele Projekte durch Fördermittel realisiert, das ist allerdings ein kurzfristiger Effekt. Die Elektromobilität hätte nur eine Chance, wenn Kommunen bereit wären mehr Geld für Feuerwehrfahrzeuge auszugeben, da diese, aufgrund der zu

vermutenden kleinen Stückzahl, teurer werden als herkömmliche Fahrzeuge. Ein weitere Möglichkeit elektrische Fahrzeuge einzusetzen wäre es, Fahrzeuge redundant zu beschaffen, sodass Fahrzeuge, deren Energiereserven niedrig sind, direkt ersetzt werden können. Diese Option ist mit hohen Kosten verbunden. Die Elektromobilität wird zwar stärker werden, doch flächendeckend durchsetzen wird sie sich kaum. Da die breite Masse der Bevölkerung nicht bereit sein wird die entstehenden Mehrkosten zu übernehmen. Wahrscheinlicher ist es, dass sich eFuels durchsetzen. Also synthetische hergestellte Kraftstoffe die unter Verwendung von regenerativ erzeugtem Strom aus  $CO_2$  und Wasser flüssige Kraftstoffe erzeugen. Diese sind nahezu  $CO_2$  neutral und können in herkömmlichen Motoren verwendet werden [15].



## 5. Fazit

Die Frage, ob in den Feuerwehren ein Prozess des Umdenkens bezüglich der Mobilität eintritt, kann aus Sicht des Autors mit „Ja“ beantwortet werden. Es ist erkennbar, dass viele Feuerwehren sich mit dem Thema auseinandersetzen und für sich überlegen, ob und wie Sie die neuen Technologien in ihrer Feuerwehr integrieren können. Die Entwicklung der Elektromobilität in den Feuerwehren startet aktuell im Bereich der PKW. Auch die Beschaffung von Transportfahrzeugen rückt in den Fokus. Die beschafften Elektrofahrzeuge werden von den Kollegen, die diese nutzen, gerne angenommen und genutzt. Dies spiegelt sich in den verstärkten PKW Käufen der deutschen Feuerwehren wieder. Die Fahrzeuge kommen hauptsächlich für Fahrten im rückwärtigen Bereich zum Einsatz. Die ersten Feuerwehren beginnen im Bereich der Löschfahrzeuge und RTWs Versuche zu wagen. Sollten diese erfolgreich sein, werden sich Elektrofahrzeuge zunächst im urbanen Raum durchsetzen. Wenn Sie hier ihre Alltagstauglichkeit bewiesen haben und die Produktvielfalt bei den Aufbauherstellern zunimmt, werden auch kleinere Feuerwehren über die Beschaffung nachdenken. Damit sich diese Entwicklung ergeben kann müssen folgende Punkte erfüllt werden:

**Alltagstauglichkeit** Es bedarf Lösungen, die im praktischen Test bewiesen haben, dass Sie die für den Feuerwehralltag geeignet sind. Das heißt, die Fahrzeuge sind rund um die Uhr verfügbar und funktionsfähig.

**Verfügbarkeit** Die Entwicklung alltagstauglicher Fahrgestelle im Bereich der Großfahrzeuge hängt nicht zuletzt an den Lieferbedingungen der Industrie. Erst wenn entsprechende Fahrgestelle auf dem Markt verfügbar sind und diese in annehmbarer Zeit geliefert werden, sind elektrifizierte Fuhrparks denkbar. Es sei denn die Aufbauhersteller lösen sich von den bisherigen Konzepten und entwickeln eigene Fahrgestelle. Hier ist allerdings fraglich, ob dies zu einem annehmbaren Preis möglich ist. Auch bei kleineren Fahrzeugen ist die Entwicklung direkt an die der Automobilbranche gekoppelt. Ein Umdenken wird erst dann ermöglicht, wenn die angebotenen Fahrzeuge ausgereift und die Wartezeiten auf ein Fahrzeug geringer werden. Anzeichen dafür, dass dies in den kommenden Jahren möglich wird, gibt es. Dies zeigte sich zuletzt in der Ankündigung des Volkswagen – Konzerns, die Produktion so zu gestalten, dass ab dem Jahr 2040 nur noch klimaneutrale Fahrzeuge verkauft werden [6].



