



## Vom Pilotbetrieb zur Skalierung batterieelektrischer Lkw: Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Begleitung des Praxiseinsatzes

### **Synthesebericht zum Forschungsvorhaben ELV-Live.**

Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer  
Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb – ELV-Live  
(Förderkennzeichen 16EM6003-1)

Berlin, Juni 2026

#### **Studie des Öko-Instituts e.V.**

#### **Autorinnen und Autoren**

Florian Hacker  
Dr. Katharina Göckeler  
Jonathan Schreiber

#### **Öko-Institut e.V.**

[info@oeko.de](mailto:info@oeko.de)  
[oeko.de](http://oeko.de)

#### **Büro Freiburg**

Merzhauser Straße 173  
79100 Freiburg  
Telefon +49 761 45295-0

#### **Büro Berlin**

Borkumstraße 2  
13189 Berlin  
Telefon +49 30 405085-0

#### **Büro Darmstadt**

Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt  
Telefon +49 6151 8191-0

## Danksagung

Das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) fördert dieses Vorhaben im Rahmen des Förderprogramms [Erneuerbar mobil](#).

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich herzlich bei den beteiligten Fallstudienpartnern (DSV, Dachser, Rigterink Logistikgruppe, Schmitt-Logistik, REWE Group, Rothaus Staatsbrauerei) und dem assoziierten Fahrzeughersteller Daimler Truck für die kontinuierliche Projektmitwirkung sowie weiteren Beteiligten aus der Transportbranche, Vertretern von weiteren Fahrzeugherstellern und aus dem Bereich Ladeinfrastruktur, die mit ihrer Teilnahme an Expertengesprächen, Workshops und an standardisierten Befragungen das Forschungsvorhaben unterstützt haben.

Wir bedanken uns außerdem bei aproxima Gesellschaft für Markt- und Sozialforschung Weimar mbH für die zuverlässige technische Umsetzung der standardisierten Transportbranchenbefragungen.

## Zitierempfehlung:

Hacker, Florian; Göckeler, Katharina; Schreiber, Jonathan: Vom Pilotbetrieb zur Skalierung batterieelektrischer Lkw: Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Begleitung des Praxiseinsatzes Öko-Institut e.V. (Hg.), Berlin

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**Erneuerbar  
mobil**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>Zusammenfassung (Executive Summary)</b>	<b>7</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>9</b>
1.1 Aktuelle Marktbedeutung von E-Lkw und historische Entwicklung	9
1.2 Ziele des Projekts ELV-Live	10
1.3 Übersicht der Veröffentlichungen	11
<b>2 Marktentwicklung und Herstellerstrategien</b>	<b>14</b>
2.1 Hintergrund	14
2.2 Erkenntnisse	15
2.3 Einordnung und Ausblick	16
<b>3 E-Lkw-Einsatz bei Vorreiterunternehmen – Einblicke in die Praxis: Motivation, Erfahrungen und Akzeptanz</b>	<b>16</b>
3.1 Hintergrund	16
3.2 Erkenntnisse	18
3.3 Einordnung und Ausblick	21
<b>4 E-Lkw im Praxiseinsatz – Fahrzeugeigenschaften und Einsatzprofile</b>	<b>22</b>
4.1 Hintergrund	22
4.2 Erkenntnisse	23
4.3 Einordnung und Ausblick	24
<b>5 Analyse zukünftiger Potenziale und Herausforderungen für den Einsatz von</b>	<b>24</b>
5.1 Technoökonomische Erfolgsfaktoren einer Flottenelektrifizierung	25
5.1.1 Hintergrund	25
5.1.2 Erkenntnisse	25
5.1.3 Einordnung und Ausblick	26
5.2 Optionen für den Aufbau von Depotladeinfrastruktur	26
5.2.1 Hintergrund	26
5.2.2 Erkenntnisse	26
5.2.3 Einordnung und Ausblick	27
5.3 Erschließung des Fernverkehrs	27
5.3.1 Hintergrund	28
5.3.2 Erkenntnisse	28

5.3.3	Einordnung und Ausblick	29
<b>6</b>	<b>Perspektive der Transportbranche auf die Elektrifizierung von Lkw</b>	<b>29</b>
<b>6.1</b>	<b>Hintergrund</b>	<b>29</b>
<b>6.2</b>	<b>Erkenntnisse</b>	<b>30</b>
<b>6.3</b>	<b>Einordnung und Ausblick</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Fazit und Handlungsempfehlungen</b>	<b>31</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
AFIR	Alternative Fuels Infrastructure Regulation
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
E-Lkw	Batterieelektrischer Lkw
ELV-Live	Projektkronym für Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb
EU	Europäische Union
KsNI	Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur (Förderrichtlinie)
LIS	Ladeinfrastruktur
OEM	Original Equipment Manufacturer (Fahrzeughersteller)
PV	Photovoltaik
TCO	Total Cost of Ownership (Gesamtnutzungskosten)
V2G	Vehicle-to-Grid

## Zusammenfassung (Executive Summary)

Das Forschungsvorhaben **ELV-Live** begleitete über drei Jahre (2023–2026) den Übergang batterieelektrischer Lkw (E-Lkw) von der technologischen Pilotphase in die industrielle Skalierung. Auf Basis einer fundierten empirischen Datenbasis – bestehend aus Fahrzeugtelematikdaten von über 800 Fahrten, detaillierten Fallstudien zur technoökonomischen Flottenelektrifizierung, dem Depotladen und Fernverkehrspotenzialen sowie drei großzahligen Befragungswellen – liefert das Projekt ein aktuelles und unabhängiges Bild zur Praxistauglichkeit von E-Lkw und deren Potentiale für eine emissionsfreie Schwerlastlogistik.

### Zentrale Erkenntnisse

1. **Der „Erfahrungs-Gap“:** Die Studie identifiziert eine bedeutende Wahrnehmungslücke zwischen Erwartung und Realität. Während Unternehmen ohne Erfahrung mit E-Lkw deren Reichweite und Wirtschaftlichkeit skeptisch bewerten, berichten aktive Pioniere von einer **Zufriedenheit von 93 %** und einer ausgesprochen **hohen Akzeptanz beim Fahrpersonal**.
2. **Dominanz des Batterie-Lkw:** Unter den alternativen Antriebstechnologien hat sich der batterieelektrische Antrieb herstellerübergreifend als die **dominante Schlüsseltechnologie** für den schweren Straßengüterverkehr etabliert. Während Wasserstoffkonzepte in den Planungen von Herstellern und Anwendungen an Bedeutung verlieren, sind E-Lkw technisch reif für den Regionalverkehr und erreichen mit neuen 600-km-Modellen nun auch den Fernverkehr.
3. **Infrastruktur als kritisches Nadelöhr:** Das **Depotladen** bildet aktuell den technischen und ökonomischen Ankerpunkt für den Betrieb von E-Lkw. Die größten Hürden sind jedoch langwierige Netzanschlussprozesse und begrenzte Kapazitäten. Für den Fernverkehr ist die Verstetigung des beginnenden Aufbaus eines flächendeckenden Lkw-**Hochleistungsladenetzes** zwingend erforderlich.
4. **Wirtschaftlichkeit durch Regulierung:** Die Wettbewerbsfähigkeit hängt derzeit maßgeblich von der **CO<sub>2</sub>-differenzierten Maut** in Deutschland ab. Ohne diesen Hebel und günstige Ladestrompreise am Depot ist die Wirtschaftlichkeit für viele Anwendungen noch nicht robust. Besonders KMU leiden unter einem Informationsdefizit bezüglich TCO-Kalkulationen und sehen sich mit hohen Anfangsinvestitionen als zentraler Hürde konfrontiert.
5. **Akzeptanz und Change Management:** Trotz einer allgemeinen Offenheit in der Branche bezüglich E-Lkw ist das Wissensdefizit erheblich und konkrete Pläne zur Elektrifizierung sind noch die Ausnahme. Das Fahrpersonal bewertet die Technologie aufgrund von Laufruhe und Fahrkomfort positiv. In der Disposition steigt die Komplexität durch die notwendige Integration von Ladezeiten in die Tourenplanung tendenziell an.

### Handlungsempfehlungen für den Markthochlauf

- **Politik:** Neben der erfolgten Absicherung der **Mautvorteile** in Deutschland bis 2031, Senkung der Stromnebenkosten für Ladestrom und Beschleunigung der Netzanschlussprozesse durch Standardisierung und Transparenz.
- **Fahrzeughersteller:** Modularisierung der Modellpalette für weitere Anwendungen und Anforderungen (z. B. Nebenaggregate, Achslasten).

- **Logistikunternehmen:** Frühzeitige (proaktive) Anmeldung von Netzlasten beim Versorger und Einsatz digitaler **Planungstools** zur Bewältigung der Dispositionscomplexität und zur optimierten Integration ins Energiemanagement.
- **Verbände & Forschung:** Abbau des Wissensdefizits durch neutrale **TCO-Rechner** und Förderung von Peer-to-Peer-Lernformaten. Kontinuierliches Monitoring der Entwicklungen bei OEMs, Zulieferern und bei den Anwendenden in der Logistikbranche.

## 1 Einführung

### 1.1 Aktuelle Marktbedeutung von E-Lkw und historische Entwicklung

- Der **Markthochlauf** batterieelektrischer Lkw **gewinnt an Dynamik**, befindet sich jedoch **weiterhin in einer frühen Marktphase**.
- Die **Marktentwicklung** wird **durch technologische Fortschritte, regulatorische Vorgaben, Fördermaßnahmen** und die steigende Nachfrage nach emissionsarmen Transportlösungen vorangetrieben.
- **Praxiserfahrungen** und Fallstudien sind **entscheidend, um die Skalierbarkeit** und den weiteren Markthochlauf der Technologie **zu unterstützen**.

Der Markthochlauf batterieelektrischer schwerer Lkw (E-Lkw) hat in den vergangenen Jahren deutlich an Dynamik gewonnen, befindet sich insgesamt jedoch weiterhin in einer frühen Marktphase. Während erste Serienfahrzeuge erst seit wenigen Jahren verfügbar sind, ist mittlerweile ein breiteres Angebot mehrerer Hersteller auf dem Markt, und die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge wächst – wenn auch bei weiterhin geringem Anteil am Gesamtmarkt. In Europa zeigt sich eine zunehmende Marktbedeutung, die sich bislang vor allem auf Anwendungen im Regionalverkehr konzentriert.

Historisch ist die Entwicklung von E-Lkw zeitlich deutlich verzögert im Vergleich zu batterieelektrischen Pkw verlaufen. Ursachen hierfür liegen insbesondere in den höheren Anforderungen an Reichweite, Nutzlast und Einsatzflexibilität sowie in der bislang begrenzten Verfügbarkeit geeigneter Batterietechnologien. Erst mit den technologischen Fortschritten der letzten Jahre – insbesondere bei Energiedichte, Kostenentwicklung und Ladeleistung – wurde die Kommerzialisierung schwerer batterieelektrischer Nutzfahrzeuge möglich. Parallel dazu haben regulatorische Impulse und erste Förderprogramme maßgeblich zur Markteinführung beigetragen.

Die derzeitige Marktentwicklung wird von mehreren zentralen Treibern bestimmt. Eine wesentliche Rolle spielen regulatorische Vorgaben auf europäischer Ebene, insbesondere die CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte für schwere Nutzfahrzeuge. Ergänzt werden diese durch nationale Förderinstrumente und regulatorische Anreize wie Mautbefreiungen oder CO<sub>2</sub>-basierte Differenzierungen. Gleichzeitig gewinnen unternehmensseitige Klimaziele und steigende Anforderungen von Kunden an CO<sub>2</sub>-arme Transporte zunehmend an Bedeutung. Auch betriebliche Faktoren – wie potenzielle Vorteile bei Energie- und Wartungskosten sowie die Attraktivität für Fahrpersonal – tragen zur steigenden Relevanz der Technologie bei.

Trotz dieser positiven Entwicklung besteht weiterhin eine deutliche Lücke zwischen aktuellem Markthochlauf und den politischen Zielsetzungen für das Jahr 2030. So erfordern die europäischen Ziele für die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von neuzugelassenen Lkw als auch die nationalen Ziele für den zunehmenden Einsatz von Strom im Straßengüterverkehr eine signifikante Marktdurchdringung mit emissionsfreien, strombasierten Antrieben. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der bisherige Hochlauf weiter beschleunigt werden muss, um die notwendigen Transformationspfade einzuhalten.

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass Europa zwar eine hohe regulatorische Dynamik und zunehmende Marktaktivität aufweist, jedoch nicht isoliert betrachtet werden kann. Märkte wie China sind durch eine deutlich frühere und teilweise stärker politisch gesteuerte Marktentwicklung gekennzeichnet und weisen bereits heute deutlich höhere Stückzahlen bei batterieelektrischen schweren Nutzfahrzeugen auf. Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der Markt für

batterieelektrische schwere Lkw weltweit in einer Phase beschleunigter Entwicklung befindet, wobei sich aktuell noch deutliche regionale Unterschiede zeigen.

