



**FEUERWEHR  
BOCHOLT**

---

Dirk Arping  
Aufstiegsbeamter  
Feuerwehr Bocholt

## **Fachartikel**

# **Elektrifizierung von Drehleiter- fahrgestellen**

Facharbeit gemäß § 20 Abs. 1 VAP2.2-Feu NRW

Bocholt, den 01.11.2024

## **Aufgabenstellung**

Elektrifizierung von Drehleiterfahrgestellen

Stellen Sie den aktuellen Sachstand dar. Welche Chancen und Risiken liegen in der Zukunft. Welche Problemfelder gibt es derzeit? Stellen Sie die notwendigen Maßnahmen für eine Umsetzung dar. Betrachten Sie ebenfalls die wirtschaftlichen Aspekte.

## **Hinweis:**

In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen dieser Arbeit sind ausdrücklich geschlechtsneutral zu verstehen.

Im Folgenden werden für die Betrachtung der Drehleiterfahrgestelle die Anforderungen der Drehleiter mit kombinierten Bewegungen und Korb mit einer Nennrettungshöhe von 23 Metern bei einer Nennausladung von 12 Metern beleuchtet. Als Begründung wird hier die Sicherstellung des zweiten Rettungsweges herangezogen. Gemäß dem gültigen Baurecht nach Musterbauordnung (MBO) ist dies ab der Gebäude Klasse 4 sicherzustellen.

## Abkürzungsverzeichnis

ÜvP	Übereinkommen von Paris
EU	Europäische Union
KSG	Klimaschutzgesetz
Lkw	Lastkraftwagen
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
DLA(K) 23/12	Drehleiter mit kombinierten Bewegungen (Korb) 23 Meter Nennrettungshöhe bei einer Nennausladung von 12 Metern
MBO	Musterbauordnung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIN EN	Deutsches Institut für Normung im Zusammenhang auf die Europäische Norm
t	Tonnen
N/cm <sup>2</sup>	Newton pro Quadratcentimeter
E-PTO	Electric-Power Take Off
DC	Gleichstrom
AC	Wechselstrom

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klimaschutzziele der Europäischen Union und der BRD (eigene Darstellung) .....	2
Abbildung 2, 3 und 4: Elektrifiziertes Scania P25 Fahrgestell (eigenes Bildmaterial).....	5
Abbildung 5: Kalkulatorische Reichweite der Fa. Rosenbauer, DLK mit drei vollgeladenen HV-Batterien (eigene Darstellung) .....	5
Abbildung 6, 7 und 8: DLA(K) 23/12 der Fa. Rosenbauer auf Volvo FE Electric (eigenes Bildmaterial) .....	6

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Elektrifizierte Fahrgestelle (eigene Darstellung).....	3
Tabelle 2: Übersicht der Teilnehmer der Expertenbefragung (eigene Darstellung).....	10
Tabelle 3: Übersicht der Literatur und Quellendokumentation (eigene Darstellung) .....	11

# Inhalt

<b>Teil I: Fachartikel</b> .....	<b>1</b>
<b>Kurzzusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Darstellung des Problems</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Herangehensweise</b> .....	<b>3</b>
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>3</b>
4.1 Fahrgestelle .....	3
4.2 Kosten der Elektrifizierten Fahrgestelle .....	3
4.3 Einsatzmöglichkeiten und Probetrieb .....	4
4.4 Aufbau und technische Daten .....	5
4.5 Ladung und Ladeinfrastruktur .....	6
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>6</b>
<b>6 Fazit</b> .....	<b>8</b>
<b>Teil II: Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Beschreibung der Methodik</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Begründung</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literatur- und Quellendokumentation</b> .....	<b>10</b>
3.1 Beschreibung der Literatur- und Quellensuche und der Datenbanken .....	10
3.2 Übersicht über die Ergebnisse der Literatur- und Quellendokumentation.....	10
3.3 Kriterien der Literatur- und Quellenauswahl .....	11
3.4 Zusammenfassende Beschreibung der ausgewählten Literatur und Quellen .....	12
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>13</b>
<b>A. Anhänge</b> .....	<b>15</b>
<b>B. Eigenständigkeitserklärung</b> .....	<b>17</b>

## Teil I: Fachartikel

### Kurzzusammenfassung

Die derzeit verwendeten Drehleitern basieren auf Lkw-Serienfahrgeräten und werden durch Verbrennungsmotoren betrieben. Elektrifizierte Drehleiterfahrgeräten wurden bislang lediglich in Einzelfällen realisiert.

Die politischen Vorgaben und Regelungen zur Erreichung der Klimaschutzziele werden den Markt für Nutzfahrzeug-Fahrgeräten verändern. Dieser Markt ist stark vom Güterverkehr geprägt, bei dem ökonomische Überlegungen für Transportunternehmen von zentraler Bedeutung sind. Feuerwehrfahrzeuge stellen hierbei nur einen sehr geringen Marktanteil dar. Nach derzeitigen Prognosen könnten elektrische Antriebe mittels Batterietechnologie eine mögliche Variante der alternativen Antriebe darstellen, wobei die Ladeinfrastruktur die größte Herausforderung bleibt.

Die Aufbauhersteller sowie die Feuerwehren als Nutzer müssen sich den zukünftigen Entwicklungen auf dem Nutzfahrzeugmarkt anpassen. Dies bringt neue Herausforderungen mit sich, die ein Umdenken innerhalb der Feuerwehren erforderlich machen. Bei einer Elektrifizierung der Fahrgeräten muss die Infrastruktur der Feuerwachen angepasst werden. Die mögliche Einsatzdauer und das zusätzliche Gewicht der Batterien stellen zum heutigen Zeitpunkt besondere Herausforderungen dar, insbesondere für Drehleiterfahrgeräten, da das zusätzliche Gewicht Probleme hinsichtlich der Aufstell- und Bewegungsflächen verursacht.

Die Strategie der Fahrzeughersteller ist noch unklar, bisher reagieren diese sehr zögerlich auf die neuen Technologien. Ein „Politikwechsel“ hin zu einer erneuten Unterstützung des Verbrennungsmotors könnte für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben von Vorteil sein.

Insgesamt zeigt sich, dass die Elektrifizierung von Drehleiterfahrgeräten eine komplexe Herausforderung darstellt, die sowohl technische als auch organisatorische Anpassungen erfordert. Aufgrund der geringen Kilometerlaufleistungen von Drehleiterfahrgeräten ist der tatsächliche Nutzen für den Klimaschutz als fragwürdig zu betrachten.

## 1 Einleitung

Die Elektromobilität ist kein neues Thema. Zum Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts wurde über unterschiedliche Antriebsarten diskutiert. Die Feuerwehr Offenbach beschaffte 1903 als erstes Automobil eine elektrisch angetriebene Drehleiter (Offenbach, 2024). Der elektrische Antrieb konnte sich nicht durchsetzen und wurde durch den Verbrennungsmotor, welcher der prägende Antrieb für das 20. Jahrhundert war, abgelöst. Jedoch verursacht dieser aber einen erheblichen Teil der Treibhausgase. Die globalen Klimaschutzziele haben das festgelegte Ziel die Erderwärmung zu begrenzen. Dies hat massive Auswirkungen auf verschiedene Sektoren. Der Verkehrssektor besitzt einen erheblichen Anteil an den weltweiten CO<sub>2</sub> Emissionen. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist daher eine drastische Reduzierung der Emissionen in diesem Bereich unerlässlich. Nachfolgend werden die wesentlichen Ziele in einer zeitlichen Achse dargestellt.

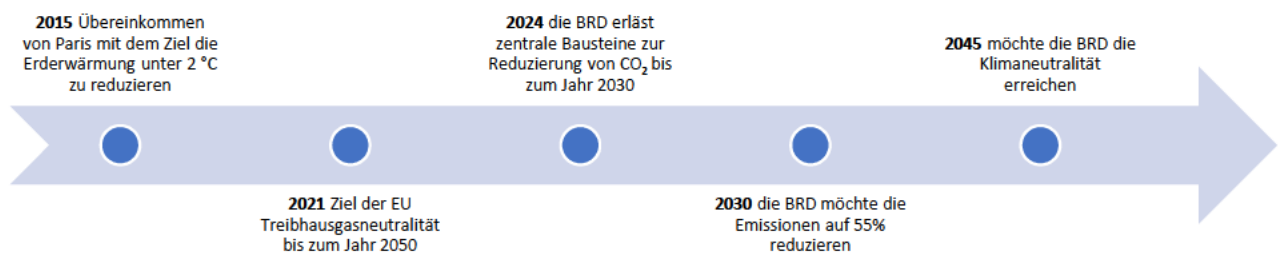


Abbildung 1: Klimaschutzziele der Europäischen Union und der BRD (eigene Darstellung)

Die bevorstehenden Veränderungen im Verkehrssektor werden massive Auswirkungen auf den zukünftigen Lkw-Markt haben. Aufgrund der Tatsache, dass Drehleitern auf herkömmlichen Lkw-Serienfahrgestellen aufgebaut werden, wird dies einen unmittelbaren Einfluss auf die Feuerwehren besitzen. Der nachfolgende Fachartikel soll dies näher erläutern.

