www.oeko.de

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)

Berlin, Dezember 2025

Studie des Öko-Instituts e.V.

Autorinnen und Autoren

Theresa Dolinga
Florian Hacker

Öko-Institut e.V.
info@oeko.de
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 der Rigterink Logistikgruppe und ihrem Geschäftsführer Helge Rigterink für die Mitwirkung an dieser Fallstudie, die u.a. die Bereitstellung von Daten zum Fahrzeugeinsatz, zu den Depots und zu weiteren betrieblich-organisatorischen Rahmenbedingungen umfasste. Zudem gilt der Dank den Vertretern weiterer Praxispartner aus dem Projekt ELV-Live für ergänzende Einschätzungen zur Fallstudie.

Zitierempfehlung:

Dolinga, T.; Hacker, F. (2025). Betriebliche Herausforderungen und Lösungsansätze für die Elektrifizierung des nationalen Lkw-Fernverkehrs. 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

Abbildungsverzeichnis 4

Tabellenverzeichnis 5

Zusammenfassung 6

Summary 8

1 Einleitung 10

1.1 Hintergrund 10

1.2 Ziel der Fallstudie 11

2 Methodik 12

3 Hintergrund zum Fallstudienpartner und zu den betrachteten Touren 13

3.1 Fallstudienpartner 13

3.2 Touren 13

4 Ergebnisse 18

4.1 Aktuelle Verfügbarkeit und Eignung von öffentlicher Ladeinfrastruktur 18

4.2 Zwischenladen 20

4.2.1 Überblick der 23 Touren 20

4.2.2 Analyse der praktischen Umsetzbarkeit anhand der drei Beispieltouren 20

4.2.3 Berücksichtigung von betrieblichen, regulatorischen und ökonomischen Rahmenbedingungen 23

4.2.4 Fazit 26

4.3 Nachtladen 26

4.3.1 Überblick der 23 Touren 26

4.3.2 Analyse der praktischen Umsetzbarkeit anhand der drei Beispieltouren 28

4.3.3 Berücksichtigung von betrieblichen, regulatorischen und ökonomischen Rahmenbedingungen 29

4.3.4 Fazit 30

5 Fazit: Zentrale Ergebnisse und Empfehlungen 32

6 Literatur 34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der verfügbaren LIS in Deutschland auf einer Karte 18

Abbildung 2: Geographische Visualisierung der 3 Beispieltouren in Deutschland mit Angaben zu Position der Stopps und Ladeoptionen 21

Abbildung 3: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu zurückgelegter Distanz, vorgenommenen Stopps, hypothetischem Batterieladestand und Ladeoptionen mit Informationen zu verfügbarer Leistung und theoretischem Zeitaufwand für den Umweg und das Laden 23

Abbildung 4: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu Länge der Lenkzeit, der gesetzlichen Zeitintervalle für die Lenkpausen und die zeitliche Verortung der untersuchten Ladeoptionen mit Informationen zur verfügbaren Ladeleistung und zeitlichem Aufwand für das Laden (ohne Umwegzeit) 25

Abbildung 5: Karte mit Positionen der Tourenenden der 23 untersuchten Touren inkl. Angaben zu Standorten der öffentlichen Lkw-Ladeinfrastruktur in Deutschland (rechts), Tabelle mit berechneten Entfernungen (links) 27

Abbildung 6: Visualisierung der Nachtladeoptionen für die drei Beispieltouren 28

Abbildung 7: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu Fahr- und Ruhezeiten der betrachteten Tour und deren Veränderung bei dem Aufsuchen einer nächtlichen Ladeoption 30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht aller betrachteter Touren mit Angaben zur Streckenlänge, Zwischen- und Nachtladeoptionen 14

Tabelle 2: Beschreibung der 3 Beispieltouren C(3) „Typisch“, B(5) „Lang“ und E(2) „Mit Depot“ mit Angaben zur Strecke, Stopps, Ladebedarf und Ladeoptionen. 17

Zusammenfassung

Die Fallstudie untersucht, welche praktischen Herausforderungen heute beim Einsatz erster batterieelektrischer Lkw (E-Lkw) im nationalen Fernverkehr auftreten – und welche Lösungen bereits funktionieren. Grundlage sind 23 reale Tagestouren des Logistikunternehmens Rigterink sowie drei detailliert analysierte Beispielrouten.