**Preis** Wenn Elektrofahrzeuge Mehrkosten erzeugen, müssen diese entweder über Förderprogramme oder durch die Kommunen aufgefangen werden. Ist dies nicht möglich, müssten die Kosten für Elektrofahrzeuge ähnliche zu denen ihrer konventionellen Pendanten sein.

**Infrastruktur** Weiterhin hängt der Erfolg von der Entwicklung der Ladeinfrastruktur ab. Die Kosten für die infrastrukturelle Ertüchtigung der Feuerwehren gilt es zu klären. Es gibt viele Gründe die aktuell gegen eine Elektrifizierung des Fuhrparks sprechen.

**Politischer Wille** Die Elektromobilität in den Feuerwehren hängt stark davon ab, dass der Fokus von Politik und Gesellschaft erhalten bleibt, die Elektromobilität zu fördern. Dies kann erfahrungsgemäß nicht mit letzter Gewissheit vorhergesagt werden. Aktuelle Debatte um das Weltklima spricht allerdings dafür. Der Klimawandel gilt als einer der Megatrends – also Entwicklungen, die unsere Welt nachhaltig verändern wird. Daher ist davon auszugehen, dass auch die Umgestaltung unserer Mobilität, weg von fossilen Brennstoffen hin, zu alternativen Energieträgern, weiter voranschreiten wird [11]. Unter den alternativen Energieträgern findet sich nicht nur der elektrische Strom, auch Wasserstoff und künstliche Treibstoffe sind Gegenstand der Forschung. Welches Konzept sich letztlich durchsetzt, hängt unter anderem davon ab welches Mittel vom Nutzer akzeptiert wird und für ihn praktikabel ist. Für viele Feuerwehren und für die Hersteller ist klar, dass sich die Feuerwehren mit der Elektromobilität beschäftigen müssen. Klar ist auch, dass Lösungen für Großfahrzeuge gefunden werden müssen. An der Entwicklung solcher Lösungen wird aktuell gearbeitet. Jedoch ist absehbar, dass die Verbreitung von elektrischen Einsatzfahrzeugen in Ballungszentren beginnen wird. Wenn sich die neuen Konzepte dort als umsetzbar und alltagstauglich erweisen, ist eine Ausbreitung auf kleinere Kommunen wahrscheinlich. Es ist absehbar, dass sich die Mobilität der Feuerwehr verändert. Wann dieser Prozess abgeschlossen ist, lässt sich heute noch nicht vorhersagen. Sicher ist aber, dass die Veränderungen in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft nicht an der Feuerwehr vorbeigehen wird.

## Abkürzungsverzeichnis

BEV .....	Battery electric Vehicle
BRD .....	Bundes Republik Deutschland
DIN .....	Deutsches Institut für Normungswesen e.V.
GM .....	Gesamtmasse
HEV .....	Hybrid electric vehicle
HLF .....	Hamburger Löschfahrzeug
IAA .....	Internationale Automobil Ausstellung
LHF .....	Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeug
LKW .....	Lastkraftwagen
PHEV .....	Plug-in hybrid electric vehicle
PKW .....	Personenkraftwagen
REEV .....	Range extended electric vehicle
RTW .....	Rettungswagen

## Abbildungsverzeichnis

2.1. Darstellung Paralleler/Serieller Hybrid . . . . .	5
4.1. Beispiel einer häufigen Prüfungsreihenfolge . . . . .	13

## Tabellenverzeichnis

2.1. Übersicht Wirkungsgrad und Energiedichte unterschiedlicher Verbrennungsmotoren . . . . .	4
3.1. Art der Feuerwehren mit Anzahl . . . . .	9
3.2. Interviewpartner Berufsfeuerwehren . . . . .	11
4.1. Übersicht gängiger Transporter mit Elektroantrieb . . . . .	16
4.2. Übersicht zukünftiger LKW Fahrgestelle mit Elektroantrieb . . . . .	16