## 2 Darstellung des Problems

Derzeit werden Drehleitern auf herkömmlichen Lkw-Serienfahrgestellen aufgebaut. Nahezu alle Fahrgestelle werden durch Verbrennungsmotoren angetrieben. Bisher stellt ein elektrifiziertes Fahrgestell die absolute Ausnahme dar. Insgesamt ist die Marktentwicklung bei schweren Nutzfahrzeugen in Bezug auf die Batterietechnologie bis zum heutigen Tag noch stark reduziert verfügbar. Die aktuelle Entwicklung bei den Fahrzeugherstellern ist derzeit noch nicht absehbar. Welche Rolle der kommunale Markt dabei spielt, ist ebenfalls noch nicht absehbar, da dieser nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtmarkt darstellt. Die Umstellung auf die Euro-7-EU-Abgasnorm liegt zurzeit als Vorschlag vor und soll voraussichtlich im Jahr 2027 umgesetzt werden (Europäische Kommission, 2022). Ziel soll es sein, die Schadstoffimmissionen von Fahrzeugen zu verringern und die Luftqualität dadurch zu verbessern. Daraus ergeben sich auch weitere Anforderungen an die Lastkraftwagen. Bisher war es vorgesehen, dass der Bereich Personenkraftwagen, Nutzfahrzeuge bis 12 Tonnen von den Lastkraftwagen und Bussen getrennt wird. Durch den neuen Vorschlag zur Euro-7-EU-Abgasnorm sollen die zwei Regelwerke zusammengefasst werden. Für den Bereich der Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge ist es bereits beschlossen. Somit dürfen ab dem Jahr 2035 keine Neufahrzeuge mehr zugelassen werden, welche CO<sub>2</sub> ausstoßen.

Die öffentlichen Verwaltungen sind angehalten, die klimapolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland zu unterstützen und mit umzusetzen. Da die öffentlichen Feuerwehren Bestandteil der Verwaltungen sind, wird hier durch den „politischen Willen“ eine Umsetzung gewünscht (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2022).

Zu den oben aufgeführten Problemen gibt es weitere Problemfelder. Diese beruhen auf den aktuell gültigen Normungen, welche bei der Drehleiter betrachtet werden müssen. In der DIN EN 1846-2 Feuerwehrfahrzeuge-Teil 2 Allgemeine Anforderungen wird unter dem Punkt 5.2.1.4.2 der Antrieb von Sonderausrüstungen durch den Fahrzeugmotor beschrieben. Der Fahrzeugmotor muss zum Antrieb von fest eingebauten Ausrüstungen einen Dauerbetrieb von mindestens vier Stunden gewährleisten. Zudem

werden unter Punkt 5.2.1.9 der Kraftstofftank und der Fahrbereich erläutert. Dieser muss für eine Fahrstrecke von 300 km auf der Straße ausgelegt sein. Innerhalb der Normung werden die Begrifflichkeiten bereits überarbeitet und den aktuellen Anforderungen wie z. B. Energiespeicher und Reichweite angepasst (Deutsches Institut für Normung, 2022). Die Hubrettungsfahrzeuge für die Feuerwehr-Drehleiter mit kombinierten Bewegungen (Automatik-Drehleitern) werden in der DIN EN 14043 erläutert. Die maximale Gesamtmasse der Klasse 30 darf das Gewicht von 16.000 Kilogramm nicht überschreiten (Deutsches Institut für Normung, 2014). In der DIN 14090 „Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken“ werden die Anforderungen beschrieben, um eine Drehleiter dort in Stellung zu bringen. Die Aufstellflächen und Bewegungsflächen nach Punkt 4.2.12 beziehen sich auf die Dimensionierung für Hubrettungsfahrzeuge der Leiterklasse 30 nach DIN 14043. Die Zufahrten müssen so befestigt sein, dass sie von einem Feuerwehrfahrzeug mit einer Gesamtmasse von 16 t und einer Achslast von 10 t befahren werden können. Für befahrbare Decken gilt dies für ein Einzelfahrzeug. Zudem müssen diese gemäß 4.3.9 für eine Flächenpressung von 80 N/cm<sup>2</sup> ausgelegt sein. Auf weitere Anforderungen wie zum Beispiel Kurvenradien, Abstützbreite etc. wird in diesem Fachartikel nicht eingegangen.

### 3 Herangehensweise

Zunächst wurde eine umfassende Internetrecherche durchgeführt, sowie die bereits erarbeiteten Facharbeiten der letzten Jahre geprüft. Anschließend wurden Experten aus den Feuerwehren und bei den Aufbauherstellern befragt. Eine genaue methodische Herangehensweise wird im Teil II unter dem Punkt 1 beschrieben.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Fahrgestelle

Zu einer möglichen Elektrifizierung für den schweren Nutzfahrzeugmarkt lassen sich diverse Studien im Internet finden. In allen Studien wird die Möglichkeit einer Umsetzung der Elektrifizierung auf den Güterverkehr betrachtet. Das Fraunhofer Institut hat eine Studie durchgeführt, in der beschrieben wird, dass eine Elektrifizierung derzeit bereits im Nahverkehrsbereich möglich ist (Fraunhofer Institut, 2021). Grundsätzlich wird der Batterietechnologie eine hohe Effizienz zugeschrieben. Laut Angaben der Hersteller erzielen die Lastkraftwagen derzeit eine Reichweite zwischen 300 und 500 Kilometern. Die ersten Fahrzeuge werden inzwischen mit einer Reichweite von über 500 Kilometern angeboten und sollen demnächst ausgeliefert werden. Insgesamt ist bisher nur eine geringe Anzahl von Fahrgestellen auf dem Markt verfügbar, welche sich zum Aufbau einer Drehleiter eignen.

Tabelle 1: Elektrifizierte Fahrgestelle (eigene Darstellung)

Hersteller	Bemerkungen	Quellenangabe
Renault e-Truck D	Baugleich dem Volvo Fahrgestell	Renault, 2024
DAF XB Electric	Steht derzeit noch nicht zur Auslieferung zur Verfügung	DAF, 2024
Mercedes Benz eEconic	Unzureichende Dauerleistung von 33 KW	Mercedes Benz, 2024
MAN eTGS	In unterschiedlichen Gewichtsklassen erhältlich	MAN, 2024
Volvo FE Electric		Volvo, 2024
Scania P 25		Scania, 2024

Jedoch ist von den aufgeführten Fahrgestellen keines dazu geeignet, nach einem Aufbau der Drehleiter die nach DIN EN 14043 und DIN 14090 geforderte Gesamtmasse von maximal 16.000 Kilogramm einzuhalten.

### 4.2 Kosten der Elektrifizierten Fahrgestelle

Es zeigt sich, dass die Kosten im Vergleich zu den bisherigen verwendeten Fahrgestellen mit Verbrennungsmotor signifikant teurer sind. Bedingt durch die bisher geringen Abnahmezahlen und die jüngst erreichte Marktreife. Nur wenige Hersteller waren im Rahmen der Recherche bereit, Informationen

zu den Kosten preiszugeben. Lediglich zwei Hersteller gaben hierzu telefonische Auskunft. Zum Vergleich liegt das DAF XB Electric-Fahrgestell bei ca. 240.000 €. Das herkömmliche DAF-XB-Fahrgestell dagegen bei ca. 95.000 €. Dies spiegelt sich ebenfalls bei dem Fahrzeughersteller Scania wieder. Ein Fahrgestell mit Verbrennungsmotor liegt bei ca. 110.000 €, die Kosten für ein elektrifiziertes Fahrgestell belaufen sich auf 305.000 €, laut Firma Rosenbauer International AG. Darin ist der notwendige Umbau des Fahrgestelles noch nicht inkludiert. Dieser liegt bei ca. 30.000 €. Die Umbaumaßnahmen incl. dem Hilfsrahmen sind grundsätzlich notwendig, damit eine Drehleiter auf ein serienmäßiges Fahrgestell aufgebaut werden kann. Der Umbau ist unabhängig von der Antriebsart. In der Preiskalkulation ergibt sich alleine für das Fahrgestell ein annähernd dreifacher Preis gegenüber einem üblichen Fahrgestell. Somit kann die Aussage getroffen werden, dass zum jetzigen Zeitpunkt die Wirtschaftlichkeit von elektrisch angetriebenen Fahrgestellen nicht gegeben ist.