In dieser Marktphase kommt daher der Analyse von ersten Praxisanwendungen und Fallstudien eine besondere Bedeutung zu, da sie konkrete Einblicke in die tatsächliche Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Skalierbarkeit der Technologie unter realen Bedingungen für den deutschen Markt liefern können.

## 1.2 Ziele des Projekts ELV-Live

- 
- Das **Projekt kombiniert unterschiedliche methodische Ansätze**: Experteninterviews, Praxisbegleitung von Unternehmen, Fahrzeugdatenanalysen, Fallstudien und großzahlige Branchenbefragungen.
  - Über mehrere Jahre wurden **reale Betriebsdaten von E-Lkw sowie Erfahrungen von Fahrern, Disposition und Fuhrparkverantwortlichen** wissenschaftlich ausgewertet.
  - Die **Verbindung qualitativer und quantitativer Methoden** ermöglicht sowohl vertiefte Praxiseinblicke als auch Aussagen zur allgemeinen Branchenentwicklung und Skalierbarkeit der Technologie.
- 

Das Projekt ELV-Live (Laufzeit: 01/2023 – 12/2025) adressiert zentrale Fragestellungen zur Einführung und Skalierung batterieelektrischer Lkw im Straßengüterverkehr durch eine enge Verzahnung von wissenschaftlicher Analyse und praktischer Anwendung. Im Mittelpunkt steht die Begleitung realer Fahrzeugeinsätze im Regelbetrieb, um belastbare Erkenntnisse zu technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Aspekten des E-Lkw-Einsatzes zu gewinnen.

Die Projektkonstellation umfasst hierzu mehrere Praxispartner aus unterschiedlichen Bereichen der Transport- und Logistikbranche, darunter große Logistikdienstleister, mittelständische Transportunternehmen sowie Unternehmen mit eigenem Werksverkehr. Durch diese bewusst breit gewählte Struktur wird die Heterogenität der Branche abgebildet und eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unterschiedliche Anwendungsfälle ermöglicht. Durch die wissenschaftliche Begleitung wird eine systematische Auswertung der Betriebsdaten sowie die Einordnung der Ergebnisse in den übergeordneten Marktkontext sicherstellt.

Ziel des Projekts ist es, fundierte Erkenntnisse zur Praxistauglichkeit batterieelektrischer Lkw zu gewinnen und zentrale Erfolgsfaktoren sowie Hemmnisse für deren breiteren Einsatz zu identifizieren. Dazu zählen insbesondere Fragen zur technischen Leistungsfähigkeit (z. B. Energieverbrauch und Reichweite im Realbetrieb), zur Integration in bestehende Logistikprozesse, zu Anforderungen an Ladeinfrastruktur sowie zur Wirtschaftlichkeit unter verschiedenen Einsatzbedingungen.

Darüber hinaus verfolgt das Projekt das Ziel, übertragbare Erkenntnisse für die nächste Marktphase abzuleiten. Dies umfasst sowohl die Bewertung von Skalierungspotenzialen als auch die Identifikation von Handlungsbedarfen für Politik, Infrastrukturentwicklung und Branche. Durch die Kombination aus empirischen Betriebsdaten, qualitativen Befragungen und vertiefenden Fallstudien liefert ELV-Live damit eine umfassende Grundlage zur Bewertung der weiteren Marktentwicklung batterieelektrischer Lkw.

## 1.3 Übersicht der Veröffentlichungen

Im Folgenden werden die zentralen Erkenntnisse des Vorhabens und die sich daraus ableitenden Handlungsempfehlung bzw. weiterführenden Forschungsfragen, zunächst themenbezogen und im abschließenden Kapitel auch für das Gesamtvorhaben als Synthese, formuliert. Die Erkenntnisse beruhen im Wesentlichen auf bereits veröffentlichten, umfassenderen Publikationen aus dem Projekt zu den jeweiligen Themen. Auf diese wird im jeweiligen Kapitel für eine vertiefte Lektüre verwiesen.

### Marktentwicklung und Herstellerstrategien

In diesem ersten Teilbericht wird der Stand des nationalen und internationalen Markthochlauf sowie insbesondere die Perspektiven von Nutzfahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturobern auf Technologiestrategien und notwendige Rahmenbedingungen diskutiert:

#### 1. Bericht (deutsch / englisch):

Hacker, F., Le Corguillé, J., Göckeler, K., Minnich, L., Ziegler, L. & Dolinga, T. (2024, 16. September). *Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen und Aufbau von Ladeinfrastruktur - Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen aus Sicht von Nutzfahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturobern: 1. Teilbericht des Forschungsvorhabens „ELV LIVE – Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb“* FKZ 16EM6003-1. gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. <https://www.oeko.de/publikation/elektrifizierung-von-schweren-nutzfahrzeugen-und-aufbau-von-ladeinfrastruktur-entwicklungsperspektiven-und-handlungsempfehlungen-aus-sicht-von-nutzfahrzeugherstellern-und-ladeinfrastrukturobern/>

Hacker, F., Le Corguillé, J., Göckeler, K., Minnich, L., Ziegler, L. & Dolinga, T. (2024, 16. September). *Electrification of heavy duty vehicles and development of charging infrastructure – future trends and recommendations for action from the perspective of vehicle manufacturers and charging infrastructure experts: 1st subreport of the research project "ELV LIVE - Accompanying research on the use of battery-electric heavy duty vehicles in day-to-day logistics operations"* FKZ 16EM6003-1. Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. [https://www.oeko.de/fileadmin/user\\_upload/Oeko-Institut\\_ELV-LIVE\\_Electrification\\_of\\_HDV\\_and\\_charging\\_infrastructure.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/user_upload/Oeko-Institut_ELV-LIVE_Electrification_of_HDV_and_charging_infrastructure.pdf)

#### 2. Konferenzpapier (englisch):

Hacker, F., Le Corguillé, J [Juliette], Göckeler, K. & Schreiber, J. (2025). *Analysis of the challenges for the electrification of heavy-duty vehicles from a manufacturer and user perspective*. EVS38, 1–12. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Challenges-for-electrification-of-heavy-duty-vehicles-manufacturer-user-perspective.pdf>

### E-Lkw-Einsatz bei Vorreiterunternehmen – Einblicke in die Praxis: Motivation, Erfahrungen und Akzeptanz

In diesem Konferenzpapier werden u. a. erste Eindrücke aus der Praxisbegleitung bei den Fallstudienpartner vorgestellt und diskutiert.

### 3. Konferenzpapier (englisch):

Hacker, F., Le Corguillé, J [Juliette], Göckeler, K. & Schreiber, J. (2025). *Analysis of the challenges for the electrification of heavy-duty vehicles from a manufacturer and user perspective*. EVS38, 1–12. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Challenges-for-electrification-of-heavy-duty-vehicles-manufacturer-user-perspective.pdf>

Bei den weiteren Erkenntnissen aus der Begleitung der Fallstudienpartner handelt es sich um eine Erstveröffentlichung der Ergebnisse im vorliegenden Synthesepapier.

## E-Lkw im Praxiseinsatz – Fahrzeugeigenschaften und Einsatzprofile

In diesem Bericht wird das Betriebsverhalten und die Einsatzprofilen von E-Lkw im Projekt anhand von umfangreichen Telematikdaten von 19 E-Lkw im Regionalverkehrseinsatz diskutiert.

### 4. Bericht (englisch):

Le Corguillé, J., Hacker, F., Göckeler, K., Mottschall, M. & Dolinga, T. (2025). *Real-world data analysis of energy consumption, activity and charging patterns of battery electric trucks operating in Germany: 2nd report of the ELV-LIVE research project*. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Real-world-data-analysis-of-battery-electric-trucks.pdf>

### 5. Konferenzpapier (englisch):

Le Corguillé, Juliette, Hacker, F. & Dolinga, T. (2025, 15. Juni). *Real-world data analysis of battery electric trucks operating in Germany: presented on 38th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS38)*, Göteborg, June 15-18, 2025 <https://www.oeko.de/publikation/real-world-data-analysis-of-battery-electric-trucks-operating-in-germany/>

## Analyse zukünftiger Potenziale und Herausforderungen für den Einsatz von E-Lkw anhand von Fallstudien

In insgesamt drei Fallstudien wird anhand von konkreten Praxisbeispielen die Elektrifizierung von E-Lkw-Flotten analysiert.

In diesem Papier zur 1. Fallstudie werden die technoökonomischen Elektrifizierungspotentiale einer Lkw-Flotte mit einem Schwerpunkt auf Regionalverkehr analysiert.

### 6. Konferenzpapier (englisch):

Dolinga, T. & Hacker, F. (2025c). *Electrification potential of an existing heavy duty vehicle fleet – a techno-economic analysis: 38th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS38)* Göteborg, Sweden, June 15-18, 2025. Öko-Institut e.V. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Electrification-potential-of-existing-heavy-duty-vehicle-fleet.pdf>

In dieser 2. Fallstudie werden die infrastrukturellen und betrieblichen Herausforderungen für die vollständige Elektrifizierung eines Logistikdepots mit über 250 Fahrzeugen untersucht.

## 7. **Bericht:**

Dolinga, T. & Hacker, F. (2025a). *Auswirkungen der Vollelektrifizierung eines Lkw-Depots: Fallstudie im Rahmen des Forschungsprojekts ELV-LIVE*. Öko-Institut e.V. <https://www.oeko.de/publikation/auswirkungen-der-vollelektrifizierung-eines-lkw-depots/>

In der 3. Fallstudie werden anhand realer Fernverkehrseinsatzprofile die infrastrukturellen und betrieblichen Herausforderungen für den Einsatz von E-Lkw betrachtet.

## 8. **Bericht:**

Dolinga, T. & Hacker, F. (2025b). Betriebliche Herausforderungen und Lösungsansätze für die Elektrifizierung des nationalen Lkw- Fernverkehrs: Eine Fallstudie anhand von realen Lkw-Einsatzprofilen im deutschen Fernverkehr. Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb – ELV-Live (Förderkennzeichen 16EM6003-1). Öko-Instituts e.V. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live\\_Fallstudie\\_Nationaler\\_Fernverkehr\\_E-Lkw.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live_Fallstudie_Nationaler_Fernverkehr_E-Lkw.pdf)

## **Perspektive der Transportbranche auf die Elektrifizierung von Lkw**

In insgesamt drei großzähligen empirischen Befragungswellen der Transportbranche wurden die Erfahrungen mit bzw. die Perspektiven auf E-Lkw erfasst.

In dieser Publikation wurden die Ergebnisse der ersten Befragung von Unternehmen mit E-Lkw-Erfahrung dokumentiert.

## 9. **Ergebnispräsentation:**

Göckeler, K., Hacker, F., Dolinga, T. & Le Corguillé, J [Juliette]. (2025). *Akzeptanz von E-Lkw bei Early-Adoptern: Ergebnisse einer Online-Befragung von Transportunternehmen im Projekt ELV-LIVE*. Öko-Institut. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-LIVE\\_E-Lkw-Anwender\\_Online-Befragung.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-LIVE_E-Lkw-Anwender_Online-Befragung.pdf)

Diese beiden Publikationen dokumentieren die Perspektiven einer repräsentativen Stichprobe von Transportunternehmen auf E-Lkw – unabhängig von bisheriger Praxiserfahrung.

## 10. **Ergebnispräsentation (englisch):**

Schreiber, J., Göckeler, K. & Hacker, F. (2026a). *Acceptance of electric trucks in the German logistics industry: Results of a standardised survey*. Öko-Institut e.V. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Acceptance-of-electric-trucks-in-the-German-logistics-industry.pdf>

## 11. **Bericht:**

Schreiber, J., Göckeler, K. & Hacker, F. (2026b). *Akzeptanz von E-Lkw in der Logistikbranche: Ergebnisse einer standardisierten Befragung*. Öko-Institut. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Akzeptanz-von-E-Lkw-in-der-Logistikbranche.pdf>

In dieser Publikation werden die längerfristigen Erfahrungen und weiteren Beschaffungspläne aus einer erneuten Befragung von E-Lkw-Pionierunternehmen präsentiert.