Elektrische Fern-Lkw sind technisch einsatzfähig

Aktuelle E-Lkw mit rund 600 kWh Batteriekapazität erreichen Reichweiten von 500–600 km. Damit lassen sich viele der untersuchten Touren ohne Zwischenladung bewältigen. Nur 40 % der Fahrten benötigen unterwegs zusätzliche Energie – meist nur geringe Mengen.

Öffentliche Ladeinfrastruktur für Lkw – Basisnetz mit Ausbaubedarf

In Deutschland existieren bereits viele leistungsstarke Schnellladepunkte, doch nur ein kleiner Teil ist wirklich Lkw-geeignet (Zufahrten, Stellflächen, Rangiermöglichkeiten). Die vorhandenen Lkw-Ladepunkte liegen meist entlang großer Verkehrskorridore und bilden ein erstes, aber noch lückiges Grundnetz.

Zwischenladen ist bereits gut integrierbar

Für alle analysierten Beispieltouren fanden sich passende Ladepunkte mit geringen Umwegen. Die zusätzliche Zeit beträgt 4 bis 40 Minuten pro Tag. Wird während der ohnehin gesetzlich vorgeschriebenen Lenkpausen geladen, entstehen kaum Zeitverluste. Entscheidend sind die flexible Nutzung und geschickte Aufteilung der Pausen. Depotladen ist besonders vorteilhaft, aber aufgrund der Streckenführung in den untersuchten Fällen des nationalen Fernverkehrs selten möglich.

Die größte Hürde ist das Nachtladen

87 % der Fahrzeuge stehen nachts nicht in Unternehmensdepots. Öffentliche Lkw-Ladepunkte sind jedoch aktuell oft weit von den Zielorten entfernt. Dadurch verlängern sich Touren am Ende des Tages stark – häufig so sehr, dass rechtliche Lenk- und Ruhezeiten überschritten würden. Für ein praxistaugliches Nachtladen braucht es mehr Lkw-taugliche Infrastruktur, größere Stellflächen und Systeme, die reservierbare Ladeplätze ermöglichen.

Wirtschaftliche Auswirkungen

Zwischenladen ist betriebswirtschaftlich handhabbar, solange die zusätzliche Fahrzeit gering bleibt oder in Pausen integriert wird. Hohe Umwege oder Ladezeiten verteuern Touren. Auch die Wahl des Ladeortes kann Kosten beeinflussen – Kostenersparnisse durch das Aufsuchen von Ladestationen mit geringeren Strompreisen müssen gegen die möglichen Mehrkosten durch größere Umwege abgewogen werden.

Handlungsempfehlungen

Die Analyse macht deutlich, dass die Elektrifizierung des Fernverkehrs prinzipiell auf für anspruchsvolle Fernverkehrstouren möglich ist – entscheidend sind eine intelligente Tourenplanung und eine bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur.

1. Ausbau speziell für Lkw geeigneter Ladeinfrastruktur

Aufgrund der geringen Dichte Lkw-tauglicher Ladepunkte besteht ein klarer Bedarf an zusätzlichen Standorten entlang relevanter Routen und insbesondere in der Nähe typischer Übernachtungsorte.

2. Transparenz über Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Ladepunkten

Unternehmen benötigen verlässliche Informationen über Ladeleistung, Zufahrtsbedingungen, Bedienbarkeit mit Trailer sowie tatsächliche Nutzungsmöglichkeiten.

3. Bereitstellung zusätzlicher Niedrigleistungs-Ladeoptionen für das Nachtladen

Da über Nacht lange Standzeiten vorliegen, reichen niedrige Ladeleistungen aus. Solche Ladepunkte benötigen jedoch ausreichend Stellfläche und sichere Abstellmöglichkeiten.