### 4.3 Einsatzmöglichkeiten und Probetrieb

In einer Bachelorarbeit der Berliner Hochschule für Technik wurden die Einsatzmöglichkeiten einer elektrischen Drehleiter für die Berliner Feuerwehr umfassend untersucht. „Verwendbarkeit einer elektrischen Drehleiter unter Realbedingungen anhand der Anforderungen von herkömmlichen Hubrettungsfahrzeugen bei der Berliner Feuerwehr“ (Dreßler, 2023). Hierbei wurden die Einsatzzeiten, Fahrstrecken, Standdauer auf der Feuerwache und unterschiedliche Einsatzszenarien aller Hubrettungsfahrzeuge der Berliner Feuerwehr betrachtet. Bei den Szenarien wurde der medizinische Notfall, die Technische Hilfeleistung, der Kleinbrand, ein kritischer Wohnungsbrand sowie ein Großbrand angenommen. Anhand der statistischen Auswertungen wurden die Einsatzzeiten ausgewertet. Bei der Studienarbeit wurden die Erfahrungswerte aus dem Projekt eHLF in Bezug auf die Ladeinfrastruktur mit betrachtet. Diese Auswertungen wurden mit dem Leistungsbedarf aus der Energiebilanz der Firma Rosenbauer verglichen. Hierbei wurde festgestellt, dass anhand der Batteriekapazitäten die Bewältigung von mehreren Einsätzen bzw. Auslegungsszenarien ohne Einschränkungen sicherstellen kann. Trotz Elektrifizierung darf es keine erheblichen Einschränkungen hinsichtlich der Einsatztauglichkeit geben. Die Integration einer elektrisch angetriebenen Drehleiter in den Einsatzdienst der Berliner Feuerwehr konnte aufgrund zweier Ausschlusskriterien nicht erfolgen. Zum einen überschreitet die aktuelle Drehleiter die vorgegebene maximale Fahrzeughöhe von 3300 mm um 100 mm. Zum anderen übersteigt sie das zulässige Gesamtgewicht von 16 Tonnen. Um dennoch weitere Erfahrungen zu sammeln, wird die Berliner Feuerwehr eine elektrisch betriebene Drehleiter für den Ausbildungs- und Fortbildungsbetrieb beschaffen. Die Auslieferung ist zum Jahresende 2024 geplant. Der Aufbau erfolgt durch die Firma Rosenbauer auf einem Scania-Fahrgestell. Die Berliner Feuerwehr verfolgt bei der Beschaffung mehrere Ziele. Dies sind die Reduzierung der Geräusche im Ausbildungsbetrieb und die Vermeidung von Emissionen. Somit wird gleichzeitig der Gesundheitsschutz im Rahmen der Aus- und Fortbildung im notwendigen Maße betrachtet. Des Weiteren ist beabsichtigt, den Energiebedarf der Drehleiter zu evaluieren.

Die größte zivile Rettungsorganisation der Schweiz, „Schutz & Rettung Zürich“, testete in einem halbjährigen Probetrieb die erste elektrisch angetriebene Drehleiter. Das Ziel der Berufsfeuerwehr Zürich und der Firma Rosenbauer war es, die Drehleiter unter realen Bedingungen zu prüfen. Der Drehleitereinsatz war uneingeschränkt möglich und es ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich zum Betrieb mit einem konventionell angetriebenen Fahrgestell. Während aller Übungen und Einsätze war die Batteriekapazität ausreichend. Längere Einsätze gab es in der Probephase nicht zu verzeichnen. Aufgrund der besonderen topographischen Lage zeigte das Fahrgestell Volvo FE Electric eine nicht zufriedenstellende Beschleunigung bei Steigungen. Somit waren Fahrten im Konvoi kaum möglich (Corte, 2024). Die getestete Drehleiter verfügte über dreimal 66 kWh Batterien. Das Fahrzeuggewicht war nach Reduzierung der Beladung bei knapp 18 Tonnen. Gemäß dem Artikel 44 der Brandschutznorm, Ausgabe 2015, der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen ist ein zulässiges maximales Gesamtgewicht von 18 Tonnen für Bewegungs- und Stellflächen in der Schweiz zulässig (Brandschutznorm Schweiz, 2015).

Der französische Hersteller Echelles-Riffaud baute seinen Leiterpark auf ein Renault D 19 Wide E-Tech Fahrgestell auf. Das elektrifizierte Fahrgestell wird derzeit bei der Pariser Feuerwehr getestet. Die Drehleiter besitzt eine Fahrzeughöhe von 3450 mm und hat eine Gesamtmasse von 19 Tonnen (Courtot, 2024).

Der Aufbauhersteller Rosenbauer International AG hat bis zum heutigen Tag zwei Drehleiter auf einem elektrifizierten Fahrgestell der Firma Volvo FE Electric aufgebaut. Der bisherige Prototyp, welcher in Zürich getestet wurde sowie eine weitere baugleiche Drehleiter die im August 2024 an das Landesfeuerwehrkommando Burgenland ausgeliefert wurde (Rosenbauer, 2024). Eine weitere Drehleiter wird derzeit auf einem Scania P 25-Fahrgestell, für die Berliner Feuerwehr, aufgebaut.

#### 4.4 Aufbau und technische Daten

Der eigentliche Leitersatz wurde mit jeweils einem gängigen L32A-XS aufgebaut, da der Wunsch der Kunden bestand, die gewohnte Funktionalität und die bewährte Einsatztaktik mit diesem Fahrzeug wieder abzubilden. Somit verfügen die Drehleiter über einen Leitersatz mit abneigbarem Korbarm und einem Rettungskorb mit 500 kg Nutzlast. Das Fahrgestell wird von zwei Elektromotoren mit insgesamt 225 kW, für den Fahrbetrieb, angetrieben. Zusätzlich ist ein weiterer Elektromotor serienmäßig für den Nebenantrieb mit einer Dauerleistung von 70 kW verbaut. Dieser ist in der Lage, eine Spitzenleistung von 100 kW zu erzeugen. Die Leistung wird benötigt, wenn alle Bewegungen der Automatikdrehleiter gleichzeitig durchgeführt werden. Die Fahrgestelle verfügen über drei Lithium-Ionen-Akkus mit einer Kapazität von jeweils 66 kWh. Somit verfügt der Batteriespeicher über eine Gesamtleistung von 198 kWh.

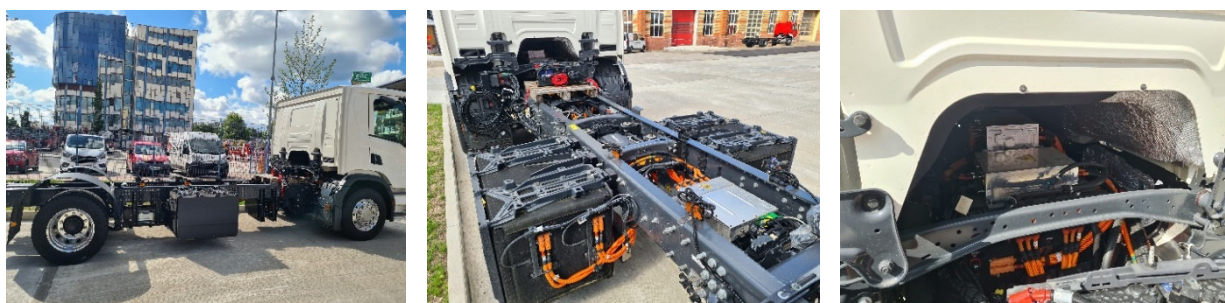


Abbildung 2, 3 und 4: Elektrifiziertes Scania P25 Fahrgestell (eigenes Bildmaterial)

Als Berechnungsgrundlage der Batteriekapazität wurden die nachfolgenden Werte angenommen: Ein Lastzyklus verbraucht 1 kWh, ein Abstützvorgang 0,32 kWh und pro Kilometer Fahrbetrieb werden 0,94 kWh verbraucht. Ein Standby-Betrieb verbraucht 2 kWh. Insgesamt bietet das Volvo-Fahrgestell eine effektiv nutzbare Leistung von 166 kWh. Als Grundlagen hierzu wurden Berechnungen anhand von Daten der Berliner Feuerwehr angenommen. Somit ist ein Betrieb über vier Stunden bei einem üblichen Belastungsprofil möglich. Insgesamt wurden zwei Einsatzszenarien angenommen, einmal für den innerstädtischen und einmal für den ländlichen Einsatz.