## 12. Ergebnispräsentation:

Schreiber, J., Hacker, F., Reiche, M. & Göckeler, K. (2026). *Akzeptanz von E-Lkw nach längerer Praxiserprobung: Ergebnisse einer Online-Befragung von Transportunternehmen im Projekt ELV-LIVE*. Öko-Institut. <https://www.oeko.de/publikation/akzeptanz-von-e-lkw-bei-early-adoptern/>

In diesem Synthesepapier werden die Erkenntnisse aus den drei Befragungen – v.a. mit Blick auf zeitliche Effekte und Unterschiede zwischen den befragten Gruppen – in Bezug gesetzt und in den Kontext einer früheren Befragung aus dem Jahr 2021 gesetzt:

## 13. Bericht (deutsch/englisch):

Hacker, F., Schreiber, J. & Göckeler, K. (2026). Zwischen Orientierung und Optimierung: Status quo und Perspektiven von batterieelektrischen Lkw in der Transportwirtschaft: ELV-Live Synthesebericht: Empirische Analyse zur Einführung batterieelektrischer Lkw – Ein Vergleich von Pionierunternehmen und Gesamtbranche. *Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb – ELV-Live (Förderkennzeichen 16EM6003-1)*. Öko-Institut. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live\\_%E2%80%8BZwischen-Orientierung-und-Optimierung.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live_%E2%80%8BZwischen-Orientierung-und-Optimierung.pdf)

Hacker, F., Schreiber, J. & Göckeler, K. (2026a). Between Orientation and Optimization: The Status Quo and Perspectives of Battery-Electric Trucks in the Transport Industry: ELV-Live Synthesis Report: Empirical Analysis of the Introduction of Battery-Electric Trucks – A Comparison of Pioneer Companies and the Industry as a Whole. *Supporting research on the use of battery-powered heavy-duty vehicles in day-to-day logistics operations – ELV-Live (Grant Number 16EM6003-1)*. Öko-Institut. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live\\_Between-Orientiation-and-Optimization.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live_Between-Orientiation-and-Optimization.pdf)

## 2 Marktentwicklung und Herstellerstrategien

- **Hersteller fokussieren sich klar auf batterieelektrische Lkw** als zentrale Technologie zur Dekarbonisierung; Wasserstoff spielt kurzfristig nur eine Nebenrolle.
- Der **Ausbau leistungsfähiger Ladeinfrastruktur gilt als entscheidender Erfolgsfaktor** und zunehmend als größeres Hemmnis als die Fahrzeugverfügbarkeit selbst.
- Für den Markthochlauf sind **verlässliche regulatorische Rahmenbedingungen**, sinkende Kosten und eine Synchronisierung von Fahrzeug- und Infrastrukturchochlauf zentral.

### 2.1 Hintergrund

Im Vorfeld der vertieften Betrachtung der Anwenderperspektive, wurden im Projekt die Perspektiven von Nutzfahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturakteuren auf den Markthochlauf batterieelektrischer Lkw beleuchtet (siehe 1. (Bericht) / 2. (Konferenzpapier). Diese wurden im Rahmen von Experteninterviews und eines anschließenden Workshops mit Vertretern von Nutzfahrzeugherstellern, die mehr als 90 % des europäischen Marktes abdecken, sowie ergänzend beteiligten Ladeinfrastrukturexperten gewonnen.

Im Fokus stehen dabei insbesondere technologische Entwicklungspfade, infrastrukturelle Anforderungen sowie die Bewertung zentraler Rahmenbedingungen für die Skalierung der Elektromobilität im schweren Straßengüterverkehr. Die Betrachtung erfolgt damit bewusst aus einer angebotsseitigen Perspektive und ergänzt die später dargestellte Sicht der Anwender.

## 2.2 Erkenntnisse

Aus Sicht der Nutzfahrzeughersteller besteht eine weitgehend klare technologische Fokussierung auf batterieelektrische Antriebe als zentraler Strategie zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs. Weitere Kraftstoff- und Antriebalternativen, insbesondere der Einsatz von Wasserstoff bzw. Brennstoffzellen, werden zwar weiterhin beobachtet und teilweise auch erprobt, spielen jedoch in den kurz- bis mittelfristigen Strategien der Hersteller eine deutlich untergeordnete Rolle.

Diese Einordnung wird insbesondere mit der höheren Energieeffizienz batterieelektrischer Antriebe sowie mit der absehbar besseren Wirtschaftlichkeit begründet. Entsprechend konzentrieren sich die Entwicklungsaktivitäten der Hersteller primär auf die Weiterentwicklung batterieelektrischer Fahrzeuge sowie der zugehörigen Ladeinfrastruktur.

Ein zentraler Entwicklungspfad betrifft die Batterietechnologie. Hier wird von weiteren Fortschritten bei Energiedichte und Kosten ausgegangen, wobei gleichzeitig ein grundlegendes Spannungsfeld bestehen bleibt: Größere Batterien erhöhen Reichweite und betriebliche Flexibilität und reduzieren die Abhängigkeit von öffentlicher Ladeinfrastruktur, gehen jedoch mit höheren Kosten und potenziellen Nutzlasteinschränkungen einher.

Parallel dazu wird der Aufbau leistungsfähiger Ladeinfrastruktur als kritischer Erfolgsfaktor gesehen. Insbesondere im Fernverkehr wird ein Bedarf an Hochleistungs-ladesystemen im Megawattbereich erwartet, um Ladezeiten in bestehende Betriebsabläufe integrieren zu können. Gleichzeitig wird betont, dass der Infrastrukturaufbau dem Fahrzeughochlauf vorausgehen muss, um Planungssicherheit für Flottenbetreiber zu schaffen.

Aus Sicht der Infrastrukturakteure stellen insbesondere lange Planungs- und Genehmigungsprozesse, begrenzte Netzanschlusskapazitäten sowie hohe Investitionskosten zentrale Herausforderungen dar. Damit verschiebt sich der Engpass aus Sicht der Beteiligten zunehmend von der Fahrzeugverfügbarkeit hin zur Infrastruktur.

Eine zentrale Rolle kommt dabei der regulatorischen Ausgestaltung zu. Hersteller und Infrastrukturakteure betonen übereinstimmend die Bedeutung klarer, langfristig verlässlicher Rahmenbedingungen. Insbesondere die EU CO<sub>2</sub>-Standards für schwere Nutzfahrzeuge (EU) 2024/1610, 2024) sowie regulatorische Vorgaben zum Infrastrukturaufbau (z. B. im Rahmen der AFIR) (EU) 2023/1804, 2023) werden als wesentliche Treiber für Investitionsentscheidungen hervorgehoben.

Gleichzeitig wird deutlich, dass die Industrie unter erheblichem Handlungsdruck aus wettbewerblichen Gründen steht. Der globale Wettbewerb – insbesondere mit Blick auf Märkte wie China – erfordert eine frühzeitige Positionierung im Bereich emissionsfreier Nutzfahrzeuge. Ein zu langsamer Markthochlauf wird von den Akteuren als Risiko gesehen, da technologische Rückstände und Wettbewerbsnachteile langfristig schwer aufzuholen sein könnten.

Insgesamt ergibt sich damit ein relativ einheitliches Bild bei den befragten Akteuren aus Fahrzeugherstellung und Ladeinfrastruktur. Die technologischen Grundlagen für den Markthochlauf werden als weitgehend vorhanden bewertet und eine klare Priorisierung des batterieelektrischen

Antriebs ist festzustellen. Gleichzeitig ist die Geschwindigkeit der Umsetzung aus Sicht der Hersteller maßgeblich von Infrastrukturentwicklung, regulatorischer Verlässlichkeit und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig.

## 2.3 Einordnung und Ausblick

Trotz der klaren technologischen Ausrichtung bestehen aus Sicht der Hersteller und Infrastrukturakteure weiterhin zentrale Unsicherheiten hinsichtlich der weiteren Marktentwicklung.

Eine wesentliche Herausforderung liegt in der Synchronisation von Fahrzeug- und Infrastrukturoberlauf. Während Hersteller ihre Produktportfolios zunehmend elektrifizieren, bestehen weiterhin Unsicherheiten hinsichtlich der Geschwindigkeit und regionalen Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Fehlende Infrastruktur kann damit zu einem begrenzenden Faktor für den Fahrzeugeinsatz werden.

Auch die zukünftige Kostenentwicklung bleibt ein zentraler Unsicherheitsfaktor. Dies betrifft sowohl die Entwicklung der Batteriekosten als auch die Kosten für Ladeinfrastruktur und Netzanschlüsse. Insbesondere die Frage, wann und unter welchen Bedingungen ein wirtschaftlicher Betrieb ohne Förderinstrumente in der Marktbreite möglich ist, wird als offen bewertet.

Darüber hinaus bestehen unterschiedliche Einschätzungen zur optimalen Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur, insbesondere im Fernverkehr. Die konkrete Rolle von öffentlicher, depotbasierter und semi-öffentlicher Ladeinfrastruktur sowie deren räumliche Verteilung entlang zentraler Transportachsen ist aus Sicht der Hersteller und Infrastrukturexperten noch nicht abschließend geklärt. Dem Monitoring des Markthochlaufs kommt daher eine hohe Bedeutung zu, um aus den Praxiserfahrungen kurzfristig Schlüsse für die weitere Strategieentwicklung ziehen zu können.

Schließlich wird die langfristige Ausgestaltung der regulatorischen Rahmenbedingungen als entscheidend, aber teilweise noch unsicher eingeschätzt. Für Investitionsentscheidungen sind insbesondere stabile und verlässliche Vorgaben über längere Zeiträume hinweg erforderlich. Unklarheiten hinsichtlich zukünftiger Anforderungen (z. B. Diskussion über die Anpassung der EU CO<sub>2</sub>-Standards für Neufahrzeuge) oder Förderstrukturen (z. B. verzögerte Umsetzung von Förderprogrammen oder deren frühzeitige Beendigung) können Investitionen verzögern und damit den Markthochlauf bremsen.

Insgesamt zeigt sich, dass aus Herstellersicht weniger die grundsätzliche technologische Machbarkeit im Vordergrund steht, sondern vielmehr die Frage, wie die Rahmenbedingungen für eine schnelle und wirtschaftliche Skalierung ausgestaltet werden können.

## 3 E-Lkw-Einsatz bei Vorreiterunternehmen – Einblicke in die Praxis: Motivation, Erfahrungen und Akzeptanz

### 3.1 Hintergrund

Der Einsatz von batterieelektrischen Lkw wurde im Projekt am Beispiel von insgesamt sechs Praxispartnern über drei Jahre wissenschaftlich begleitet. Bei der Auswahl der Fallstudienpartner wurde eine möglichst große Diversität angestrebt, um die Heterogenität in der Transportbranche, und die damit verbundenen, unterschiedlichen Voraussetzungen für die Beschaffung und den Einsatz von E-Lkw möglichst umfassend abzubilden. Trotz der unterschiedlichen Geschäftsfelder und Größe der Unternehmen haben sie in der frühzeitigen

Anwendung von E-Lkw im Regelbetrieb eine wichtige Gemeinsamkeit, die frühzeitige Hinweise auf die Praxistauglichkeit und die Akzeptanz der Technologie in diversen Anwendungen liefern kann (siehe auch 3. Konferenzpapier).

Folgende Unternehmen haben als Fallstudienpartner fungiert:

- **DSV:** eines der größten Transport- und Logistikunternehmen der Welt mit Hauptsitz in Dänemark und einer Präsenz in mehr als 90 Ländern. Im Projekt war das Unternehmen mit einem Logistikstandort in der Nähe von Köln vertreten.
- **Dachser:** ein international tätiger Logistikdienstleister mit zahlreichen Standorten und Unternehmenssitz in Deutschland. Das Unternehmen ist in den Bereichen Warehouse-, Kontrakt- und Stückgutlogistik aktiv. Der Großteil der Transportleistungen wird durch Servicepartner und deren Fahrzeuge erbracht.
- **Rigterink Logistikgruppe:** ein familiengeführtes, mittelständisches Unternehmen mit Hauptsitz in Nordhorn. Das Unternehmen beschäftigt mehr als 1.000 Mitarbeitende und hat etwa 300 Zugmaschinen und 100 Lkw im Einsatz. Das Unternehmen hat einen Schwerpunkt in der Lebensmittellogistik und ist in ganz Deutschland aktiv.
- **Schmitt-Logistik:** ein familiengeführtes Logistikunternehmen mit Sitz in Bietigheim. Das Unternehmen beschäftigt etwa 330 Mitarbeitende und verfügt über mehrere Niederlassungen in Süddeutschland und knapp 100 Lkw, die im Nah- und Fernverkehr im Einsatz sind.
- **REWE Group (Logistik Standort Dortmund):** Handelskonzern mit Hauptsitz in Köln und etwa 6.000 Märkten in Deutschland. Am Projekt war der Logistikstandort Dortmund beteiligt, der etwa 400 REWE-Märkte in NRW und angrenzenden Regionen beliefert.
- **Rothaus Staatsbrauerei:** Unternehmen mit Sitz im Hochschwarzwald auf 1.000 Meter Höhe und etwa 240 Mitarbeitende, das über einen eigenen Lkw-Fuhrpark verfügt, der sowohl für die Belieferung der regionalen Gastronomie, des regionalen Einzelhandels als auch des Großhandels eingesetzt wird.

Im Rahmen des Projekts wurden die Rahmenbedingungen des E-Lkw-Einsatzes und die Motivation und Perspektiven verschiedener beteiligter Akteursgruppen im Unternehmen (u. a. Geschäftsführung, Fuhrparkleitung, Disposition, Fahrertrainer und Fahrer) über unterschiedliche Formate erfasst (u. a. Vor-Ort-Besuche, Leitfragen-gestützte und semi-standardisierte Befragungen). Unternehmensvertreter waren zudem über regelmäßige Workshops und ausgewählte Themenfallstudien über den gesamten Projektverlauf in das Projekt eingebunden.