## Quellenverzeichnis

- [1] AG, D. : *Webpräsenz:LKW:eActros geht in den Kundeneinsatz.* <https://www.daimler.com/produkte/lkw/mercedes-benz/eactros.html>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [2] AG, I. M.: *DER NEUE DAILY ELECTRIC.* Version: Dezember 2018. <https://www.iveco.com/germany/neufahrzeuge/pages/daily-blue-power-nachhaltig-grenzenloser-einsatz.aspx>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [3] AG, M. T. . B.: *DER MAN TGE.* Version: Dezember 2018. [https://www.van.man/van/media/de/contentmedia/doc/business\\_website\\_germany/pdf/man\\_tge\\_launch\\_de\\_technische\\_daten.pdf](https://www.van.man/van/media/de/contentmedia/doc/business_website_germany/pdf/man_tge_launch_de_technische_daten.pdf), Abruf: 12. Dezember 2018
- [4] AG, R. D.: *Renault MASTER & Renault Master Z.E.* Dezember 2018
- [5] AG, V. : *Webpräsenz:Der neue e-Crafter.* <https://www.volkswagen-nutzfahrzeuge.de/de/elektromobilitaet/elektromodelle/e-crafter.html>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [6] AG, V. : *Webpräsenz:Volkswagen übernimmt Verantwortung für das Klima.* <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2018/12/volkswagen-accepts-climate-responsibility.html>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [7] BAHLMANN, C. : *Email- Antwort auf eine Anfrage vom 19.November 2018.* 2018. – Bereichsleitung Technik, Aus- und Fortbildung, Service , Feuerwehr Hannover
- [8] BREITINGER, M. : *Der Abgasskandal.* (2018), November. <https://www.zeit.de/wirtschaft/diesel-skandal-volkswagen-abgase>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [9] BUNDESREGIERUNG, D. : *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung.* Version: August 2009. <https://www.bmu.de/download/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilitaet-der-bundesregierung/>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [10] BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, A. der Leiter der Berufsfeuerwehren in d.: *Webpräsenz: Wir über uns.* <http://www.agbf.de/>. Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [11] CANZLER, W. : *Zukunft der Mobilität: An der Dekarbonisierung kommt niemand vorbei.* In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 65 (2015), Nr. 31-32/2015, S. 19–25

- [12] CIMOLINO, D. U.: *Telefoninterview vom 29 November 2018*. 2018. – Stab Katastrophenschutz/Wissenschaft Feuerwehr Düsseldorf
- [13] DAIMLER: *Webpräsenz:Sprinter: Konsequente Elektrifizierung der gewerblichen Flotte: Ab 2019 erweitert der eSprinter das Antriebsangebot*. <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/eSprinter-Konsequente-Elektrifizierung-der-gewerblichen-Flotte-Ab-2019-erweitert-der-eSprinter-das-Antriebsangebot.xhtml?oid=39957895>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [14] DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION: *RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008L0050>. Version: Mai 2008, Abruf: 12. Dezember 2018
- [15] DEUTSCHEN BUNDESTAGES, W. D.: Dokumentation E-Fuels / Deutscher Bundestag. 2018 (WD5 - 3000 -008/18). – Forschungsbericht
- [16] DÜSELDORF, L. : *Webpräsenz:Sturm Ela*. <https://www.duesseldorf.de/stadtgruen/dokumentation.html>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [17] ENERGIE, B. für Wirtschaft u.: *Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm*. Version: August 2007. [https://www.bmu.de/Ffileadmin/Fbm-import/Ffiles/Fpdfs/Fallgemein/Fapplication/Fpdf/Fklimapaket\\_aug2007.pdf](https://www.bmu.de/Ffileadmin/Fbm-import/Ffiles/Fpdfs/Fallgemein/Fapplication/Fpdf/Fklimapaket_aug2007.pdf), Abruf: 12. Dezember 2018
- [18] FEIER, M. : *Telefoninterview vom 05.11.2018*. 2018. – Stellv. Leiter Feuerwehr / Leiter Technik und Beschaffung, Flughafen Düsseldorf GmbH Abt. Feuerwehr
- [19] FEUERWEHR, B. : *Webpräsenz: Technik: Fahrzeuge von 1923 bis 1942*. <http://www.berliner-feuerwehr.de/technik/fahrzeuge/historische-fahrzeuge/fahrzeuge-von-1923-bis-1942/>. Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [20] FEUERWEHRVERBAND, D. : *Webpräsenz:Feuerwehr - Statistik*. <http://www.feuerwehrverband.de/statistik.html?:=0Dietmar/F1/D1Christian>. Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [21] FRIEDMANN, M. : *Telefoninterview vom 21.11.2018*. 2018. – Head of Group Strategy, Innovation and Marketing Rosenbauer International AG
- [22] GMBH, V. G. T. C. E.: *Webpräsenz:Volvo FL Electric Erster vollelektrischer Lkw von Volvo Trucks*. <https://www.volvotrucks.de/de-de/trucks/electromobility/volvo-fl-electric.html>. Version: Dezember 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [23] GÖWECKE, C. : *Telefoninterview vom 02.November 2018*. 2018. – Berliner Feuerwehr Ständiger Vertreter des Landesbranddirektors