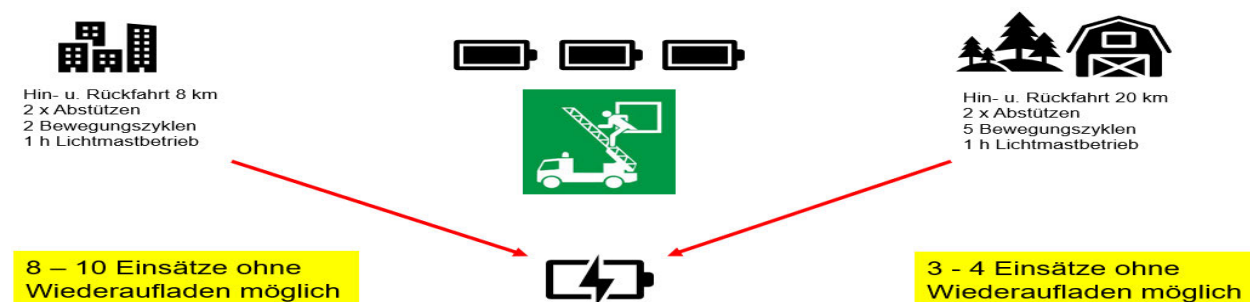


Abbildung 5: Kalkulatorische Reichweite der Fa. Rosenbauer, DLK mit drei vollgeladenen HV-Batterien (eigene Darstellung)

Der Aufbau des Leitersatzes ist gleich einer herkömmlichen Drehleiter mit Verbrennungsmotor. Bei Fahrgestellen mit fossilen Antrieben wird am Getriebe der notwendige Nebenantrieb verbaut um die Energie für den Unter- bzw. Oberwagen zu erzeugen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass der Nebenantrieb entfällt und stattdessen ein zusätzlicher Elektromotor verbaut wird. Dieser fungiert als elektrischer Nebenantrieb und wandelt die erzeugte elektrische Energie, an der Schnittstelle des Electric Power Take Off (E-PTO), in die benötigte hydraulische Energie um.

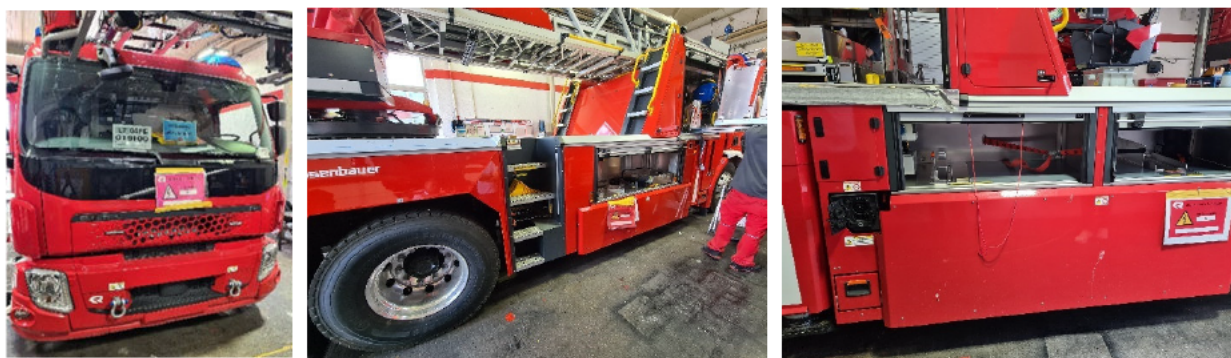


Abbildung 6, 7 und 8: DLA(K) 23/12 der Fa. Rosenbauer auf Volvo FE Electric (eigenes Bildmaterial)

Auf den Bildern sind die reduzierten Geräteräume zu erkennen. Unterhalb der Geräteräume sind die Batterieblöcke verbaut, welche es deshalb nicht ermöglichen die Geräteräume weiter nach unten zu führen. Die Verlastung der geforderten Normbeladung ist vom Fassungsvermögen her möglich. Weitere Ausrüstungsgegenstände wirken sich negativ auf das Gesamtgewicht des Fahrzeuges aus. Die bisher aufgebauten Drehleitern halten die Vorgaben gemäß DIN EN 14043 nicht ein. Das Gesamtgewicht liegt bei 18 Tonnen und die maximale zulässige Fahrzeughöhe von 3300 mm wird um 100 mm überschritten. Zudem ist kein Unterfahrschutz verbaut (Rosenbauer, 2024).

#### 4.5 Ladung und Ladeinfrastruktur

Der mitgeführte 14-kVA-Stromerzeuger kann bei dem Volvo Fahrgestellen dazu verwendet werden, im Bedarfsfall das Fahrzeug über das Hochvolt-System zu laden. Damit ist es möglich einen Leiterbetrieb bei nicht ausreichender Batterieladung sicherzustellen und zudem eine Rückfahrt zur Feuerwache zu gewährleisten. Bei verlängerten Einsatzdauern, welche über den Normalbetrieb hinaus gehen, wird eine externe Stromversorgung benötigt. Der Notbetrieb der Drehleiter kann über den Stromerzeuger mittels 400 Volt sichergestellt werden oder notfalls über eine herkömmliche Handpumpe.

Um eine zeitnahe Ladeleistung an der Feuerwache zu erzielen, ist hierzu eine stationäre Ladestation mit einer Leistung von 150 kW Gleichstrom (DC) erforderlich. Die Kosten hierfür sind mit bis zu 90.000 €, inklusiv der Installation, einzukalkulieren (Berliner Feuerwehr, 2022). Vorausgesetzt hierbei ist, dass die vorhandene Infrastruktur durch den Energieversorger bereitgestellt werden kann. Die erforderliche zusätzliche Leistung wird im Regelfall durch eine separate Trafostation aus dem Mittelspannungsnetz sichergestellt. Hierdurch kann der Ladevorgang auf ca. 1,5 Stunden reduziert werden. Alternativ ist eine Ladung über Wechselstrom (AC) mit einer Leistung von 22 kW möglich. Hierbei ist lediglich eine Infrastruktur von 400 Volt mit 32 Ampere notwendig. Dadurch verlängert sich jedoch die Ladezeit auf bis zu 9 Stunden (Rosenbauer, 2024).

### 5 Diskussion

Die Zukunft der schweren Nutzfahrzeuge ist derzeit von vielen Unsicherheiten geprägt. Die Hersteller agieren bei der Implementierung neuer Technologien noch sehr zögerlich und ihre strategische Ausrichtung bleibt oft unklar. Eine Möglichkeit besteht darin, Verbrennungsmotoren zukünftig mit synthetischen Kraftstoffen (eFuels) zu betreiben, die aus regenerativen Energien hergestellt werden und somit als CO<sub>2</sub>-neutral gelten sollen. Allerdings ist diese Entscheidung noch nicht endgültig getroffen, was zu einer abwartenden Haltung bei den Herstellern führt. Es ist ungewiss, ob bestimmte Serien von Lkw-Fahrgestellen, insbesondere solche mit einer zulässigen Gesamtmasse von 16 Tonnen, in Zukunft wegfallen könnten. Solche Spekulationen werden zwar häufig in der Fachwelt diskutiert, aber von den Herstellern nicht offiziell bestätigt.

Angesichts der geplanten Umstellung auf die Euro-7-EU-Abgasnorm bestehen große Zweifel, ob die Normanforderungen bezüglich der Gewichtsklassen eingehalten werden können. Der Anteil der Kommunalfahrzeuge, wie zum Beispiel Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeuge ist am Gesamtmarkt so gering, dass er für kapitalmarktorientierte Gesellschaften nicht von Bedeutung ist. Sollte der politische Wille zur Elektrifizierung weiterhin bestehen, wird sich der Fahrzeugmarkt in den nächsten drei bis fünf Jahren weiterentwickeln. Es ist zu erwarten, dass in diesem Zeitraum weitere elektrifizierte, serienmäßige Lkw-Fahrgestelle auf den Markt kommen werden.

Insgesamt herrscht derzeit große Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der schweren Nutzfahrzeuge, da viele Faktoren noch unklar sind und die Hersteller eine abwartende Haltung einnehmen. Durch politische Vorgaben wäre es ebenfalls denkbar, dass der Verbrennungsmotor für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben über das Jahr 2035 hinaus betrieben werden darf. Diese Ausnahmeregelung könnte eine große Anzahl von Problemen in diesem Sektor lösen. Es ist davon auszugehen, dass bei einer geringeren Stückzahl die Produktionskosten für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor steigen werden. Allerdings könnten diese höheren Kosten durch gezielte Förderungen ausgeglichen werden. Eine solche Ausnahme hätte mehrere Vorteile für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben: Sie könnten weiterhin auf die bewährte Technologie der Verbrennungsmotoren zurückgreifen. Es wäre keine Umstellung auf neue Antriebskonzepte erforderlich. Die speziellen Anforderungen dieser Organisationen an Reichweite, Zuladung und Einsatzbereitschaft könnten besser erfüllt werden. Es würde kein finanzielles Risiko bestehen durch noch nicht ausgereifte Alternativtechnologien. Durch Förderungen könnte der Betrieb von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor kosteneffizient gestaltet werden. Zudem sind keine hohen Investitionen in eine neue Infrastruktur wie zum Beispiel die stationäre Ladestation erforderlich. Insgesamt könnte eine solche Ausnahmeregelung den Behörden und Sicherheitsorganisationen ermöglichen, ihre Aufgaben weiterhin zuverlässig und kostengünstig mit bewährter Technologie zu erfüllen.