4. Buchungs- und Suchsysteme für Nachtladeplätze

Um Nachtladeprozesse planbar zu machen und Konflikte mit Lenk- und Ruhezeiten zu vermeiden, werden künftig Buchungssysteme für Ladeplätze als notwendig eingeschätzt.

5. Sicherungslösungen für das Laden mit Trailer

Da das Abkoppeln eines Aufliegers von vielen Unternehmen nicht akzeptiert werden kann, braucht es Lösungen, die das Laden ohne Abkoppeln ermöglichen oder das sichere Abstellen während des Ladevorgangs gewährleisten.

6. Ausbau (halb-)öffentlicher Ladepunkte in Depots

Der Zugang zu Depots anderer Logistikunternehmen oder Kund*innen kann aktuelle Versorgungslücken überbrücken. Bereits heute öffnen manche Unternehmen ihre Ladepunkte für externe Nutzer*innen.

7. Anpassungen bei der Tourenplanung

Unternehmen müssen ihre Routen so gestalten, dass sie möglichst in der Nähe eines geeigneten Ladepunkts enden und nächtliches Umparken vermieden wird.

FAZIT

Die Elektrifizierung des Fernverkehrs ist bereits heute technisch möglich und in vielen Fällen ohne große betriebliche Umstellungen umsetzbar. Die größten Herausforderungen liegen beim Nachtladen und in der Verfügbarkeit geeigneter Ladepunkte abseits der Hauptverkehrsachsen. Kurze Umwege zur nächtlichen Ladestation müssen zukünftig gesichert werden, um die Überschreitung von Lenk- und die Unterschreitung von Ruhezeiten im Fernverkehr zu vermeiden. Mit einem gezielten Ausbau der Infrastruktur, verlässlichen Informationssystemen und einer intelligenten Tourenplanung können elektrische Lkw in vielen anspruchsvollen Anwendungsfällen des Fernverkehrs analog zu heutigen Diesel-Lkw betrieben werden.

Summary

The case study examines the practical challenges that arise today when using the first battery-electric trucks (e-trucks) in national long-distance transport – and which solutions are already working. It is based on 23 real daily routes operated by the logistics company Rigterink and three sample routes analysed in detail.

Electric long-distance trucks are technically ready for use

Current electric trucks with a battery capacity of around 600 kWh achieve ranges of 500-600 km. This means that many of the routes analysed can be completed without intermediate charging. Only 40 % of journeys require additional energy on the way – usually only small amounts.

Publick truck charging infrastructure – basic network in need of expansion

There are already many high-performance fast-charging points in Germany, but only a small number are really suitable for trucks (access roads, parking spaces, manoeuvring facilities). The existing truck charging points are mostly located along major transport corridors and form an initial, but still patchy, basic network.

Intermediate charging can already be easily integrated

Suitable charging points with minor detours were found for all the sample tours analysed. The additional time is 4 to 40 minutes per day. If charging takes place during the legally prescribed driving breaks, hardly any time is lost. Flexible use and skilful distribution of the breaks are crucial. Depot charging is particularly advantageous, but rarely possible due to the routing in the national long-distance transport cases analysed

The biggest hurdle is night-time charging

87 % of vehicles are not parked in company depots at night. However, public truck charging points are currently often far away from their destinations. As a result, routes are greatly extended at the end of the day – often to such an extent that legal driving and rest times would be exceeded. More truck-compatible infrastructure, larger parking spaces and systems that enable reservable charging points are needed for practical night-time charging.

Economic impact

Intermediate charging is economically manageable as long as the additional journey time remains short or is integrated into breaks. Long detours or charging times make journeys more expensive. The choice of charging location can also influence costs – cost savings by going to charging stations with lower electricity prices must be weighed against the possible additional costs due to longer detours.

Recommendations for action

The analysis makes it clear that the electrification of long-distance transport is essentially no longer a technical problem – the decisive factors are intelligent framework conditions and a needs-based infrastructure.