- [24] HARF, L. : *Telefoninterview vom 30.10.2018*. 2018. – Fahrzeugwesen Feuerwehr Mainz
- [25] HARMUTH, S. : *Email- Antwort auf eine Anfrage vom 31.Oktober 2018*. 2018. – Abteilungsleiter Technik; Kfz; Funk; Logistik Feuerwehr Wuppertal
- [26] HEGEMANN, J.-E. : Sturm Ela. (2018), Oktober. <https://www.feuerwehrmagazin.de/nachrichten/deutsche-feuerwehrleute-im-waldbrandeinsatz-in-schweden-82027>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [27] HENDRIK AMMOSER, M. H.: *Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften*. feb 2006
- [28] HENGSTEBECK, C. : *Telefoninterview vom 27.November 2018*. 2018. – Vorsitzender des Fachausschusses Technik des VdF NRW
- [29] HILGERS, M. : *Alternative Antriebe und Ergänzungen zum konventionellen Antrieb*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016
- [30] ICHER, U. S.: Analyse der Effizienz zukünftiger Antriebssysteme für die individuelle Mobilität. In: *Motorentechnische Zeitschrift* (2012), S. 98–105
- [31] INSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ DER DEUTSCHEN GESETZLICHEN UNFALL-VERSICHERUNG: *GESTIS-Stoffdatenbank*. <https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp>. Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [32] JACOBSEN: *Telefoninterview vom 05.11.2018*. 2018. – Technik Kiel
- [33] JASINKSI, W. : *Telefoninterview vom 29.Oktober 2018*. 2018. – Technische Beschaffung Feuerwehr Hamburg
- [34] KLINK, J. : *Anforderungen an E-Antriebe für Löschfahrzeuge*. November 2018
- [35] KRAFTFAHRBUNDESAMT: *Webräsenz:Bestand an Pkw am 1. Januar 2018 nach ausgewählten Kraftstoffarten*. [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2018\\_b\\_umwelt\\_dus1.html?nn=663524](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2018_b_umwelt_dus1.html?nn=663524). Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [36] KURTH, C. : *Telefoninterview vom 29.10.2018*. 2018. – Einsatzmittelplanung Branddirektion München
- [37] METAL, D. F. H.: *Lärm-Stress am Arbeitsplatz*. [https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/dguv\\_infos/laerm\\_vibrat/index.jsp](https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/dguv_infos/laerm_vibrat/index.jsp), Abruf: 12. Dezember 2018
- [38] MICHAELY, P. : *Elektroautos hatte die Berliner Feuerwehr schon 1908*. Version: November 2017. <https://aiomag.de/elektroautos-hatte-die-berliner-feuerwehr-schon-1908-33>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [39] MÖNCH-TEGEDER, J. : *E-Mobilität bei Einsatzfahrzeugen der Feuerwehren*. Dezember 2017