In den kommenden zwei bis drei Jahren wird die Entwicklung der Batterietechnologie voraussichtlich weitere Fortschritte machen. Verbesserungen bei der Energiedichte sind zu erwarten, was zu einer Gewichtsreduktion der Batterien führen wird. Dies ist ein wichtiger Faktor für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen. Allerdings liegen derzeit noch keine umfassenden Erfahrungsberichte zur langfristigen Lebensdauer der Batterien vor, was problematisch sein könnte, da die Batterien einen hohen Kostenanteil bei dieser Technologie ausmachen. Derzeit gibt es eine Garantie von fünf Jahren, was im Vergleich zu einer geplanten Abschreibungsdauer von 10 bis 20 Jahren bei der Gesamtkalkulation eine erhebliche Rolle spielt. Insgesamt bietet die Batterietechnologie zwar Potenzial für Verbesserungen, aber es bleiben einige Unsicherheiten und Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die Langlebigkeit und die Gesamtkosten, zu bewältigen.

Derzeit ist aus wirtschaftlichen Gründen eine Beschaffung elektrifizierter Fahrgestelle für schwere Nutzfahrzeuge nicht zu empfehlen, solange diese Technologie ihre Serienreife noch nicht erreicht hat. Jedoch kann sich diese Einschätzung in Zukunft durch den fortschreitenden Entwicklungsstand komplett ändern. In der aktuellen Phase der Entwicklung überwiegen die Nachteile und Risiken einer Anschaffung elektrifizierter Nutzfahrzeuge. Die Kosten sind noch relativ hoch und die Langlebigkeit sowie Zuverlässigkeit nicht vollständig erprobt. Mit zunehmender Serienreife und technologischen Fortschritten wird sich diese Situation voraussichtlich ändern. Dann können elektrifizierte Nutzfahrzeuge eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative darstellen. Ein wichtiger Faktor sind die erwarteten geringeren Wartungskosten für elektrifizierte Antriebe im Vergleich zu Verbrennungsmotoren. Dies wird sich positiv auf die Gesamtbilanz auswirken und die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Zusätzlich zu den Einsparungen bei den Wartungskosten können elektrifizierte Nutzfahrzeuge weitere Vorteile wie geringere Betriebskosten, höhere Effizienz und umweltfreundlicheren Betrieb bieten.

Die Umstellung auf elektrifizierte Fahrzeuge bei Feuerwachen bringt erhebliche infrastrukturelle Anforderungen mit sich, insbesondere in Bezug auf stationäre Ladestationen. Diese Aspekte sind im Gesamtkontext nicht zu vernachlässigen. Der Aufbau der erforderlichen Ladeinfrastruktur für eine Feuerwache ist mit enormen finanziellen Aufwendungen verbunden. Die Kosten für die Installation leistungsfähiger stationärer Ladestationen, sowie die Anpassung der elektrischen Versorgung sind beträchtlich. Dies muss natürlich auch bei einem sogenannten „Blackout“ sichergestellt sein. Sollte der politische Weg in Richtung Elektrifizierung der Feuerwehrfahrzeuge weiterverfolgt werden, kann dies nur durch umfangreiche finanzielle Unterstützung und Förderungen realisiert werden. Insbesondere für Kommunen mit begrenzten Haushaltsmitteln stellen die infrastrukturellen Anforderungen eine große Herausforderung dar. Die Finanzierung der Ladeinfrastruktur könnte die Möglichkeiten vieler Gemeinden übersteigen, sofern keine ausreichenden Förderprogramme oder Zuschüsse bereitgestellt werden.

Als Feuerwehren müssten wir ggfs. unsere Anforderungen überdenken. Bisher wurden alle Fahrzeuge so konzipiert, dass sie für den Katastrophenschutz einsetzbar sind. Jedoch stellt sich die Frage, ob dieser Ansatz in allen Fällen sinnvoll ist. In Großstädten könnte es ausreichend sein, nur einen geringen Anteil

der Drehleitern für den Katastrophenschutz auszulegen. Für den reinen urbanen Einsatz wären elektrifizierte Fahrgestelle eine Option, die umweltfreundlicher sein könnten. Die Anforderungen für den überörtlichen Einsatz einer Drehleiter sind in der Regel geringer als für den Katastrophenschutz. Hier könnte eine Differenzierung sinnvoll sein, um Ressourcen effizienter einzusetzen. Um diese Überlegungen umzusetzen, wäre es ratsam, einen Prozess zum Umdenken unserer Anforderungen an Drehleitern einzuführen. Dabei sollten wir sorgfältig abwägen, welche Einsatzzwecke in welchen Regionen priorisiert werden sollten. Durch eine differenzierte Herangehensweise könnten wir einen Beitrag zum Umweltschutz leisten, ohne die Einsatzfähigkeit für den „alltäglichen Einsatz“ der Feuerwehren zu beeinträchtigen. Neben den Anforderungen an die Fahrzeuge selbst sollten wir uns auch Gedanken über den eigentlichen Zweck einer Drehleiter machen – die Sicherstellung des zweiten Rettungsweges. Nach Norm wiegt die Standardbeladung einer Drehleiter 224 kg. Dies entspricht dem Mindeststandard für die Erfüllung Ihrer Kernaufgabe. Die Standardbeladung incl. der Beladung auf Wunsch beläuft sich auf 416 kg. In der Praxis stocken jedoch viele Feuerwehren ihre Beladungen noch weiter auf, teilweise bis zu 800 kg. Diese übermäßige Beladung führt dazu, dass wir als Feuerwehren selbst dafür sorgen, dass die maximalen zulässigen Gesamtmassen unserer Fahrzeuge überschritten werden. Durch eine massive Reduzierung der Beladung, wäre somit eine Gesamtmasse auf ca. 17.000 kg möglich.

Sind die Bewegungs- und Aufstellflächen noch zukunftsorientiert bemessen? In der DIN 14090 „Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken“ wurden aktuell im Jahr 2024 die Anforderungen bestätigt. Die Zufahrten müssen so befestigt sein, dass sie von einem Feuerwehrfahrzeug mit einer Gesamtmasse von 16 t und einer Achslast von 10 t befahren werden können. Für die Fahrzeughersteller ist es jedoch eine Herausforderung, diese Gewichte einzuhalten. Wäre hier nicht eine Erhöhung der maximal zulässigen Gesamtmassen erforderlich? Durchaus wäre dies ein Lösungsansatz, jedoch kann dieser in der Praxis nicht einfach umgesetzt werden, da der Bestandschutz bei der Errichtung der Gebäude greift. Ein Musterbeispiel hierfür ist der Vergleich mit der dreiteiligen Schiebleiter. So sah beispielsweise die Bauordnung des Landes Nordrhein-Westfalen, bis zum Jahr 1984, die Sicherstellung des zweiten Rettungsweges aus dem dritten Obergeschoss unter anderem mit der dreiteiligen Schiebleiter vor. Danach wurden die Bewegungs- u. Aufstellflächen für die Drehleiter ab dem dritten Obergeschoss gefordert. In der Praxis sieht es aber so aus, dass nach 40 Jahren immer noch die dreiteilige Schiebleiter auf den Löschfahrzeugen mitgeführt werden muss, um die Sicherstellung des zweiten Rettungsweges zu ermöglichen. Bei einer Erhöhung der Gesamtmassen wäre dies ebenfalls so. Aus technischer Sicht ist die Einhaltung der 10 t Achslast entscheidender als die Gesamtmasse. Daher wäre es sinnvoll, die maximal zulässigen Gesamtmassen zukunftsorientiert anzupassen, während die Anforderungen an die Achslasten beibehalten werden könnten.

## 6 Fazit

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind elektrifizierte Drehleiterfahrgestelle auf dem deutschen Markt nahezu nicht existent. Der Grund dafür liegt in den technischen Einschränkungen, die es derzeit unmöglich machen, eine Drehleiter normgerecht auf einem elektrifizierten Fahrgestell zu montieren. Hauptprobleme sind das fehlende Angebot an geeigneten, elektrifizierten Fahrgestellen und deren hohes Eigengewicht. Trotz dieser aktuellen Herausforderungen besteht in den kommenden Jahren Potenzial für die Entwicklung elektrifizierter Drehleiterfahrgestelle. Dies hängt jedoch stark von der Weiterentwicklung der schweren Nutzfahrzeuge und den politischen Entscheidungen zur Förderung der Elektromobilität ab. Zusätzlich ist ein struktureller Wandel durch wirtschaftliche Maßnahmen erforderlich.