## 3.2 Erkenntnisse

### Motivation

- 
- **Zentrale Motivation der Vorreiterunternehmen sind ambitionierte Klimaschutzziele sowie steigende Anforderungen der Kunden an CO<sub>2</sub>-arme Transporte.**
  - **Besonders bei städtischen Lieferverkehren spielen erwartete Verschärfungen von Zufahrtsregelungen und Umweltzonen eine wichtige Rolle.**
  - **Unternehmen mit direktem Kundenkontakt bewerten zudem die sichtbare emissionsfreie Belieferung als Image- und Wettbewerbsvorteil.**
- 

Bei den Fallstudienpartnern handelt es sich um Vorreiterunternehmen, die bereits frühzeitig den Einsatz von E-Lkw im Regelbetrieb erproben. Häufig hatten die Unternehmen bereits vor der Kommerzialisierung von schweren batterieelektrischen Lkw Erfahrungen mit batterieelektrischen Vor-Serienfahrzeugen gesammelt. Im Zuge der staatlichen KsNI-Förderung (KsNI-Richtlinie, 2021) wurde der Großteil der im Projekt eingesetzten E-Lkw und der zugehörigen Depotladeinfrastruktur beschafft und im Projekt im Zeitraum von 2023 bis Ende 2025 wissenschaftlich begleitet.

Eine wesentliche Triebfeder für die Erprobung der Fahrzeuge sind bei den begleiteten Praxisunternehmen ambitionierte Klimaschutzziele für das eigene Unternehmen oder auch verstärkte Anforderungen der Kunden nach CO<sub>2</sub>-armen Transporten. Insbesondere für Unternehmen mit einem hohen Anteil von innenstädtischer Belieferung spielen zudem verschärfte Anforderungen für die Einfahrt in diese Zonen eine große Rolle und die Erwartung, dass sich diese Vorgaben – europäischen Beispielen folgend – perspektivisch weiter verschärfen könnten. Bei Unternehmen, die ihre Haupttätigkeit nicht im Transportgewerbe haben und einen unmittelbaren Kundenkontakt haben, spielt zudem die Sichtbarkeit der emissionsfreien Belieferung eine große Rolle und es wirkt sich positiv aus, dass die Finanzierung der notwendigen Investitionen in Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur nicht über die traditionell margenschwache Erbringung von Transportdienstleistungen erfolgen muss.

### Umsetzung vor Ort

- 
- **E-Lkw wurden im Projekt bereits regulär im Logistikalltag eingesetzt und ersetzen Diesel-Lkw vor allem im Nah- und Regionalverkehr.**
  - **Die Elektrifizierung wurde stark durch verfügbare Reichweiten sowie begrenzte Depot- und öffentliche Ladeinfrastruktur bestimmt.**
  - **Netzanschlussleistung, Platzbedarf und Infrastrukturkosten erwiesen sich als zentrale Restriktionen beim Ausbau der Flottenelektrifizierung.**
- 

Der Einsatz der Fahrzeuge im Betrachtungszeitraum wurde maßgeblich durch die verfügbare elektrische Reichweite der Fahrzeuge von maximal 400 Kilometern und der in der Projektlaufzeit realisierbaren bzw. öffentlich verfügbaren Ladeinfrastruktur bestimmt. Dies bedeutet, dass der Einsatz der Fahrzeuge im Projektzeitraum – angesichts der elektrischen Reichweite und der mangelnden öffentlichen Ladeinfrastrukturabdeckung – ausschließlich im Nah- und Regionalverkehr erfolgte. Anders als in der frühen Phase der gewerblichen Erprobung von elektrischen Pkw wurden die beschafften E-Lkw von Beginn an regulär im Logistikalltag eingesetzt und haben bisher übliche Diesel-Lkw ersetzt. Bei der Zuordnung der Einsatzprofile wurden zunächst besonders geeignete, weniger ambitioniertere Anwendungen ausgewählt. Im Laufe des Projekts wurden auf Grundlage

der Erfahrungswerte jedoch teilweise auch anspruchsvollere Einsatzprofile gewählt und die elektrische Reichweite – auch aus wirtschaftlichen Erwägungen – maximal ausgereizt. Die Fahrzeuge wurden in der Mehrzahl im Einschichtbetrieb genutzt, in einigen Anwendungen wurde jedoch auch ein Zwei-Schicht-Betrieb mit Batterienachladung an der Laderampe während des Warenbe- und Entladungsvorgangs realisiert.

Beim Umfang der Elektrifizierung des Lkw-Fuhrparks in dieser ersten Ausbaustufe, kam der zeitnah umsetzbaren Depotladeinfrastruktur eine Schlüsselrolle zu. Zentrale Restriktionen waren die kurzfristig verfügbare Netzanschlussleistung, die Kosten für die bauliche Umsetzung (u. a. Länge der Zuleitungen im Depot) und die Platzverfügbarkeit für Ladeinfrastruktur im Depot, um eine sinnvolle betriebliche Integration des Ladeprozesses in den Fahrzeugeinsatz zu gewährleisten. In einigen Fällen wurde zunächst von einer weitergehenden Elektrifizierung des Fuhrparks abgesehen, da die dafür erforderliche Depotladeinfrastruktur kurzfristig nicht oder nur zu deutlich höheren Kosten hätte umgesetzt werden können.

### Praktische Erfahrungen

- 
- Nach anfänglichen Problemen berichten die Unternehmen von **hoher Zuverlässigkeit und praxistauglichen Reichweiten der E-Lkw**.
  - **Depotladen** wurde sowohl logistisch als auch wirtschaftlich **klar bevorzugt**; öffentliche Ladeinfrastruktur spielte bislang nur eine ergänzende Rolle.
  - Für die nächste Marktphase gelten **höhere Reichweiten, weiterer Infrastrukturaufbau und stabile politische Rahmenbedingungen** als entscheidend.
- 

Im Praxisalltag wurde nach vereinzelt Anlaufschwierigkeiten und technischem Ausfall von Fahrzeugen zu Beginn in der weiteren Erprobung eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Fahrzeuge und eine hohe Verlässlichkeit der herstellerseitigen Reichweitenangabe im Regeleinsatz berichtet. Durch die frühzeitige Identifikation und Planung der Einsatzprofile konnte ein zuverlässiger Einsatz der E-Lkw auf den ausgewählten Touren sichergestellt werden. Hinsichtlich der Depotladeinfrastruktur wurde je nach Hersteller eine unterschiedliche Zuverlässigkeit berichtet und insbesondere in der Frühphase teilweise langwierige Bearbeitungszeiten zur Fehlerbehebung bemängelt.

Die Batterieladung im Depot hat sich aus logistischer Sicht bewährt, wurde aber auch aus wirtschaftlicher Sicht angesichts der deutlich geringeren Strompreise im Vergleich zu öffentlicher Ladeinfrastruktur im Praxisalltag präferiert. Öffentliche Ladeinfrastruktur wurde nur in Ausnahmefälle für die Batterieladung genutzt – z. B. bei außergewöhnlich langen Tagestouren oder wetterbedingtem höheren Stromverbrauch. Der Mautvorteil von E-Lkw spielte bei den, in den vergangenen Jahren vorherrschenden und im Projekt vorrangig betrachteten, Nah- und Regionalverkehrsanwendungen angesichts eines geringen Fahranteils auf mautpflichtigen Straßen wirtschaftlich hingegen bislang nur eine untergeordnete Rolle und stellte daher in dieser sehr frühen Marktphase keinen relevanten Anreiz für die Unternehmen dar.

Als besonders positiv wurde der hohe Fahrkomfort der E-Lkw und der große Zuspruch vom Fahrpersonal hervorgehoben (siehe auch folgender Abschnitt) und in diesem Kontext auch mehrfach auf die gezielte Nutzung dieses Vorteils bei der Rekrutierung von Fahrpersonal in einem schwierigen Marktumfeld verwiesen.

Um weitere Anwendungen – insbesondere im Fernverkehr – zu erschließen, werden Fahrzeuge der nächsten Generation mit etwa 600 Kilometern Reichweite als wichtige Voraussetzung gesehen. Interessanterweise wird eine höhere Reichweite von den Anwendern auch für Fahrprofile mit

geringerer Fahrleistung als interessant für die nächste Ausbaustufe des eigenen Fuhrparks bewertet, um eine größere Flexibilität bei der Batterieladung zu ermöglichen. Neben der Herausforderung des weiteren Ausbaus von Depotladeinfrastruktur werden auch die weiterhin hohen Zusatzkosten von E-Lkw und die erheblichen Investitionsbedarfe in Ladeinfrastruktur als zentrale Herausforderungen bewertet und verlässliche politische Rahmenbedingungen in diesem Kontext als wichtige Planungsgrundlage eingefordert, um eine erhöhte Investitionssicherheit zu erlangen. Während einzelne Unternehmen weitere Antriebstechnologien (v. a. wasserstoffbasiert) teilweise als eine mögliche technologische Ergänzung in ausgewählten Anwendungen sehen, sieht die Mehrheit der Fuhrparkverantwortlichen bei den beteiligten Unternehmen den batterieelektrischen Lkw als zukünftige Standardtechnologie. Die Hauptherausforderung wird weniger auf der Fahrzeug-, sondern eher auf der Ladeinfrastruktur- und Netzanschlussseite gesehen. Die vermeintliche Unklarheit über die zukünftige Hauptantriebstechnologie bei schweren Nutzfahrzeugen (Stichwort „Technologieoffenheit“) wird von einigen Unternehmen gar als äußerst hinderlich für den beschleunigten Markthochlauf von E-Lkw und den dafür notwendigen Ladeinfrastrukturausbau und Netzanschluss bewertet.

### Akzeptanz von E-Lkw bei Fahrern und Disposition

- 
- **Fahrer bewerten E-Lkw insgesamt sehr positiv; insbesondere Fahrkomfort und Arbeitsbedingungen werden hervorgehoben.**
  - **Dispositionen sehen E-Lkw ebenfalls positiv, berichten jedoch von höherem Planungsaufwand durch Reichweiten- und Ladeanforderungen.**
  - **Reichweite und fehlende öffentliche Ladeinfrastruktur gelten insbesondere für den Fernverkehr weiterhin als größte Herausforderungen.**
- 

Im Rahmen des Vorhabens wurden bei den beteiligten Fallstudienpartnern insgesamt 7 Fahrer und 8 Mitarbeiter aus der Disposition im Rahmen von jeweils etwa 60-minütigen persönlichen Interviews zu Ihren persönlichen Erfahrungen mit dem Einsatz von E-Lkw in Ihrem Unternehmen befragt. Die Befragung umfasste Leitfragen mit offenen Antwortmöglichkeiten als auch standardisierte-quantitative Elemente.

Die Rückmeldung der Fahrer von E-Lkw zeichnet sich durch ein sehr positives Gesamtbild und eine ausgesprochen hohe Zufriedenheit mit den Fahrzeugen aus. Als besonders positiv und durchgängig wird der deutlich verbesserte Fahrkomfort (geräuschärmer, entspannteres Fahren) und die damit verbundenen, deutlich besseren Arbeitsbedingungen genannt. Von allen Fahrern wurde der Umstieg auf E-Lkw mit „vorwiegend einfach“ oder „sehr einfach“ beschrieben. Nur in Einzelfällen wird aufgrund des veränderten Cockpits mit neuem Armaturenbrett von einer kurzen Eingewöhnung berichtet. Zudem wird von der Umstellung auf nur 2 Fahrstufen anstatt eines Schaltgetriebes und dem verstärkten Augenmerk auf Energieverbrauch und Reichweite als Konsequenz des Umstellungsprozesses berichtet. Bei den meisten Fallstudienpartnern wurde der Umstieg durch gezielte Schulungen bzw. eine Begleitung durch betriebszugehörige Fahrertrainer begleitet. Die Fahrzeuge werden von den Fahrern im Mittel mit einer Schulnote von 1,7 bewertet. Diese positive Einschätzung ist vor dem Hintergrund bemerkenswert, dass es sich um die ersten Serienfahrzeuge handelt, die insbesondere in der frühen Erprobung noch mit technischen Ausfällen verbunden waren. Lediglich 2 Fahrer berichten, dass sie zu Beginn des Umstiegs skeptisch waren, die Mehrheit der Fahrer hatte hingegen bereits von Beginn an großes Interesse am Umstieg auf E-Lkw gezeigt. Die Neugier und positive Erfahrungsberichte von anderen Fahrern aus dem Umfeld überwogen. Skepsis wurde teilweise mit Blick auf die Reichweite und die Erwartung geäußert, dass mit der neuen Technologie auch zunächst häufige Technikprobleme verbunden sein könnten. Auch im beruflichen

und privaten Umfeld wird von den Fahrern von einem großen Interesse an der Technologie berichtet. Lediglich ein Fahrer berichtet von einer erfahrenen Skepsis gegenüber E-Lkw in seinem Umfeld. Teilweise wurden Rückfragen aus dem Umfeld der Fahrer zur Umweltbilanz und Haltbarkeit der Batterien bzw. zu den Potenzialen von Wasserstoff bei Lkw gestellt.