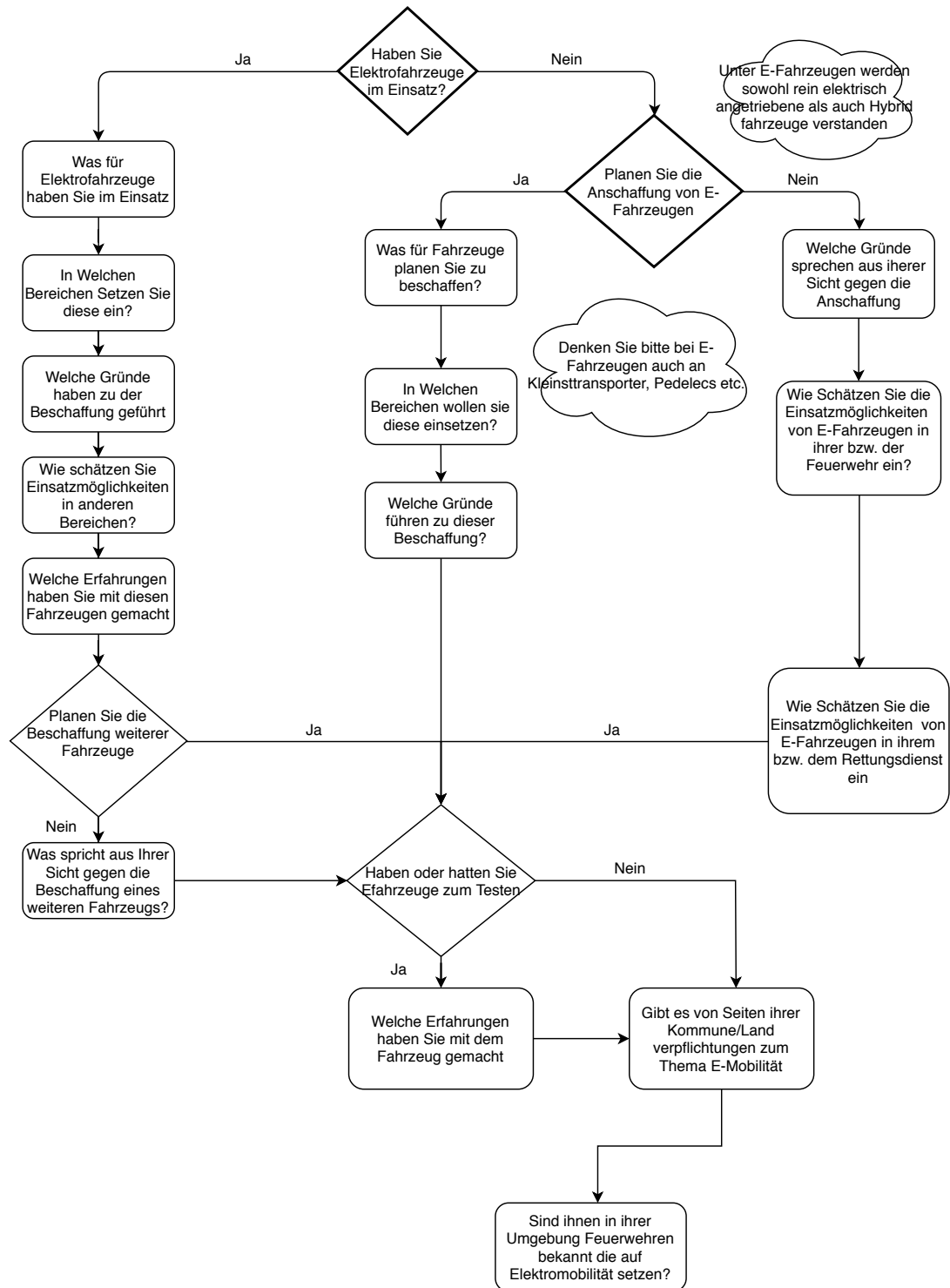
- [40] NICOLAI, M. : *Telefoninterview vom 30.Oktober 2018*. 2018. – Leiter Beschaffung Berufsfeuerwehr Wolfsburg
- [41] NORDDEUTSCHERRUNDFUNK: Diesel-Fahrverbot in Hamburg am 31. Mai. (2018), Mai. <https://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Diesel-Fahrverbot-in-Hamburg-ab-31-Mai,fahrverbote114.html>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [42] OFFENBACH, S. : *Webpräsenz: Fahrzeugtechnik: Drehleitern - von 1903 bis heute*. <https://www.offenbach.de/microsite/feuerwehr/historie/Drehleitern.php>. Version: November 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [43] PEINE, T. : *Telefoninterview vom 17.Dezember 2018*. 2018. – Werkfeuerwehr Infraserb Höchst
- [44] PIETSCHMANN, J. : *Telefoninterview vom 23. November 2018*. 2018. – Sachgebietsleiter Feuerwehrtechnik und Gebäude Branddirektion Landeshauptstadt Stuttgart
- [45] QUINTENZ, T. : *Telefoninterview vom 18.November 2018*. 2018. – Leiter Produktmanagement Albert Ziegler GmbH
- [46] RUSCHENBURG, J. : *Interview vom 25. Oktober 2018*. 2018. – Sachgebietsleiter Fahrzeugtechnik Branddirektion Frankfurt am Main
- [47] SCHUBERT, R. : *Email- Antwort auf eine Anfrage vom 31.Oktober 2018*. 2018. – Leiter der Feuerwehr Ratingen
- [48] SPILLER, B. : *Interview vom 17.Dezember 2018*. 2018. – Abteilungsleiter Logistik Branddirektion Frankfurt am Main
- [49] STAN: *Alternative Antriebe für Automobile*. fourth. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2015
- [50] STEINER, A. : So einfach geht Elektroauto. In: *Frankfurter Allgemeine* (2017), November. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wie-ein-professor-zum-elektroauto-hersteller-wurde-15310459.html>, Abruf: 12. Dezember 2018
- [51] UMWELTBUNDESAMT: *Webpräsenz:Stickstoffdioxid-Belastung*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/stickstoffdioxid-belastung>. Version: September 2018, Abruf: 12. Dezember 2018
- [52] V., D. I. e.: *Feuerwehrfahrzeuge – Teil 1: Nomenklatur und Bezeichnung*;. Juli 2011
- [53] V., D. I. e.: *Feuerwehrfahrzeuge – Teil 2: Allgemeine Anforderungen – Sicherheit und Leistung*;. Mai 2013
- [54] WERWITZKE, C. : IAA: Volkswagen zeigt E-Lkw e-Delivery & Volksbus e-Flex. (2018), sep. <https://www.electrive.net/2018/09/24/vw-truck-bus-zeigt-e-lkw-e-delivery-und-nfz-plattform/>, Abruf: 12. Dezember 2018