Für kommunale Feuerwehren bietet sich in den kommenden Jahren eine große Chance, einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Diese Gelegenheit sollte genutzt werden, da Feuerwehren als Vorreiter in ihren Gemeinden den Weg für eine nachhaltigere Zukunft ebnen können.

Obwohl elektrifizierte Drehleiterfahrgestelle derzeit aufgrund ihrer Gesamtmasse nicht den Anforderungen an Bewegungs- und Aufstellflächen in Deutschland entsprechen, gibt es dennoch alternative Einsatzmöglichkeiten. In anderen Ländern könnten abweichende Anforderungen den Einsatz dieser Drehleitern ermöglichen. Innerhalb Deutschlands sind die Flächen bei Industrieobjekten in der Regel für höhere Gesamtmassen ausgelegt, sodass die Drehleitern dort bei Werkfeuerwehren eingesetzt werden können. Im Bereich der Aus- und Fortbildung bieten die geringeren Lärm- und Emissionsbelastungen positive Effekte. Allerdings muss der praktische Ausbildungsbetrieb auf geeigneten Flächen stattfinden, insbesondere bei Praxisübungen außerhalb der Ausbildungsstätte.

## Teil II: Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation

Die vorliegende Facharbeit im Form eines Fachartikels wurde im Rahmen der Ausbildung für den höheren feuerwehrtechnischen Dienst gem. der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für die Laufbahn des zweiten Einstiegsamtes der Laufbahngruppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes im Land Nordrhein-Westfalen (VAP 2.2-FeuNRW) erstellt. Sowohl der Teil I als auch der Teil II dieses Fachartikels sind gem. den „Anforderungen an die Facharbeit Teil I“ der VAP 2.2-FeuNRW erstellt worden. Im Teil II werden die Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation beschrieben. Die Erstellung der Facharbeit erfolgte im Zeitraum April 2024 bis Ende Oktober 2024.

### 1 Beschreibung der Methodik

Die Informationsbeschaffung zum Thema "Elektrifizierung von Drehleiterfahrgeräten" erfolgte auf zwei unterschiedlichen Wegen:

Die Internetrecherche diente als Ausgangspunkt für die Ermittlung der relevanten gesetzlichen Grundlagen im Kontext der Thematik. Durch die Analyse einschlägiger Quellen wie Gesetzestexte, Verordnungen und politischer Richtlinien konnte ein fundierter Überblick über den regulatorischen Rahmen gewonnen werden. Ein zentraler Aspekt der Recherche lag auf der Identifizierung von Vorgaben und Zielsetzungen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung im Verkehrssektor. Diese bilden einen wesentlichen Treiber für die Entwicklung und Einführung emissionsärmerer Antriebstechnologien, zu denen auch die Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen zählt.

Zum anderen wurden semistrukturierte Interviews mit den aufgeführten Interviewpartnern durchgeführt. Diese dienten als Grundlage für die Darstellung des aktuellen Sachstandes, der wirtschaftlichen Aspekte, der Problemstellung und der Ergebnisse. Für die Interviews wurde im Vorfeld ein Fragenkatalog erstellt, jedoch wurden die Gespräche nicht strikt nach diesem Katalog abgearbeitet. Innerhalb der Gespräche ergaben sich weitere Aspekte, die zum Teil noch vertieft wurden, sodass die Interviews sehr frei durchgeführt wurden. Die Interviews wurden per Videokonferenz, telefonisch oder in Präsenz durchgeführt. Ein Termin fand vor Ort beim Aufbauhersteller Rosenbauer International AG statt, für den ein weiterer Fragenkatalog erstellt und erläutert wurde. Die Interviews wurden im Nachgang in Form von Gesprächsprotokollen überführt. Diese Protokolle wurden den Interviewpartnern zum Gegenlesen übermittelt und anschließend von Ihnen unterzeichnet und freigegeben.

Hinweis: Zum Teil werden die Ergebnisse der Recherche und der Interviews nicht vollständig im Anhang der Facharbeit veröffentlicht. Der Grund hierfür ist, dass bei der Informationsbeschaffung auch auf interne Datenquellen zurückgegriffen wurde, die sensible Informationen enthalten können, um die Vertraulichkeit zu wahren. Die Gesprächsprotokolle liegen beim Autor vor und können bei Bedarf durch die Prüfungskommission eingesehen werden. Die Ergebnisse aus öffentlich zugänglichen Quellen wie Fachzeitschriften oder Online-Ressourcen werden selbstverständlich im Anhang aufgeführt.

### 2 Begründung

Die Internetrecherche ermöglichte einen Überblick über den aktuellen Sachstand in Bezug auf die grundlegenden Thematiken der Elektrifizierung bei Fahrzeugen. Während für Personenkraftwagen bereits fortgeschrittene Entwicklungen und Markteinführungen zu verzeichnen sind, befindet sich die Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen noch in einem frühen Stadium. Dennoch konnten durch die Recherche der aktuelle Stand der Technik sowie geplante zukünftige Veränderungen und politische Bestrebungen zur Förderung der Elektromobilität im Nutzfahrzeugsektor erfasst werden. Die Internetrecherche lieferte somit eine solide Grundlage für die Einordnung der Thematik und die Identifizierung relevanter Aspekte und Herausforderungen. Insgesamt bietet die Internetrecherche einen fundierten Einstieg in die Thematik und legt den Grundstein für weiterführende Untersuchungen und Entwicklungen im Bereich der Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen. Daher wurde im ersten Ansatz mit einer unsystematischen Literaturrecherche ein möglichst aktuelles Bild der Thematik eingeholt und daraus konnten die aktuellen Maßnahmen der Bundesrepublik Deutschland und der EU dargestellt werden.

Die Wahl der Erhebungsmethode fiel auf semistrukturierte Experteninterviews, da die vorangegangene Internetrecherche nur sehr begrenzte qualitative Informationen zur Thematik der Elektrifizierung von Drehleiterfahrgeräten lieferte. Angesichts des geringen Kenntnisstandes und der limitierten Datenlage

erwies sich der direkte Austausch mit Experten aus dem Fachgebiet als zielführender Ansatz. Die Entscheidung für semistrukturierte Interviews basierte auf der Möglichkeit, während der Gespräche auf neu gewonnene Erkenntnisse einzugehen und diese zu vertiefen. Im Gegensatz zu strikt strukturierten Interviews erlaubt diese Vorgehensweise eine flexiblere Exploration der bislang nur rudimentär vorhandenen Informationen. Anstelle einer wörtlichen Transkription wurden die Interviews in Form von Gesprächsprotokollen festgehalten. Diese Methode ermöglichte eine übersichtliche und gut lesbare Darstellung der wesentlichen Inhalte. Gleichzeitig hatten die Interviewpartner die Möglichkeit, ihre Aussagen auf fachliche Richtigkeit und Relevanz im Sinne ihrer Organisation zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte gezielt aus dem sehr begrenzten Kreis von Experten, die über fundierte Kenntnisse im Bereich der Elektrifizierung von Drehleiterfahrgeräten verfügen. Durch die semistrukturierte Interviewführung mit dieser Expertengruppe konnten wertvolle Einblicke in den aktuellen Sachstand, wirtschaftliche Aspekte, Problemstellungen und Ergebnisse gewonnen werden.

Insgesamt stellte die Kombination aus semistrukturierten Experteninterviews und der Erstellung von Gesprächsprotokollen einen methodisch fundierten Ansatz dar, um die begrenzte Datenlage zu diesem spezifischen Thema zu erweitern und relevante Informationen zu generieren.

### 3 Literatur- und Quellendokumentation

#### 3.1 Beschreibung der Literatur- und Quellensuche und der Datenbanken

Die Suche nach Quellen und Literatur erfolgte auf unterschiedlichen Wegen. Zu einem sind die allgemeinen Informationen durch eine umfassende Internetrecherche zusammengetragen worden. Diese Andererseits wurden fachspezifische Normungen über das dienstlich bereitgestellte Portal direkt bezogen. Es konnte eine Studienarbeit zu dem Thema eingesehen werden. Eine gezielte Suche im Internet zur exakten Themenstellung lieferte jedoch nur eine begrenzte Anzahl verwertbarer Ergebnisse. Um diese Lücke zu schließen, wurden Experten kontaktiert. Die Gesprächspartner haben vorab vorbereitete Fragen erhalten, damit eine Vorbereitung auf das Interview erfolgen konnte. Der Inhalt des Interviews wurde im Nachgang verschriftlicht und durch die Gesprächspartner gegengelesen, um die Validität der Daten zu gewährleisten. Der erweiterte Fragenkatalog für einen Aufbauhersteller von Drehleitern wurde vor dem Ortstermin erstellt, da sich weitere Fragen aus den Antworten des vorher zur Verfügung gestellten initialen Fragenkataloges ergaben. Diese zusätzlichen Fragen wurden vor dem Ortstermin vorbereitet, um eine ganzheitliche Datenerhebung zu ermöglichen. Im Rahmen der Recherche wurde ein weiteres Interview geführt. Hierzu gab es keine Freigabe und wird demnach nicht für den Fachartikel verwendet. Die Kontakte zu den ausländischen Experten wurden telefonisch und oder per E-Mail geführt.