Angesichts des sehr positiven Gesamteindrucks erscheint es wenig verwunderlich, dass die Fahrer den Einsatz von batterieelektrischen Lkw uneingeschränkt weiterempfehlen würden. Lediglich ein Fahrer würde persönlich lieber wieder auf einen Diesel-Lkw zurückwechseln. Als wichtigste Vorteile des E-Lkw im Arbeitsalltag werden die Geräuscharmheit, die Sauberkeit des Antriebs (z. B. kein Ölwechsel, keine „schmierigen“ Tankgriffe an der Tankstelle) und das entspanntere Fahren genannt. Die bislang fehlende Möglichkeit zur Kopplung eines Anhängers sowie die begrenzte Reichweite und fehlende Ladeinfrastruktur werden teilweise noch als Manko gesehen. Mit Blick auf die Zukunft zeichnen die befragten Fahrer ein positives Bild – die Mehrheit sieht E-Lkw zukünftig als Standard oder zum großen Teil im Einsatz, eine Minderheit sieht sie nur vereinzelt im Einsatz. Es gibt ein großes Vertrauen in die Technik („Elektro ist die Zukunft“) und aus Sicht der Fahrer insbesondere im Nahverkehr eine hohe Eignung. Vorbehalte werden insbesondere mit dem Einsatz im Fernverkehr und der mangelnden öffentlichen Ladeinfrastruktur sowie den weiterhin hohen Beschaffungskosten verbunden.

Die befragten Mitarbeiter aus der Disposition zeichnen ebenfalls ein positives Bild der E-Lkw-Erprobung, zeigen sich allerdings im Mittel etwas skeptischer als die Fahrer. Dies mag vor allem damit verbunden sein, dass die E-Lkw angesichts der Restriktionen durch die elektrische Reichweite und die Batterieladenotwendigkeit mit einem höherem Planungsaufwand in der Disposition verbunden sind. So wird auch berichtet, dass sich mit der Integration von E-Lkw der Arbeitsaufwand in der Disposition erhöht hat. Die anfängliche Skepsis bezog sich auf die Reichweite bei unterschiedlichen Wetterbedingungen und gewisse Nutzungseinschränkungen bei den verfügbaren Modellen (u. a. Anhängerkupplung, Hebebühne, Nutzlastrestriktion). Gleichzeitig wurde auch eine große Neugier, Freude an neuen Herausforderungen in der Disposition durch die Einführung von E-Lkw sowie der positive Umwelteffekt und die Möglichkeit zur Nutzung von eigenerzeugtem, regenerativem Strom als Motivation genannt. Es wird mehrheitlich von einer notwendigen Anpassung von Touren berichtet, aber auch, dass genug Flexibilität im Fuhrpark bestand, um diese umzusetzen. In diesem Kontext wird auch berichtet, dass die Restriktionen teilweise durch die größere Flexibilität der Diesel-Lkw im Fuhrpark aufgefangen werden musste. Generell werden die beschränkte Reichweite und die hohe Abhängigkeit von Ladeinfrastruktur häufig als größte Restriktion in der Disposition und für die weitere Elektrifizierung des Fuhrparks genannt.

Anders als die Fahrer, sehen die befragten Disponenten E-Lkw mehrheitlich auch zukünftig lediglich vereinzelt im Einsatz. Insbesondere mit Blick auf den Fernverkehrseinsatz wird die Eignung in Frage gestellt. Einzelne Disponenten erwarten daher zukünftig eher einen Mix aus batterieelektrischen und Wasserstoff-Lkw im Fuhrpark. Viele Befragte zeigen sich von der Reife und Leistungsfähigkeit im Gesamtbild positiv überrascht und sehen mit Blick auf Umweltschutz und Wirkung bei den Kunden große Vorteile. Die große Mehrheit der Disponenten möchte nicht zurück zur reinen Diesel-Flotte und kein Disponent würde die E-Lkw nicht weiterempfehlen.

### 3.3 Einordnung und Ausblick

Bei den beteiligten Fallstudienpartnern zeichnet sich auch nach der Erprobung von ersten E-Lkw in der Projektlaufzeit ab, dass sie die Elektrifizierung des Lkw-Fuhrparks deutlich ausweiten möchten. Wichtige Triebfedern sind die Minderung der Treibhausgasemissionen und zunehmend auch wirtschaftliche Überlegungen, da die Unternehmen einerseits mit einer zunehmenden Bepreisung

von CO<sub>2</sub> und betrieblichen Vorteilen rechnen, wenn sie CO<sub>2</sub>-arme Transporte anbieten können. Durch die Verstärkung der Lkw-Mautbefreiung und eine sich abzeichnende Verringerung der Verkaufspreise von E-Lkw sehen einige Unternehmen auch bereits kurzfristig Wettbewerbsvorteile beim Einsatz von E-Lkw gegenüber Diesel-Lkw.

Als besonders bedeutsam für die weitere Elektrifizierung des Fuhrparks wird die Erschließung des Fernverkehrs gesehen. Hierfür wird die folgende Fahrzeuggeneration und die zunehmende Verfügbarkeit von fernverkehrstauglichen Sattelzugmaschinen mit etwa 600 Kilometern Reichweite und ein Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur als zentrale Voraussetzung bewertet. Die im Vergleich zum Depotladen deutlich höheren Stromkosten an öffentlichen Ladestationen werden trotz des wirksamen Mautvorteils im Fernverkehr als kritischster Punkt für den wirtschaftlichen Betrieb gesehen. In diesem Kontext wird daher auch von semi-öffentlichen Ladeoptionen (z. B. auf Depots von anderen Transportunternehmen) als sinnvoller Ergänzung berichtet. Zudem erhöhen sich durch die im Fernverkehr oftmals weniger gut planbaren Einsatzprofile die Anforderungen an die Disposition der Fahrzeuge und es kommen zunehmend intelligente Planungstools zum Einsatz.

Gleichzeitig wird dem Ausbau der Depotladeinfrastruktur weiter eine zentrale Bedeutung beigemessen, da sie weiterhin als zentrale Energieversorgungsinfrastruktur für die eigene E-Lkw-Flotte betrachtet wird und durch die intelligente Anbindung an das Energiemanagement und die Stromeigenerzeugung kostengünstigen Strombezug ermöglichen kann. Netzrestriktionen und Platzbeschränkungen werden als relevante Hemmnisse für die weitere Elektrifizierung gesehen – auch mit Blick auf die Ausbaugeschwindigkeit. Insbesondere im Falle von Logistikunternehmen, die bei der Erbringung der Transportdienstleistungen vorrangig mit Servicepartner zusammenarbeiten und nur über einen kleinen Eigenfuhrpark verfügen, stellen sich zudem Fragen, wie die Elektrifizierung der Flotten bei diesen oftmals kleineren Subunternehmen perspektivisch realisiert werden kann. Die günstigeren Fahreigenschaften von E-Lkw werden hingegen als wichtiger Faktor für die erfolgreiche Rekrutierung von Fahrern bewertet und von den Unternehmen bereits offensiv eingesetzt.

Zentrale Forschungsfragen für die nächste Marktphase bewegen sich daher vor allem um die Voraussetzungen und Einsatzmöglichkeiten von E-Lkw im Fernverkehr, den weiteren Ausbau von Depotladeinfrastruktur und deren optimierte Integration ins Energiesystem sowie die Elektrifizierung der Fuhrparks von beauftragten, meist kleineren Transportunternehmen mit geringeren finanziellen Spielräumen und Flexibilitäten im Fuhrpark.

## 4 E-Lkw im Praxiseinsatz – Fahrzeugeigenschaften und Einsatzprofile

- Die **realen Verbrauchswerte** der untersuchten E-Lkw **stimmen weitgehend mit den Herstellerangaben überein**.
- Energieverbrauch und Reichweite werden insbesondere **durch Fahrzeuggewicht, Temperatur, Topographie und Geschwindigkeit beeinflusst**.
- Die Fahrzeuge wurden **bislang fast ausschließlich im Regionalverkehr eingesetzt**; Laden erfolgt überwiegend depotbasiert und häufig konservativ ohne optimiertes Lastmanagement.

### 4.1 Hintergrund

Schwere batterieelektrische Lkw sind erst seit wenigen Jahren als Serienfahrzeuge verfügbar. Entsprechend liegen bisher auch nur wenige empirisch fundierte Daten zum Betriebsverhalten von E-Lkw im Praxisalltag vor. Gleichzeitig zeigen die Erfahrungen mit batterieelektrischen Pkw, dass

sich das Betriebsverhalten (u. a. Energieverbrauch, elektrische Reichweite) in der Praxis teilweise deutlich von den Herstellerangaben unterscheidet. Für einen verlässlichen Einsatz im Logistikalltag sind jedoch robuste Daten zum tatsächlichen Energieverbrauch und der verfügbare Fahrzeugreichweite wichtige Planungsgrößen und eine zentrale Voraussetzung. Vor diesem Hintergrund wurde im Projekt ELV-Live der Einsatz von batterieelektrischen E-Lkw am Beispiel der Modelle eActros300 und eActros400 mit unterschiedlicher Achskonfiguration und Aufbauten im Zeitraum von September 2023 bis Januar 2025 für insgesamt 19 Fahrzeuge, die bei 5 Praxispartnern im Einsatz waren, untersucht (siehe 4. Bericht, 5. Konferenzpapier). Hierfür standen Fahrzeugbetriebsdaten (u. a. Fahrzeugaktivitätstyp, Fahrzeugmasse und Nutzlast, GPS-Daten, Start- und Endzeit, Fahrdistanz, Gesamt- und Durchschnittsenergieverbrauch und Batterieladestand) von insgesamt über 800 Fahrten zur Verfügung, die alle Jahreszeiten und damit unterschiedlichste Wetterbedingungen abbilden. Es wurden insbesondere der Energieverbrauch der Fahrzeuge unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen (u. a. Einsatzprofile, externe Einflussgrößen) und die daraus resultierende elektrische Reichweite sowie die generellen Einsatz- und Ladeprofile analysiert.

## 4.2 Erkenntnisse

Der durchschnittliche Verbrauch im realen Fahrbetrieb für die betrachteten Fahrzeuge liegt bei 0,96 kWh/km für schwere Nutzfahrzeuge mit einer Gesamtmasse zwischen 11 und 18 Tonnen, bei einer Außentemperatur zwischen 19 und 21 °C und einem auf der Fahrt zu bewältigenden Höhenunterschied von weniger als 200 m. Dieser ermittelte Verbrauchswert weicht nur geringfügig von der offiziellen Herstellerangabe (0,97 kWh/km unter diesen optimalen Bedingungen) ab und ordnet sich gut in weitere vorliegende Messwerte von vergleichbaren E-Lkw-Modellen ein.

Die vertieften Analysen zeigen einen statistisch signifikanten Einfluss von Fahrzeuggewicht, Umgebungstemperatur, Topographie und Durchschnittsgeschwindigkeit. So steigt der Energieverbrauch um durchschnittlich 0,18 kWh/km pro zusätzlichen 10 Tonnen Fahrzeugmasse bzw. Beladung. Eine um 10 °C höhere Außentemperatur verringert den Energieverbrauch um durchschnittlich 0,13 kWh/km. Fahrzeuge mit einer Kühleinheit (für den Lebensmitteltransport) weisen durchschnittlich einen zusätzlichen Stromverbrauch von 0,092 kWh/km auf.

Die Analyse der Einsatzprofile zeigt, dass die analysierten Lkw – vor allem bedingt durch die elektrische Reichweite – bisher ausschließlich im Regionalverkehr eingesetzt werden. Die durchschnittliche Einsatzlänge beträgt 220 km und bewegt sich in einer Spannweite von durchschnittlich 115 bis 350 Kilometern pro Tag. Der Einsatz erfolgt in den meisten Anwendungen ausschließlich an Wochentagen, mit festgelegten und relativ unflexiblen Routen. Im Einschichtbetrieb erfolgt das Laden in der Regel einmal täglich nach der Rückkehr ins Depot und ist oft schon lange vor Beginn der nächsten Schicht abgeschlossen. Der Zweischichtbetrieb erfordert komplexere Strategien, darunter Zwischenladungen während der Beladung des Lkw mit Ware und eine höhere Ladeleistung. Bisher orientieren sich die Ladestrategien vor allem an den logistischen Prozessen und der verfügbaren Ladeinfrastruktur. Während einige Fahrzeuge nach jeder Fahrt nachgeladen werden, werden andere Fahrzeuge nur einmal täglich – vorwiegend nachts – geladen. Fahrzeuge im Einschicht-Betrieb werden durchschnittlich 1,4 Mal pro Tag geladen, bei Fahrzeugen im Mehrschichtbetrieb ist dies durchschnittlich 4,1 Mal pro Tag der Fall. Die Ladedauern unterscheiden sich je nach Anzahl der Ladevorgänge und bedingt durch die unterschiedliche verfügbare Ladeleistung. Die Ladedauer ist jedoch in Summe immer deutlich kürzer als die Gesamtstandzeit der Fahrzeuge im Depot. Eine Optimierung der Ladestrategien an stromsystemseitigen Rahmenbedingungen erfolgt in diesen Anwendungen bisher nicht. Häufig wird nach Beendigung der Fahrt direkt eine Kopplung mit der Ladesäule hergestellt und der Ladeprozess

begonnen, auch wenn – gerade nachts – die Batterieladung dann bereits deutlich vor Beginn der ersten Fahrt am Morgen beendet ist.