## A. Anhang

### A.1. Grafiken



## **A.2. Übersicht Förderprojekte**

Gebiet	Frist	Inhalt der Förderung	Träger
Bund	31.12.20	Laden von Elektrofahrzeugen beim Arbeitgeber von Einkommensteuer befreit; unentgeltlich oder verbilligt vom Arbeitgeber bereitgestellte Ladevorrichtung für zu Hause steuerlich begünstigt (Zuschüsse zur Nutzung dieser Ladevorrichtung)	Bundesfinanzministerium, Referat für Bürgerangelegenheiten Tel.: 030/1 86 82 33 00 E-Mail: buergerreferat@bmf.bund.de Internet: www.bundesfinanzministerium.de
Bund	31.12.20	Zuschuss bis 60 % der Kosten für Pendlermobilität, Fuhrparkmanagement sowie Dienst- und Geschäftsreisen inklusive Infrastrukturmaßnahmen, die zur Nutzung umweltverträglicherer Verkehrsmittel beitragen	TÜV Rheinland Consulting GmbH, Forschungsmanagement Tel.: 0221/8 06 41 64 E-Mail: Thilo.Petri@de.tuv.com Internet: www.tuv.com; Antrag: foerderportal.bund.de/easyonlinet
Bund	-	Zuschuss für Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybriden (max. 50 g CO <sub>2</sub> -Ausstoß; min. 40 km elektr. Reichweite); Nfz bis 12 t; Ladestationen für geförderte Fahrzeuge (Förderhöhe abhängig von jeweiliger Förderphase)	Projektträger Jülich (PtJ), Geschäftsbereich ESN, Fachbereich ESN6
Bund	31.12.20	Zuschuss bis 40 % der Kosten für Ladepunkte (bis 22 kW max. 2.500 Euro pro Ladepunkt, über 22 kW max. 30.000 Euro); bis 40 % der Kosten für Netzanschluss an Niederspannungsnetz, max. 5.000 Euro pro Standort, Mittelspannungsnetz max. 50.000 Euro pro Standort; gilt auch für Aufrüstung oder Ersatz für vor Förderrichtlinie bestehende Ladeinfrastruktur inklusive Ausbau Netzanschluss	Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV) Tel.: 04941/60 25 55 E-Mail: ladeinfrastruktur@bav.bund.de Internet: www.bav.bund.de; Antrag: foerderportal.bund.de/ easyonline