Hierfür wurden folgende Experten befragt:

*Tabelle 2: Übersicht der Teilnehmer der Expertenbefragung (eigene Darstellung)*

Name:	Funktion:	Organisation:
Claudio Corte	Abteilungsleiter Fahrzeuge	Schutz & Rettung Zürich
Jens Klink	Leiter Produktmanagement	Berliner Feuerwehr
Serge Courtot	Verkaufsgeschäftsführer	Echelles Riffaud
Markus Kußmann Veit Urs	Vertrieb Hubrettungsfahrzeuge Ingenieur Produktentwicklung	Rosenbauer International AG

#### 3.2 Übersicht über die Ergebnisse der Literatur- und Quellendokumentation

Wie unter Teil II, 3.1 Beschreibung der Literatur- und Quellensuche und der Datenbanken wurden im Rahmen der Literaturrecherche folgende Suchbegriffe aus der Aufgabenstellung abgeleitet und in den Datenbanken gesucht:

Tabelle 3: Übersicht der Literatur und Quelldokumentation (eigene Darstellung)

Suchbegriff:	Anzahl der Treffer durch die Datenquelle Google:	Anzahl der Treffer durch die Datenquelle Google Scholar:
Elektrifizierung von Lkw - Fahrgestellen	7.480	2.710
Alternative Antriebe Lkw	210.000	3.420
Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen	53.000	974
Flottenelektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen	14.400	6
Grenzwerte CO <sub>2</sub> Ausstoß Lkw	157.000	1.450
EU Grenzwerte CO <sub>2</sub> Ausstoß	259.000	4.140
Hersteller von elektrifizierten Lkw-Fahrzeugen	29.400	0
Hersteller von elektrifizierten Feuerwehrfahrzeug	18.400	5
Hersteller von elektrifizierten Drehleitern	9.050	3
Elektro Drehleiter	105.000	154
Elektrifiziertes Drehleiterfahrgestell	286	0

### 3.3 Kriterien der Literatur- und Quellenauswahl

Für die Erhebung der rechtlichen Vorgaben und politischen Ziele wurde ein quellenbasierter Ansatz gewählt. Als primäre Datenquellen dienten die offiziellen Veröffentlichungen staatlicher Institutionen auf nationaler und europäischer Ebene. Im Einzelnen wurden die nachfolgenden Quellen herangezogen: Veröffentlichungen der Bundesregierung, Publikationen des Umweltbundesamtes und offizielle Dokumente der Europäischen Kommission. Die Auswahl dieser Quellen erfolgte, um eine unmittelbare und maßgebende Erfassung der geltenden Rechtsvorschriften und formulierten politischen Zielsetzungen zu gewährleisten. Durch die Nutzung primärer Quellen von hoher institutioneller Relevanz werden die Validität und Zuverlässigkeit der erhobenen Daten sichergestellt. Zudem zeigt sich eine hohe Deckungsgleichheit zwischen den Erkenntnissen dieser Untersuchung und den Schlussfolgerungen einer Facharbeit „Alternative Antriebe für Löschgruppenfahrzeuge auf Serienfahrgestellen“ (Geiß, 2023), welche er in seiner Facharbeit erlangte. Diese Übereinstimmung der Resultate aus unterschiedlichen Quellen bekräftigt die gewonnenen Erkenntnisse.

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte nach einem Kriterium bezogenen Ansatz. Aufgrund der spezifischen Thematik waren die Auswahlmöglichkeiten jedoch begrenzt. Es konnten lediglich Personen einbezogen werden, die sich bereits eingehend mit der Fragestellung beschäftigt hatten. Dies sind Aufbauhersteller von Drehleitern. Diese Experten verfügen über ein fundiertes Wissen in Bezug auf die Konstruktion und Fertigung von Drehleitern. Personen, die an der praktischen Erprobung erster elektrifizierter Drehleitermodelle beteiligt waren und somit über praxisnahe Erfahrungen verfügen. Sowie fachkundiges Personal mit Vorerfahrung. Die sich bereits im Vorfeld mit der Thematik auseinandergesetzt und Expertise auf diesem Gebiet erlangt haben. Zudem wurde Wert auf eine offene Haltung gegenüber neuen Ansätzen gelegt. Die Erkenntnisse aus den Experteninterviews stehen im Einklang mit den grundlegenden Überlegungen des Autors hinsichtlich der aktuellen Problematik. Diese Übereinstimmung der Resultate aus unterschiedlichen Quellen bekräftigt somit die Robustheit der Daten.

### **3.4 Zusammenfassende Beschreibung der ausgewählten Literatur und Quellen**

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Recherche zu den konkreten Aufgaben und Problemstellungen nur sehr wenig spezifische Literatur gibt. Das bisher innerhalb der Feuerwehren vorhandene Wissen zu diesem Thema ist nur sehr oberflächlich und nicht flächendeckend verfügbar. Aus diesem Grund war es notwendig, Erkenntnisse aus unterschiedlichen Quellen zusammenzutragen. Besonders wertvoll waren die Befragungen der Aufbauhersteller von Drehleitern, die über umfangreiches Fachwissen verfügen.

## Literaturverzeichnis

- [1] Stadt Offenbach, 2024, Drehleitern von 1903 bis heute, am 12. April 2024 abgerufen, [Drehleitern - von 1903 bis heute | Feuerwehr Offenbach](#)
- [2] Umweltbundesamt, 2023, Übereinkommen von Paris, am 26. Mai 2024 abgerufen, [Übereinkommen von Paris | Umweltbundesamt](#)
- [3] Europäische Union, 2021, Europäische Energie- und Klimaziele, am 26. Mai 2024 abgerufen, [Europäisches Klimagesetz - Europäische Kommission \(europa.eu\)](#)
- [4] Bundesregierung, 2019, Klimaschutzgesetz, am 26. Mai 2024 abgerufen, [KSG - Bundes-Klimaschutzgesetz \(gesetze-im-internet.de\)](#)
- [5] Umweltbundesamt, 2023, Klimaschutz im Verkehr, am 26. Mai 2024 abgerufen, [Klimaschutz im Verkehr | Umweltbundesamt](#)
- [6] Europäische Kommission, 2022, Vorschlag zur neuen Euro 7 EU-Abgasnorm, am 26. Mai 2024 abgerufen, [Kommission schlägt neue Euro-7-Normen vor \(europa.eu\)](#)
- [7] Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2022, Unterstützen Kommunen bei Umstieg auf E-Fahrzeuge, am 27. Mai 2024 abgerufen, [BMDV - Daniela Kluckert: Unterstützen Kommunen bei Umstieg auf E-Fahrzeuge \(bund.de\)](#)
- [8] Deutsches Institut für Normung, 2022, DIN EN 1846-2 Feuerwehrfahrzeuge-Teil 2: Allgemeine Anforderungen-Sicherheit und Leistung, am 14. April 2024 abgerufen, [Normenportal Feuerwehrwesen \(normenportal-feuerwehrwesen.de\)](#)
- [9] Deutsches Institut für Normung, 2014, DIN EN 14043 Hubrettungsfahrzeuge für die Feuerwehr-Drehleitern mit kombinierten Bewegungen (Automatik-Drehleitern) Sicherheits- und Leistungsanforderungen sowie Prüfverfahren, am 14. April 2024 abgerufen, [Normenportal Feuerwehrwesen \(normenportal-feuerwehrwesen.de\)](#)
- [10] Deutsches Institut für Normung, 2024, DIN 14090 Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken, am 14. April 2024 abgerufen, [Normenportal Feuerwehrwesen \(normenportal-feuerwehrwesen.de\)](#)
- [11] Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung, 2021, am 27. Mai 2024 abgerufen, [E-Lkw: Ist der Umstieg schon heute machbar? - Fraunhofer ISI](#)
- [12] Renault Trucks, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, <https://www.renault-trucks.de//broschuren-renault-trucks>
- [13] DAF Trucks, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, [Der DAF XB Electric der neuen Generation- DAF Trucks Deutschland GmbH](#)
- [14] Mercedes Benz, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, <https://hub.mercedes-benz-trucks.com/de/de/trucks/eeconic.html>
- [15] MAN, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, <https://www.man.eu/de/de/elektro-nutzfahrzeuge/uebersicht.html>
- [16] Volvo, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, <https://www.volvotrucks.de/de-de/trucks/electric/volvo-fe-electric.html>
- [17] Scania, 2024, am 23. Mai 2024 abgerufen, <https://www.scania.com/de/de/home/products/trucks/battery-electric-truck.html>
- [18] Dreßler, 2023, Verwendbarkeit einer elektrischen Drehleiter unter Realbedingungen anhand der Anforderungen von herkömmlichen Hubrettungsfahrzeugen bei der Berliner Feuerwehr
- [19] Corte, 2024, Abschlussbericht E-ADL Schutz & Rettung Zürich
- [20] Richtlinie für Feuerwehrzufahrten, Bewegungs- u. Stellflächen der Schweiz, 2015, am 03. Juni 2024 abgerufen, [https://www.gvzg.ch/files/23\\_Richtlinie\\_Feuerwehrzufahrten.pdf](https://www.gvzg.ch/files/23_Richtlinie_Feuerwehrzufahrten.pdf)
- [21] Courtot, 2024, Verkaufsgeschäftsführer Echelles-Riffaud, Telefonat am 10. Juni 2024, Video am 10. Juni 2024 aufgerufen, [Renault Trucks E Tech D Wide 100 % électrique équipé d'une échelle \(youtube.com\)](#)