Trotz technologischer Einschränkungen zeigten die Fahrzeuge im Betrachtungszeitraum eine hohe Zuverlässigkeit mit wenigen Betriebsausfällen und meist kurzen Ausfallzeiten.

### **4.3 Einordnung und Ausblick**

Die Analysen liefern erste Einblicke in den Betrieb von batterieelektrischen Lkw unter realen Bedingungen. Die Ergebnisse bestätigen, dass die vom Hersteller angegebenen Verbrauchswerte und die damit verbundenen elektrischen Reichweiten unter optimalen Bedingungen realistisch sind. Die Energieverbrauchsdaten zeigen jedoch auch erhebliche Schwankungen aufgrund von Geschwindigkeit, Topographie, Außentemperatur und Nutzlast auf, die unmittelbare und relevante Auswirkungen auf die ohnehin kritische elektrische Reichweite haben.

Die Lade-Strategien sind nach wie vor konservativ und bieten Raum für Optimierung. Da Elektro-Lkw heute nur einen kleinen Teil der gesamten Flotten ausmachen, werden künftige Herausforderungen im Zusammenhang mit der Skalierung der Depot-Infrastruktur, dem Lastmanagement und der Verfügbarkeit öffentlicher Lademöglichkeiten entstehen – insbesondere im Fernverkehr.

Zukünftige Studien würden von größeren und vielfältigeren Datensätzen, zusätzlichen Fahrzeugtypen und längeren Beobachtungszeiträumen profitieren, um Energieverbrauchsmodelle und Betriebsstrategien weiter zu verfeinern. Dennoch bietet diese Analyse eine solide empirische Grundlage zur Unterstützung des Übergangs zum elektrischen Schwerlastverkehr.

## **5 Analyse zukünftiger Potenziale und Herausforderungen für den Einsatz von E-Lkw anhand von Fallstudien**

Ergänzend zu den im Projekt ELV-Live erhobenen Praxiserfahrungen wurden zentrale Fragestellungen zur weiteren Marktentwicklung batterieelektrischer Lkw im Rahmen vertiefter Fallstudien untersucht. Während die bisherigen Analysen insbesondere den realen Betrieb unter aktuellen Bedingungen abbilden, adressieren die Fallstudien gezielt die Übertragbarkeit und Skalierung der Technologie auf weitere Anwendungsfälle.

Im Fokus stehen dabei drei komplementäre Perspektiven: die technische und wirtschaftliche Elektrifizierung bestehender Fuhrparks auf Basis realer Fahrprofile, die infrastrukturellen und stromnetzseitigen Anforderungen bei der Umstellung ganzer Depotstandorte sowie die Einsatzmöglichkeiten von E-Lkw im nationalen Fernverkehr.

Die Ergebnisse sind jeweils stark von den betrachteten Fallbeispielen geprägt, erlauben in der Zusammenschau jedoch belastbare Aussagen zu zentralen Einflussfaktoren, Wechselwirkungen und verbleibenden Herausforderungen für die nächste Marktphase.

## 5.1 Technoökonomische Erfolgsfaktoren einer Flottenelektrifizierung

- Ein großer Teil bestehender **regionaler Lkw-Touren** ist bereits mit E-Lkw **elektrifizierbar**.
- Die **Wirtschaftlichkeit** hängt stark von günstigen Depotstrompreisen und einem **hohen Anteil an Depotladen** ab.
- **Größere Batterien** können trotz höherer Anschaffungskosten wirtschaftliche Vorteile durch **mehr Flexibilität und weniger Zwischenladen** bieten.
- **Hohe Investitionskosten** für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur bleiben eine **zentrale Herausforderung**.

### 5.1.1 Hintergrund

Am Beispiel des Fuhrparks der Badischen Staatsbrauerei Rothaus wurde untersucht, in welchem Umfang eine vollständige Elektrifizierung eines bestehenden Fuhrparks unter realen betrieblichen Rahmenbedingungen technisch und wirtschaftlich darstellbar ist. Bei dem betrachteten Fuhrpark handelt es sich um insgesamt 20 schwere Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 26 bis 40 Tonnen. Zwischen den beiden Unternehmensstandorten muss ein Höhenunterschied von 900 Metern überwunden werden.

Die Analyse basiert auf realen Fahrprofilen (u. a. Start- und Endzeit, GPS-Daten der Stationen, Nutzlast, Dauer der Fahrtunterbrechungen) und knüpft direkt an die im Projekt beobachteten Einsatzmuster an. Ziel war es, die Elektrifizierbarkeit des gesamten Fuhrparks systematisch zu bewerten und zentrale Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit zu identifizieren (siehe 6. Konferenzpapier).

### 5.1.2 Erkenntnisse

Die Analyse zeigt, dass ein großer Teil der bestehenden Touren grundsätzlich elektrifizierbar ist. Insbesondere regional geprägte, planbare Einsatzprofile mit Depotanbindung weisen eine hohe Kompatibilität mit E-Lkw mit typischen Reichweiten zwischen 300 und 400 Kilometern auf. Damit bestätigt sich das im Projekt beobachtete Bild, wonach E-Lkw bereits heute in vielen Anwendungen im Regelbetrieb eingesetzt werden können.

Gleichzeitig wird deutlich, dass die Elektrifizierbarkeit stark von einzelnen Einsatzprofilen abhängt. Touren mit hohen Tagesfahrleistungen, ungünstigen Standzeiten oder zusätzlichen energetischen Anforderungen stellen weiterhin Herausforderungen dar und können derzeit nur eingeschränkt elektrifiziert werden.

Mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit zeigen sich klare Einflussfaktoren. Eine zentrale Rolle spielt der Strompreis: Während Depotladen typischerweise Kosten von etwa 0,15–0,25 €/kWh ermöglicht, liegen die Preise für öffentliches Laden häufig bei 0,40–0,70 €/kWh oder darüber. Entsprechend ist ein hoher Anteil an Depotladen entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb.

Vor diesem Hintergrund zeigt sich, dass größere Batterien trotz höherer Anschaffungskosten wirtschaftliche Vorteile bieten können. Sie erhöhen die betriebliche Flexibilität und ermöglichen es, einen größeren Anteil der Energie kostengünstig im Depot zu laden, wodurch teure Zwischenladungen vermieden werden können.

Neben den Energiekosten stellen die weiterhin hohen Investitionskosten für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur eine zentrale Herausforderung dar. Gleichzeitig können sich bei geeigneten

Einsatzprofilen Vorteile bei den Betriebskosten ergeben, insbesondere bei hoher Fahrzeugauslastung und stabilen Einsatzmustern.

### 5.1.3 Einordnung und Ausblick

Die Fallstudie zeigt, dass die Elektrifizierung bestehender Fuhrparks bereits heute in relevantem Umfang möglich ist, insbesondere im regionalen Verkehr. Gleichzeitig steigen die Anforderungen deutlich, sobald komplexere oder weniger planbare Einsatzprofile einbezogen werden.

Für die weitere Marktentwicklung sind insbesondere sinkende Fahrzeugkosten, eine verbesserte Integration in betriebliche Abläufe sowie eine hohe Verfügbarkeit von kostengünstigem Depotladen entscheidend. Die Elektrifizierung kann damit schrittweise erfolgen, beginnend mit besonders geeigneten Anwendungen.

## 5.2 Optionen für den Aufbau von Depotladeinfrastruktur

- 
- Die **Elektrifizierung großer Flotten** ist technisch möglich, erfordert jedoch **erhebliche Energie- und Netzkapazitäten**.
  - **Intelligentes Lastmanagement** kann Lastspitzen und Netzanschlussbedarf deutlich reduzieren.
  - Die Auslegung der Ladeinfrastruktur erfordert ein sorgfältiges **Austarieren von Ladeleistung, Flächenbedarf und betrieblicher Komplexität**.
- 

### 5.2.1 Hintergrund

Am Beispiel eines großen Logistikdepots mit über 250 Fahrzeugen wurde untersucht, welche infrastrukturellen und betrieblichen Anforderungen mit der Elektrifizierung eines gesamten Lkw-Fuhrparks verbunden sind (siehe 7. Bericht).

Im Fokus standen insbesondere die notwendige Ladeinfrastruktur, die Anforderungen an die Netzanschlussleistung sowie die Integration der Ladeprozesse in bestehende Betriebsabläufe. Die Analyse konzentriert sich dabei auf die technische Dimension der Elektrifizierung und die Ableitung von Last- und Infrastrukturbedarfen. Eine detaillierte Betrachtung der praktischen Umsetzung sowie der konkreten Investitionskosten für die Infrastruktur war nicht Gegenstand der Untersuchung.

### 5.2.2 Erkenntnisse

Die Analyse zeigt, dass eine weitgehende Elektrifizierung auch größerer Flotten technisch möglich ist, jedoch mit erheblichen Anforderungen an die Energieinfrastruktur verbunden ist.

Beim ungesteuerten Laden der Fahrzeuge unmittelbar nach der jeweiligen Rückkehr ins Depot entstehen im untersuchten Beispielfall ohne Steuerung sehr hohe Lastspitzen von über 20 MW, die die am betrachteten Standort perspektivisch verfügbare Netzanschlussleistung von etwa 7 MW damit deutlich übersteigen. Durch intelligentes Lademanagement können diese Lastspitzen jedoch erheblich reduziert werden, ohne den Betrieb der Fahrzeuge einzuschränken. In der Fallstudie konnte der Leistungsbedarf auf etwa 4–5 MW gesenkt werden, durch den Einsatz von stationären Speichern weiter auf unter 4 MW.

Ein zentrales Spannungsfeld ergibt sich bei der Auslegung der Ladeinfrastruktur. Einerseits ermöglichen wenige Hochleistungsladepunkte kurze Ladezeiten und eine hohe betriebliche

Flexibilität, bei gleichzeitig geringem Flächenbedarf, erfordern jedoch betrieblich anspruchsvolles, häufiges Umparken. Alternativ kann eine größere Anzahl an Ladepunkten mit geringerer Leistung installiert werden, die jedoch einen deutlich höheren Flächenbedarf im Depot mit sich bringt und die betriebliche Komplexität erhöht. Diese Aspekte gewinnen mit steigender Flottengröße und begrenzten Flächenverfügbarkeiten erheblich an Bedeutung.

Neben den technischen Anforderungen ergeben sich auch betriebliche Anpassungsbedarfe. Dazu zählen insbesondere die Integration von Ladeprozessen in die Disposition, die Priorisierung von Ladevorgängen je nach Einsatzprofil der Fahrzeuge sowie die Koordination von Umparkvorgängen, eine detaillierte Schichtplanung und die Berücksichtigung von öffentlicher Ladeinfrastruktur als ergänzende Ladeoption.

Zusätzlich stellt sich die Frage der Integration von Subunternehmen, die häufig einen erheblichen Teil der Transportleistungen erbringen, jedoch nicht notwendigerweise Zugang zur Depotladeinfrastruktur haben. Hier ergeben sich neue Anforderungen an organisatorische und ggf. auch vertragliche Lösungen zur Nutzung der Ladeinfrastruktur.

Auch wirtschaftlich spielt die Infrastruktur eine zentrale Rolle. Die Kosten für Netzanschluss, Ladeinfrastruktur und ggf. Speicher können erheblich sein, lassen sich jedoch durch optimiertes Lastmanagement und eine effiziente Auslegung reduzieren.

### 5.2.3 Einordnung und Ausblick

Die Fallstudie zeigt, dass die Skalierung der Elektrifizierung maßgeblich von der Umsetzbarkeit am Depot abhängt. Der Ausbau und die intelligente Steuerung der Ladeinfrastruktur werden zu zentralen Erfolgsfaktoren für die weitere Marktentwicklung.

Für die nächste Marktphase ist insbesondere eine frühzeitige Planung der Infrastruktur sowie eine enge Abstimmung mit Netzbetreibern erforderlich. Gleichzeitig bieten Lastmanagement und Energiemanagementsysteme erhebliche Potenziale zur Reduzierung von Kosten und notwendigen Anschlussleistungen.

In den vorliegenden Analysen wurden teilweise stark vereinfachende Annahmen zur Umsetzung getroffen. Für belastbare Aussagen zur praktischen Umsetzung sind in einem nächsten Schritt vertiefte Analysen notwendig, die die erforderlichen Umsetzungsschritte konkretisieren und die identifizierten Herausforderungen näher beleuchten.