BW	-	Unterhaltungs- sowie Ladeinfrastrukturkosten für Elektrofahrzeuge und Nfz bis 3,5 t, Zuschuss in Landesgebieten mit NO2-Grenzwertüberschreitung 5.000 Euro bei gekauften und 1.666 Euro p. a. bei geleasteten Elektrofahrzeugen; im restlichen Landesgebiet 3.000 Euro bei gekauften und 1.000 Euro p. a. bei geleasteten Elektrofahrzeugen; max. 20 Fahrzeuge	L-Bank Baden-Württemberg Tel.: 0721/1 50 13 88 E-Mail: elektromobilitaet@l-bank.de Internet: www.l-bank.de
BY	31.12.20	Zuschuss bis 60 % der Kosten für öffentlich zugängliche Ladepunkte (bis 22 kW max. 3.000 Euro pro Ladepunkt, bis 100 kW max. 12.000 Euro, über 100 kW max. 30.000 Euro); bis 60 % der Kosten für Netzanschluss an Niederspannungsnetz, max. 5.000 Euro pro Standort, Mittelspannungsnetz max. 50.000 Euro; gilt auch für Aufrüstung oder Ersatz für vor Förderrichtlinie bestehende Ladeinfrastruktur inklusive Ausbau Netzanschluss	Projektträger Bayern (ITZB Büro Nürnberg) Tel.: 0911/20 67 16 11 E-Mail: kontakt@projekttraeger-bayern.de Internet: www.projekttraeger-bayern.de
NRW	30.09.2023	Zuschuss für Beratung für E-Mobilität; Aufbau Ladeinfrastruktur sowie Anschaffung von Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeugen (Höhe der Förderung abhängig von Art und Umfang des Vorhabens sowie Antragsteller)	Bezirksregierung Arnsberg – Bergbau und Energie NRW Tel.: 0211/8 37 10 01 E-Mail: progres.emob@bra.nrw.de Internet: www.bezreg-arnsberg.nrw.de

NRW	31.12.2020	Zuschuss bis 60 % der Kosten für öffentlich zugängliche Ladepunkte (bis 22 kW max. 3.000 Euro pro Ladepunkt, über 22 kW max. 30.000 Euro); bis 60 % der Kosten für Netzanschluss an Niederspannungsnetz, max. 5.000 Euro pro Standort, Mittelspannungsnetz max. 50.000 Euro pro Standort; gilt auch für Aufrüstung oder Ersatz für vor Förderrichtlinie bestehende Ladeinfrastruktur inklusive Ausbau Netzanschluss	Bezirksregierung Arnsberg – Bergbau und Energie NRW Tel.: 02931/82 36 36 E-Mail: <a href="mailto:progres@bezreg-arnsberg.nrw.de">progres@bezreg-arnsberg.nrw.de</a> Internet: <a href="http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de">www.bezreg-arnsberg.nrw.de</a>
ST	31.12.2020	Zuschuss bis 60 % der Kosten für öffentlich zugängliche Ladepunkte (bis 22 kW max. 3.000 Euro pro Ladepunkt, bis 100 kW max. 12.000 Euro, über 100 kW max. 30.000 Euro); bis 60 % der Kosten für Netzanschluss an Niederspannungsnetz, max. 5.000 Euro pro Standort, Mittelspannungsnetz max. 50.000 Euro; gilt auch für Aufrüstung oder Ersatz für vor Förderrichtlinie bestehende Ladeinfrastruktur inklusive Ausbau Netzanschluss	Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt (NASA) Tel.: 0391/53 63 10 E-Mail: <a href="mailto:info@nasa.de">info@nasa.de</a> Internet: <a href="http://www.nasa.de">www.nasa.de</a>