- [22] Rosenbauer International AG, 2024 am 09. September 2024 aufgerufen, [Rosenbauer übergibt vollelektrische Drehleiter an das Landesfeuerwehrkommando Burgenland - Rosenbauer](#)
- [23] Rosenbauer International AG, 2024, Herr Kußmann und Herr Veith, Ortstermin am 28. Mai 2024 in Karlsruhe
- [24] Berliner Feuerwehr, Abschlussbericht eLHF, 2022, am 06. Juni 2024 aufgerufen, [Berliner Feuerwehr: eLHF \(berliner-feuerwehr.de\)](#)
- [25] Fachartikel, Alternative Antriebe für Löschgruppenfahrzeuge auf Serienfahrgestellen, Geiß, 2023, am 09. Juni 2024 aufgerufen, [https://lernkompass.idf.nrw/goto.php?target=cat\\_71&client\\_id=Feuer](https://lernkompass.idf.nrw/goto.php?target=cat_71&client_id=Feuer)

## A. Anhänge

### Anhang 1 – Fragestellung zum Interview

Fragestellung zum Interview der Aufbauhersteller von Drehleitern
Wie ist der aktuelle Sachstand bei der Umsetzung von Drehleiterfahrzeugen in Bezug auf die Elektrifizierung?
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Wie viele Fahrzeuge wurden bisher aufgebaut?</li> <li>b. Auf welchen Fahrzeugen wurde dies durchgeführt?</li> <li>c. Ist die „Abarbeitung eines Standard DLK-Einsatzes“ möglich?</li> </ul>
Wie sehen Sie die Problematik bzgl. des Gewichts bei der derzeitigen Norm DIN 14090 „Flächen für die Feuerwehr“ in Bezug auf die Aufstell- und Bewegungsflächen mit 16 t Gesamtmasse und max. 10 t Achslast?
Welche Masse planen Sie für den eigentlichen Aufbau einer DLAK (23-12) ein, ohne Fahrgestell?
Wie sehen Sie die Problematik bzgl. der Norm DIN 1846 bezüglich der Einsatzzeit von 4 Std. etc.?
Die Umstellung auf die Euro-7-EU-Abgasnorm stellt die Fahrzeughersteller und die Aufbauer vor weitere Herausforderungen und Problemen. Wohin entwickelt sich der „Fahrzeugmarkt der Fahrgestelle“ in Bezug auf die Kommunalfahrzeuge?
Denken Sie, dass die Batterie-Technologie sich zukünftig so weiterentwickeln wird, dass eine Umsetzung in Bezug auf Gewicht, Platzbedarf etc. für eine DLK möglich ist?
Wie sehen Sie den wirtschaftlichen Aspekt bei einer elektrifizierten Drehleiter?
Bis dato sind die elektrifizierten Fahrgestelle teurer als Fahrgestelle mit Verbrennungsmotoren. Entsteht dadurch der zurzeit höhere Preis? Oder entstehen für den Aufbauhersteller noch weitere umfangreiche Kosten beim Aufbau?
Welche Aspekte müssten sich aus Ihrer Sichtweise verändern, um eine Elektrifizierung bei Drehleiter-Fahrgestellen flächendeckend einzuführen?
Gibt es weitere Punkte und/oder Aspekte, die Sie bei der oben aufgeführten Fragestellung für wichtig halten?

### Anhang 2 – Erweiterte Fragestellung zu einem Ortstermin beim Aufbauhersteller von Drehleitern

Fragestellung zum Ortstermin beim Aufbauhersteller
Laut dem Fragebogen haben Sie bisher 3 Fahrzeuge auf den Fahrgestellen Volvo und Scania aufgebaut. Welches Gesamtgewicht besitzen diese Fahrzeuge und wo werden diese eingesetzt?
Ist es möglich, nach derzeitigem Stand der Technik auf einem Fahrgestell eine DLAK 23/12 aufzubauen, welche ein Gesamtgewicht von 16 t und die Achslast von 10 t einhält?
In dem Fragebogen haben sie die Aussage getroffen, dass der Betrieb gem. DIN 1846 über einen Zeitraum von 4 Std. möglich ist.
Ist dies mit der Batteriekapazität von 132 kWh möglich? Oder müssen hierzu 198 kWh verbaut werden? Laut der Presseinformation ist jedoch vom Standardeinsatz die Sprache? Sind die Anzahl der Bewegungen und Fahrzeiten wie in der Presseinformation ausschlaggebend?
Wie wird der Einsatz der DLK sichergestellt, wenn die Batteriekapazität erschöpft ist? Kann der mitgeführte Stromerzeuger zur Einspeisung eingesetzt werden? Oder gibt es Alternativen dazu?
Haben Sie schon darüber nachgedacht, einen Range Extender zu verbauen? Ähnlich wie beim eHLF?
Warum sind bis dato erst 3 Fahrzeuge umgesetzt bzw. in Auftrag gegeben worden? Was ist Ihre Einschätzung dazu?
Ist es richtig, dass ein Batteriepack von 100 kW/h ca. 500 bis 600 kg wiegt? Wie sehen Sie die weitere Entwicklung hierzu?

Die Kosten eines elektrifizierten Fahrgestells sind derzeit noch deutlich höher als die eines Verbrenner-Fahrgestells. Ist es korrekt, dass diese Fahrgestelle um das 3- bis 5-fache teurer sind?
Kann mit den derzeit vorhandenen elektrifizierten Fahrgestellen eine Hinterachslenkung umgesetzt werden?
Bisher sind nur sehr wenige Informationen zu elektrifizierten Drehleitern zu finden. Können Sie mir noch weitere Unterlagen zur Verfügung stellen?
Gibt es technische Herausforderungen, welche noch nicht betrachtet wurden?
Welche Infrastruktur wird an einer Feuerwache benötigt?
Welche elektrifizierten Fahrgestelle sind derzeit zum Aufbau geeignet?
Gibt es noch weitere Punkte in Bezug auf den Ausblick in die Zukunft? Sowie weitere Aspekte, die Sie aus Ihrer Sichtweise für die Fragestellung der Facharbeit für sinnvoll halten?

### Anhang 3 – Auszüge aus der Produktpräsentation der Firma Echelles-Riffaud



**WELT-KOMPAKTESTE EN-KLASSE 30 DREHLEITER MIT KNICKARM / 100% ELEKTRISCH  
WORLD'S MOST COMPACT TURNTABLE LADDER CLASS 30 w BALANCING SECTION / 100% ELECTRIC**

### Anhang 4 – Auszüge aus der Produktpräsentation L32A-XS electric der Firma Rosenbauer





Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der Laufbahngruppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes

## Eidesstattliche Eigenständigkeitserklärung

Datum: 01. November 2024

Name: Dirk Arping

Thema der Facharbeit:

Elektrifizierung von Drehleiterfahrgeräten

Stellen Sie den aktuellen Sachstand dar. Welche Chancen und Risiken liegen in der Zukunft. Welche Problemfelder gibt es derzeit? Stellen Sie die notwendigen Maßnahmen für eine Umsetzung dar. Betrachten Sie ebenfalls die wirtschaftlichen Aspekte.

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Facharbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit explizit benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form ganz oder teilweise noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Bocholt, 01. November 2024

Ort, Datum

Unterschrift