1. Expansion of charging infrastructure specifically suitable for lorries

Due to the low density of charging points suitable for trucks, there is a clear need for additional locations along relevant routes and especially near typical overnight stops.

2. Transparency about the availability and usability of charging points

Companies need reliable information about charging capacity, access conditions, usability with trailers and actual usage options.

3. Provision of additional low-power charging options for night charging

As there are long periods of standstill overnight, low charging capacities are sufficient. However, such charging points require sufficient space and secure parking facilities.

4. Booking and search systems for night-time charging points

In order to make night-time charging processes plannable and avoid conflicts with driving and rest periods, booking systems for charging points are considered necessary in the future.

5. Safety solutions for charging with trailers

As many companies cannot accept the uncoupling of a trailer, solutions are needed that enable charging without uncoupling or ensure safe parking.

6. Expansion of (semi-)public charging points in depots

Access to depots of other logistics companies or customers can bridge current supply gaps. Some companies are already opening their charging points to external users.

7. Adjustments to route planning

Companies must organise their routes in such a way that they end as close as possible to a suitable charging point and night-time reparking is avoided.

CONCLUSION

The electrification of long-distance transport is already technically possible today and in many cases can be realised without major operational changes. The greatest challenges lie in night-time charging and the availability of suitable charging points away from the main transport routes. Short detours to the charging station at night must be secured in future to prevent driving times being exceeded and rest periods being undercut in long-haul transport. With a targeted expansion of the infrastructure, reliable information systems and intelligent route planning, electric trucks can be operated in many demanding long-distance transport applications in the same way as today's diesel trucks.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die hohe Bedeutung des batterieelektrischen Antriebs für die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs ist mittlerweile unstrittig. Wissenschaftliche Analysen zeigen für die meisten Anwendungen die technische Machbarkeit und die Kostenvorteile im Vergleich zu denkbaren Alternativen (Göckeler et al. 2023; Hacker et al. 2024; Link and Plötz 20 Jun 2024). In der Praxis schlägt sich dies in mehreren aktuellen Entwicklungen konkret nieder. Die Herstellerstrategien richten sich zunehmend auf die Entwicklung eines batterieelektrischen Fahrzeugangebots aus, die öffentliche Lkw-Ladeinfrastruktur wird stark ausgebaut und zahlreiche Unternehmen haben in Depotladeinfrastruktur investiert und setzen E-Lkw bereits in diversen Anwendungen im Regelbetrieb ein (Hacker et al. 2024).

In der bisherigen Erprobung von batterieelektrischen Lkw und mit Blick auf das in den vergangenen Jahren vorherrschende E-Lkw-Modellangebot mit maximalen Batteriereichweiten von 300 bis 400 Kilometern, stand bisher der Einsatz von E-Lkw im Regionalverkehr im Fokus (IEA - International Energy Agency 2024). Dabei konnte angesichts vorwiegend planbarer und regelmäßiger Tagestouren, die meist das eigene Depot als Start- und Zielort hatten, ein optimaler Einsatz in der frühen Marktphase ohne relevante öffentliche Ladeinfrastruktur ermöglicht werden.

Für die weitere Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs ist jedoch vor allem der Fernverkehr relevant. Dies hat mehrere Gründe: Der Großteil der Treibhausgasemissionen wird vom Fernverkehr verursacht und von verhältnismäßig wenigen Fahrzeugen mit hoher Jahresfahrleistung erbracht. Die Kostenstruktur und Anreizstruktur (v. a. Mautvorteil auf Fernstraßen) macht den Einsatz von E-Lkw vor allem im Fernverkehr gegenüber dem Diesel-Lkw attraktiv (Bundesamt für Logistik und Mobilität o.D.; Die Bundesregierung o.D.; Göckeler et al. 2023). Zudem ermöglichen die neuesten Fahrzeugmodelle zwischen 500 und 600 km Reichweite (Hacker et al. 2024) und mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Hochleistungsladeinfrastruktur (Die Bundesregierung 2025) wird eine Nachladung in Fahrerpausen möglich und typische Einsatzprofile im Fernverkehr werden realistisch. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass sowohl Hersteller, Anwender als auch Politik und Verwaltung ein besonderes Augenmerk auf die Elektrifizierung dieser vergleichsweise anspruchsvollen Anwendungsfelder legen.