## 5.3 Erschließung des Fernverkehrs

- 
- Der **Einsatz von E-Lkw im Fernverkehr** ist grundsätzlich **möglich**, aber deutlich **anspruchsvoller als im Regionalverkehr**.
  - Entscheidend für die Elektrifizierung des Fernverkehrs ist der **Ausbau leistungsfähiger öffentlicher Ladeinfrastruktur** entlang zentraler Transportkorridore.
  - **Ladeprozesse** können **teilweise in gesetzliche Lenk- und Ruhezeiten integriert** werden; insbesondere **fehlende Lademöglichkeiten am Tourende** sorgen für **Konflikte mit maximalen Lenkzeiten**.
-

### 5.3.1 Hintergrund

In der Erprobung von E-Lkw standen im Projektzeitraum angesichts der Reichweiten- und Infrastrukturrestriktionen Anwendungen im Regionalverkehr im Fokus. Für die weitere Elektrifizierung ist jedoch, angesichts der deutlich höheren Fahrleistungen und der damit auch höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie aus wirtschaftlichen Erwägungen durch die höhere Bedeutung der Betriebskosten, der Fernverkehr besonders relevant. Am Beispiel realer Fahrprofile aus dem nationalen Fernverkehr wurde untersucht, in welchem Umfang batterieelektrische Lkw auch in diesen anspruchsvolleren Anwendungen bereits heute eingesetzt werden können. Hierfür standen Datensätze für 23 Tageseinsatzprofile von insgesamt 5 Diesel-Lkw mit einer durchschnittlichen Tagesfahrleistung von 515 Kilometern, die im nationalen Fernverkehr im Einsatz sind, zur Verfügung.

Dabei wurden insbesondere die Restriktionen durch Reichweite, aktuell verfügbare – v. a. öffentliche – Ladeinfrastruktur sowie gesetzliche Rahmenbedingungen wie Lenk- und Ruhezeiten berücksichtigt (siehe 8. Bericht).

### 5.3.2 Erkenntnisse

Die Analyse zeigt, dass der Einsatz von E-Lkw im Fernverkehr grundsätzlich möglich ist, jedoch deutlich anspruchsvoller als in regionalen Anwendungen. Zentrale Herausforderungen ergeben sich aus den hohen täglichen Fahrleistungen sowie den begrenzten Standzeiten für Ladevorgänge. Gleichzeitig ist die derzeitige öffentliche Ladeinfrastruktur noch nicht ausreichend ausgebaut, um einen flächendeckenden Einsatz zu ermöglichen.

Die Auswertung der Fahrprofile zeigt, dass ein relevanter Anteil der untersuchten Fernverkehrsfahrten grundsätzlich elektrifizierbar ist, sofern entlang der Strecken ausreichend leistungsfähige Ladeinfrastruktur verfügbar ist. Die technische Machbarkeit kollidiert derzeit vor allem mit der teilweise unzureichenden Infrastrukturabdeckung.

Besonders relevant ist dabei die Möglichkeit, Ladeprozesse in bestehende Lenk- und Ruhezeiten zu integrieren. Unter der Annahme geeigneter Ladeleistungen können die verfügbaren Zeitfenster einen wesentlichen Beitrag zur Abdeckung der erforderlichen Energiemengen leisten und das Zwischenladen während der gesetzlich vorgeschriebenen Fahrerpausen an bereits verfügbaren öffentlichen Ladestationen entlang von Fernstraßen realisiert werden. 40 % der untersuchten Fahrten können mit der mittlerweile verfügbaren elektrischen Reichweite von 500 bis 600 Kilometern sogar ganz auf eine Zwischenladung verzichten. Die größte Hürde stellt jedoch das Laden am Ende des Tages dar, da der Großteil der Fahrzeuge im untersuchten Anwendungsfall nachts nicht ins eigene Depot zurückkehrt und auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen ist. Angesichts der geringen Netzabdeckung sind aber bislang noch große Umwege notwendig, die häufig zur Überschreitung der Lenkzeiten führen würden.

Mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit zeigt sich eine hohe Abhängigkeit von den Stromkosten an öffentlichen Ladepunkten. Die im Vergleich zum Depotladen deutlich höheren Preise wirken sich im Fernverkehr besonders stark aus und stellen derzeit eine zentrale wirtschaftliche Herausforderung dar. Gleichzeitig zeigt sich, dass für einen wirtschaftlichen Betrieb im Fernverkehr eine hohe Planungssicherheit hinsichtlich der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Ladeinfrastruktur erforderlich ist, da ungeplante Abweichungen deutlich größere Auswirkungen haben als in regionalen Anwendungen.

Damit bestätigt die Fallstudie die grundsätzliche Machbarkeit der Elektrifizierung des Fernverkehrs, zeigt aber gleichzeitig, dass der flächendeckende Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur für die Erschließung des Fernverkehrspotenzials zwingend erforderlich ist.

### 5.3.3 Einordnung und Ausblick

Für die Elektrifizierung des Fernverkehrs sind insbesondere drei Entwicklungen entscheidend: höhere Reichweiten der Fahrzeuge, ein flächendeckender Ausbau leistungsfähiger öffentlicher Ladeinfrastruktur sowie wettbewerbsfähige Strompreise an diesen Standorten. Darüber hinaus wird deutlich, dass neben dem reinen Ausbau der Infrastruktur auch deren gezielte Platzierung entlang relevanter Transportkorridore entscheidend ist, um die identifizierten Potenziale tatsächlich zu erschließen. Die Integration von Lade- und Einsatzplanung gewinnt weiter an Bedeutung. Digitale Planungstools und optimierte Betriebsstrategien werden zunehmend notwendig, um die vorhandenen Restriktionen effizient zu managen. Die Fallstudie zeigt damit, dass der Fernverkehr perspektivisch elektrifizierbar ist, derzeit jedoch noch die größten Herausforderungen im Transformationsprozess aufweist.

## 6 Perspektive der Transportbranche auf die Elektrifizierung von Lkw

---

- **Zwischen der skeptischen Gesamtbranche und den erfahrenen Pionierunternehmen besteht ein deutlicher „Erfahrungs-Gap“.**
  - Pionierunternehmen berichten von **hoher Zufriedenheit, hoher Zuverlässigkeit und sehr positiver Fahrerakzeptanz** bei E-Lkw.
  - **Depotladen** bildet aktuell den zentralen **operativen und wirtschaftlichen Anker** der Elektrifizierung.
  - Die **größten zukünftigen Herausforderungen** liegen im **Ausbau der Ladeinfrastruktur**, der Elektrifizierung des **Fernverkehrs** und im **Abbau von Wissensdefiziten** zur Wirtschaftlichkeit.
- 

### 6.1 Hintergrund

Um ein repräsentatives Bild der Branchenentwicklung zu zeichnen und die strategischen Barrieren der Elektrifizierung zu identifizieren, wurden im Projekt ELV-Live drei großzählige empirische Befragungswellen durchgeführt. Diese methodisch verzahnten Erhebungen beleuchten das Marktgeschehen aus zwei Richtungen: Die Pionier-Perspektive wurde durch eine wiederholte Befragung von Erstanwendern zu Beginn (B1: Anfang 2024, n=51) und nach einer mindestens 12-monatigen Praxiserprobung (B3: Ende 2025/Anfang 2026, n=57) abgebildet (siehe 9. und 12. Ergebnispräsentation). Die Branchen-Perspektive spiegelt in einer Querschnittsanalyse (B2: Sommer 2025, n=204) ein repräsentatives Stimmungsbild der Gesamtbranche wider (siehe 10. Ergebnispräsentation und 11. Bericht). Ergänzend wurde eine Vergleichsbefragung aus dem Jahr 2021 (B0) (Göckeler et al., 2022) herangezogen, um zeitliche Effekte bei der Technologieeinschätzung seit der Phase vor der Marktverfügbarkeit von batterieelektrischen Serienmodellen aufzuzeigen. Während die Pioniergruppen großbetrieblich geprägt sind, spiegelt die Gesamtstichprobe mit einem KMU-Anteil von über 90 % die kleinteilige Struktur des deutschen Transportgewerbes wider.

## 6.2 Erkenntnisse

Die Auswertungen dokumentieren einen tiefen „Erfahrungs-Gap“ zwischen der von Skepsis geprägten Gesamtbranche und der gereiften Praxisrealität der Pionierunternehmen.

Die Praxiserfahrung führt zu einer außerordentlich positiven Bewertung bezüglich Zufriedenheit und Zuverlässigkeit der E-Lkw. Die Gesamtzufriedenheit der Pioniere stieg mit zunehmender Nutzung von 88 % (B1) auf 93 % (B3). Während in der Gesamtbranche (B2) nur 9 % eine höhere Zuverlässigkeit von E-Lkw gegenüber Diesel-Fahrzeugen erwarten, bestätigen 74 % der Pioniere (B1) deren hohe technische Zuverlässigkeit im Realbetrieb.

Ein markanter Gegensatz zeigt sich bei der Einschätzung des Fahrpersonals. 59 % der unerfahrenen Unternehmen (B2) vermuten eine Ablehnung durch die Fahrer. In der Realität rangieren jedoch Fahrkomfort, Geräuscharm und das positive Fahrgefühl auf den Spitzenplätzen der Zufriedenheitsfaktoren bei den Pionierunternehmen.

Das Laden im eigenen Betriebshof bildet aktuell den operativen Anker und deckt bei den befragten E-Lkw-Pionierunternehmen im Mittel 82,5 % des Energiebedarfs der E-Flotten ab. Erfolgreiche Pioniere sichern ihre Wirtschaftlichkeit dabei auch durch Eigenstromerzeugung (z. B. PV-Anlagen) ab, wodurch sie durchschnittliche Strompreise von ca. 24 ct/kWh realisieren. Im Gegensatz dazu haben 83 % der Unternehmen der Gesamtbranche noch keinerlei Investitionen in Ladeinfrastruktur getätigt und sind durch tendenziell höhere mittlere Strompreise gekennzeichnet.

Bezüglich der Einschätzung der erfolgsversprechenden Antriebs- und Kraftstoffalternativen für 2030 zeichnet sich aus Sicht der Transportbranche eine Konsolidierung ab. Der batterieelektrische Lkw (E-Lkw) wird über beide Gruppen hinweg als die dominante Technologie bewertet. Wasserstoffbasierte Konzepte verzeichneten seit 2021 einen deutlichen Relevanzverlust und rangieren mittlerweile nur noch auf dem Niveau von Biokraftstoffen.

Die Einschätzungen und Praxiserfahrungen aus der zweifachen Befragung der Pionierunternehmen zeigen sehr starke Überschneidungen mit den Erkenntnissen aus den oben beschriebenen, vertieften Analysen bei den sechs Praxispartnern im Projekt.

## 6.3 Einordnung und Ausblick

Der weitere Markthochlauf steht vor dem Übergang von der Pionierphase in die breite Skalierung. Hierbei zeichnen sich folgende Trends und Herausforderungen ab.

Mit der Einführung neuer Fahrzeuggenerationen (Reichweiten > 500 km) verlagert sich der Einsatzschwerpunkt zunehmend vom Regional- in den Fernverkehr, was sich bereits in einem deutlichen Anstieg der mittleren Tagesfahrleistungen auf bis zu 432 km andeutet.

Während in der Einstiegsphase fahrzeugseitige Aspekte dominierten, rücken bei fortgeschrittener Nutzung systemische Hemmnisse in den Vordergrund. Dazu zählen insbesondere die unzureichende Verfügbarkeit öffentlicher Ladeinfrastruktur, Restriktionen bei der Netzanschlussleistung für Depots sowie komplexe Tourenplanungsanforderungen.

Die Investitionsbereitschaft der Gesamtbranche leidet unter einer verzerrten Wirtschaftlichkeitswahrnehmung. 57 % der Gesamtbranche (B2) gehen von schlechteren TCO (Total Cost of Ownership) aus, obwohl die Mehrheit dieser Betriebe noch nie eine eigene TCO-Berechnung durchgeführt hat. Weniger als ein Drittel der Unternehmen, kann die gültige Mautbefreiung von E-Lkw richtig benennen. Ein zentraler Fokus muss daher auf dem Abbau dieses

Informationsdefizits liegen, um die positiven wirtschaftlichen Erfahrungen der Pioniere – insbesondere den Nutzen von Mautvorteilen und Eigenstromnutzung – in die Breite zu tragen.

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur bleibt das Nadelöhr für die Skalierung, insbesondere um Anwendungsfälle jenseits der depotbasierten Regionalverkehre zu erschließen.

## 7 Fazit und Handlungsempfehlungen

- **Batterieelektrische Lkw** haben sich **als dominante Zukunftstechnologie** im schweren Straßengüterverkehr etabliert.
- Der **zentrale Engpass** verschiebt sich zunehmend von der Fahrzeugtechnologie hin zu **Ladeinfrastruktur, Netzanbindung und betrieblicher Integration**.
- **Wirtschaftlichkeit und Markthochlauf** hängen wesentlich von **stabilen politischen Rahmenbedingungen, Mautvorteilen und günstigen Stromkosten** ab.
- Für die **breite Skalierung** sind **Wissenstransfer, digitale Planungstools und Kooperationen beim Infrastrukturaufbau** entscheidend.

Das Projekt ELV-Live hat den Übergang von der technologischen Pilotphase zur industriellen Skalierung von batterieelektrischen Lkw im Zeitraum von drei Jahren (2023 bis Anfang 2026) wissenschaftlich begleitet. Durch die Kombination aus realen Fahrzeug-Betriebsdaten, tiefgehenden Fallstudien und großzahligen Befragungen wurde eine belastbare empirische Datenbasis geschaffen, die über theoretische, stark Annahmen basierte Modellrechnungen hinausgeht. Das Projekt fungierte als neutrale Plattform, um die Perspektiven von Herstellern, Infrastrukturbetreibern und Logistikunternehmen zusammenzuführen und so den „Erfahrungs-Gap“ zwischen skeptischer Branche und zufriedenen Pionieren zu verringern und empirisch fundiert Handlungsbedarfe aufzuzeigen.

### 1. Fahrzeugtechnologie und Marktentwicklung

**Fazit:** Der batterieelektrische Lkw (E-Lkw) hat sich herstellerübergreifend als dominante Schlüsseltechnologie für den schweren Straßengüterverkehr etabliert, während andere Antriebs- und Kraftstoffalternativen (insbesondere Wasserstoff) im Betrachtungszeitraum bei Herstellern und in der Transportbranche hinsichtlich ihrer Marktpotenziale bis 2030 deutlich an Bedeutung verloren haben. Die technische Reife von E-Lkw ist für den Regionalverkehr bereits gegeben und erreicht mit Reichweiten von 500–600 km nun auch den nationalen Fernverkehr. Early Adopter berichten von einer hohen Zuverlässigkeit und einer sehr positiven Resonanz beim Fahrpersonal aufgrund des verbesserten Fahrkomforts. Die Modellpalette hat sich in den letzten Jahren bereits erheblich erweitert, gleichzeitig steigt der Wettbewerbsdruck für europäische Hersteller durch u. a. den starken Elektrifizierungstrend im chinesischen Markt.

### Handlungsempfehlungen:

- **Fahrzeughersteller (OEMs):** Die Modellpalette muss weiter modularisiert und verbreitert werden, um spezifische Anforderungen wie beispielsweise Anhängerkupplungen oder maximale Nutzlasten besser abzudecken.
- **Politik:** Sicherstellung eines stabilen Rahmens über EU CO<sub>2</sub> Standards und AFIR, um den Herstellern und Anwendern langfristige Investitionssicherheit zu bieten. Eine Verringerung des Ambitionsniveaus, die über die aktuell beschlossene Flexibilisierung bei den EU CO<sub>2</sub> Standards hinausgeht, würde eine nachhaltige Verunsicherung von Marktakteuren riskieren.

## 2. Ladeinfrastruktur und Netzanbindung

**Fazit:** Die Infrastruktur ist aktuell der kritische Pfeiler der Transformation. Das Depotladen bildet den ökonomischen Ankerpunkt und deckt derzeit ca. 82 % des Energiebedarfs der Pioniere ab. Für den Fernverkehr ist ein flächendeckendes öffentliches Hochleistungsladenetz zwingend erforderlich, da hier das Unterwegs- und Nachtladen abseits des Depots die größte betriebliche Hürde darstellt. Die Flächenverfügbarkeit entlang von Autobahnen stellt hierbei eine zentrale Herausforderung dar. Der Netzausbau und die Netzanschlusskapazitäten sind aufgrund langer Vorlaufzeiten das Hauptnadelöhr.

### Handlungsempfehlungen:

- **Netzbetreiber & Politik:** Einführung vorausschauender Netzausbaupläne für Logistik-Hotspots und Standardisierung der Netzanschlussbegehren, um Planungszyklen von Logistik und Energiewirtschaft zu synchronisieren. Die Bedingungen für bidirektionales Laden verbessern und damit die Systemdienlichkeit von E-Lkw erhöhen.
- **Logistikunternehmen:** Frühzeitige (proaktive) Anmeldung von Leistungsbedarfen beim Netzbetreiber und Einsatz von intelligentem Lademanagement, um Lastspitzen am Standort signifikant zu reduzieren und die Potenziale der Batterien durch die Integration in das Stromsystem (V2G) optimal zu nutzen.
- **LIS-Anbieter:** Ausbau Lkw-tauglicher öffentlicher Standorte (Zufahrten, Durchfahrtmöglichkeiten) und Einführung von Reservierungssystemen für Nachtladepplätze.

## 3. Wirtschaftlichkeit und politische Rahmenbedingungen

**Fazit:** Die Wirtschaftlichkeit (TCO) von E-Lkw ist stark von regulatorischen Privilegien abhängig, insbesondere von der CO<sub>2</sub>-differenzierten Maut, die derzeit den wichtigsten Hebel darstellt. Während Pioniere diese Vorteile bereits nutzen, besteht in der Marktbreite ein erheblicher "Erfahrungs-Gap". Viele Unternehmen ohne E-Lkw-Erfahrung unterschätzen die Kostenvorteile und verfügen über lückenhaftes Wissen zu Strompreisen und TCO-Kalkulationen.

### Handlungsempfehlungen:

- **Politik:** Durch die Verlängerung der Mautvorteile für emissionsfreie Lkw bis 2031 wurde bereits eine zentrale Planungsgröße verstetigt. Die Senkung der Stromnebenkosten für Ladestrom würde Betriebskostenvorteile robust absichern. Insbesondere für KMU würde die Vergabe zinsgünstiger Kredite die hohe Einstiegshürde der höheren Anschaffungskosten verringern.

- **Verlader & Logistik:** Integration von CO<sub>2</sub>-Zielen in langfristige Transportverträge, um die Investitionsrisiken der Transformation partnerschaftlich zu tragen.

#### 4. Akzeptanz und Wissenstransfer

**Fazit:** Der Markthochlauf erfordert ein umfassendes Change Management. Trotz einer allgemeinen Offenheit in der Branche bezüglich E-Lkw ist das Wissensdefizit teilweise im Vergleich zu den Pionierunternehmen noch erheblich und konkrete Pläne zur Elektrifizierung noch die Ausnahme. Die Praxiserfahrung zeigt, dass das Fahrpersonal die Technologie schnell akzeptiert, in der Disposition aber ein höherer Aufwand durch komplexere Tourenplanungen entsteht. Es fehlen standardisierte Blaupausen für den Massenmarkt, insbesondere für KMU.

##### Handlungsempfehlungen:

- **Branchenverbände & Forschung:** Entwicklung herstellerunabhängiger TCO-Rechner und Best-Practice-Leitfäden, um Wissensdefizite in der Marktbreite abzubauen. Förderung von Peer-to-Peer-Lernformaten, um das „implizite Wissen“ der Pioniere in die Breite der Branche zu tragen. Kontinuierliches Monitoring der Entwicklungen bei OEMs, Zulieferern und bei den Anwendenden in der Logistikbranche.
- **Unternehmen:** Frühzeitige Schulung von Fahrpersonal und Disponenten sowie Nutzung digitaler Planungstools, um die Integration von Ladezeiten in Tourenpläne zu optimieren.

##### Zusammenfassender Ausblick

Die Elektrifizierung ist technisch und organisatorisch in vielen Anwendungsfällen bereits realisierbar. Die nächste Phase erfordert den Übergang von individuellen Insellösungen der Pioniere zu systemischen Kooperationsmodellen, etwa bei der Öffnung von Depot-Ladeinfrastruktur für Dritte oder der gemeinsamen Erschließung von Gewerbegebieten. Das Erreichen der Klimaziele hängt maßgeblich davon ab, ob die regulatorische Flankierung stabil bleibt und der Infrastrukturaufbau dem Fahrzeughochlauf konsequent vorausgeht.

## 8 Literaturverzeichnis

- Bekanntmachung der Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge (reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge) (2021). [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/richtlinie-KsNI.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/richtlinie-KsNI.pdf?__blob=publicationFile)
- Regulation (EU) 2024/1610 of the European Parliament and of the Council of 14 May 2024 amending Regulation (EU) 2019/1242 as regards strengthening the CO2 emission performance standards for new heavy-duty vehicles and integrating reporting obligations, amending Regulation (EU) 2018/858 and repealing Regulation (EU) 2018/956 (Text with EEA relevance) (2024). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1610>
- Regulation (EU) 2023/1804 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU (2023). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1804/oj>
- Göckeler, K., Hacker, F., Ziegler, L., Heinzelmann, J., Lesemann, L. & Bernecker, T. (2022). *Anforderungen der Logistikbranche an einen Umstieg auf klimaschonende Fahrzeugtechnologien - Ergebnisbericht einer standardisierten Befragung: Zweiter Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens „StratES: Strategie für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehr“*. Öko-Institut; Hochschule Heilbronn. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Teilbericht\\_2-Befragung\\_Logistikbranche.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Teilbericht_2-Befragung_Logistikbranche.pdf)
- Hacker, F., Le Corguillé, J., Göckeler, K., Minnich, L., Ziegler, L. & Dolinga, T. (2024, 16. September). *Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen und Aufbau von Ladeinfrastruktur - Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen aus Sicht von Nutzfahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturexperten: 1. Teilbericht des Forschungsvorhabens „ELV LIVE – Begleitforschung zum Einsatz batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb“ FKZ 16EM6003-1*. gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. <https://www.oeko.de/publikation/elektrifizierung-von-schweren-nutzfahrzeugen-und-aufbau-von-ladeinfrastruktur-entwicklungsperspektiven-und-handlungsempfehlungen-aus-sicht-von-nutzfahrzeugherstellern-und-ladeinfrastrukturexperten/>
- Hacker, F., Le Corguillé, J., Göckeler, K. & Schreiber, J. (2025). Analysis of the challenges for the electrification of heavy-duty vehicles from a manufacturer and user perspective. *EVS38*, 1–12. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Challenges-for-electrification-of-heavy-duty-vehicles-manufacturer-user-perspective.pdf>
- Hacker, F., Schreiber, J. & Göckeler, K. (2026a). *Between Orientation and Optimization: The Status Quo and Perspectives of Battery-Electric Trucks in the Transport Industry: ELV-Live Synthesis Report: Empirical Analysis of the Introduction of Battery-Electric Trucks – A Comparison of Pioneer Companies and the Industry as a Whole*. Supporting research on the use of battery-powered heavy-duty vehicles in day-to-day logistics operations – ELV-Live (Grant Number 16EM6003-1). Öko-Institut. [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live\\_Between-Orientation-and-Optimization.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live_Between-Orientation-and-Optimization.pdf)
- Hacker, F., Schreiber, J. & Göckeler, K. (2026b). *Zwischen Orientierung und Optimierung: Status quo und Perspektiven von batterieelektrischen Lkw in der Transportwirtschaft: ELV-Live Synthesebericht: Empirische Analyse zur Einführung batterieelektrischer Lkw – Ein Vergleich von Pionierunternehmen und Gesamtbranche*. Begleitforschung zum Einsatz

batterieelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge im logistischen Regelbetrieb – ELV-Live (Förderkennzeichen 16EM6003-1). Öko-Institut.

[https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live\\_%E2%80%8BZwischen-Orientierung-und-Optimierung.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ELV-Live_%E2%80%8BZwischen-Orientierung-und-Optimierung.pdf)

Le Corguillé, J., Hacker, F. & Dolinga, T. (2025, 15. Juni). *Real-world data analysis of of battery electric trucks operating in Germany: presented on 38th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS38)*, Goteborg. <https://www.oeko.de/publikation/real-world-data-analysis-of-battery-electric-trucks-operating-in-germany/>

Le Corguillé, J., Hacker, F., Göckeler, K., Mottschall, M. & Dolinga, T. (2025). *Real-world data analysis of energy consumption, activity and charging patterns of battery electric trucks operating in Germany: 2nd report of the ELV-LIVE research project*.

<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Real-world-data-analysis-of-battery-electric-trucks.pdf>

Schreiber, J., Göckeler, K. & Hacker, F. (2026a). *Acceptance of electric trucks in the German logistics industry: Results of a standardised survey*. Öko-Institut e.V.

<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Acceptance-of-electric-trucks-in-the-German-logistics-industry.pdf>

Schreiber, J., Göckeler, K. & Hacker, F. (2026b). *Akzeptanz von E-Lkw in der Logistikbranche: Ergebnisse einer standardisierten Befragung*. Öko-Institut.

<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Akzeptanz-von-E-Lkw-in-der-Logistikbranche.pdf>

Schreiber, J., Hacker, F., Reiche, M. & Göckeler, K. (2026). *Akzeptanz von E-Lkw nach längerer Praxiserprobung: Ergebnisse einer Online-Befragung von Transportunternehmen im Projekt ELV-LIVE*. Öko-Institut. <https://www.oeko.de/publikation/akzeptanz-von-e-lkw-bei-early-adoptern/>