Der Einsatz von E-Lkw im Fernverkehr sieht sich, im Gegensatz zum Regionalverkehr, mit zusätzlichen Herausforderungen konfrontiert: So sind durch die typischen Einsatzzwecke bedingt, die Touren häufig nicht regelmäßig und nicht im Voraus planbar, gesetzlich vorgeschriebene Fahrerpausen schränken die Flexibilität des Fahrzeugeinsatzes ein und die Batterieladung kann selten im Depot erfolgen und eine Nachladung während des Tages ist teilweise notwendig.

Bisherige Analysen zeigen dennoch, dass mit zunehmendem Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur ein hohes technisches und ökonomisches Potenzial für die Elektrifizierung des Fernverkehrs besteht. Zudem können voraussichtlich durch eine optimierte Disposition, die die Eigenschaften von E-Lkw berücksichtigt, zukünftig zusätzliche Potenziale gehoben werden (Engholm et al. 2025).

Im aktuellen Marktstadium treffen elektrische Fern-Lkw jedoch noch auf ein lückenhaftes öffentliches Ladeinfrastrukturnetz und die ersten Fahrzeuge, die in Fuhrparks elektrifiziert werden, werden häufig im Ersatz für Diesel-Lkw eingesetzt, ohne dass eine umfängliche Optimierung über den gesamten Fuhrpark vorgenommen wird.

1.2 Ziel der Fallstudie

Welche konkreten betrieblichen Herausforderungen und Lösungsoptionen sich in der aktuellen Marktphase für den Einsatz erster elektrischer Fern-Lkw für Transportunternehmen stellen, ist daher Thema dieser Fallstudie.

Die Fallstudie stellt damit eine wichtige Ergänzung zu den oben genannten, längerfristigen Potenzialanalysen dar, die oft ein deutlich höheres Abstraktionsniveau haben, u.a. betriebliche Restriktionen nur bedingt berücksichtigen und eine größere Reife des Gesamtmarkts abbilden. Die vorliegende Fallstudie hat das Ziel, heutige Herausforderungen möglichst konkret an realen Einsatz- und Anforderungsprofilen zu illustrieren. Diese haben kein Anspruch auf Repräsentativität. Durch die Einbettung in das Gesamtvorhaben ELV-Live, das den Einsatz von E-Lkw in der Logistikpraxis am Beispiel von sechs Fallstudienpartner über 3 Jahre wissenschaftlich begleitet und damit umfassende Einblicke in die heutigen Einsatz- und Rahmenbedingungen ermöglicht, wird dennoch eine hohe Aussagekraft der Ergebnisse sichergestellt.

Die Fallstudie soll interessierten Praktikern einen realitätsnahen Einblick in die Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Elektrifizierung von Fernverkehrsfahrzeugen geben. Gleichzeitig bietet sie auch die Gelegenheit, abstrahierte Analysen und die dort getroffenen Annahmen anhand der Detailanalysen für die ausgewählten Fälle zu plausibilisieren und mögliche „blinde Flecke“ zu identifizieren. Nicht zuletzt können die identifizierten Herausforderungen womöglich Anhaltspunkte für Politik und Verwaltung für erforderliche Anpassungen von Rahmenbedingungen liefern.

2 Methodik

Die Grundlage für die folgenden Analysen bilden reale Einsatzprofile schwerer Lkw im nationalen Fernverkehr eines Praxispartners aus dem Projekt ELV-Live, die derzeit mit Diesel-Lkw durchgeführt werden. Der Fallstudienpartner, die Rigterink Logistikgruppe, stellte hierfür eine Stichprobe von Fahrtenbüchern aus 23 Tagestouren zur Verfügung, die von insgesamt fünf Lkw absolviert wurden. Jedes Fahrtenbuch dokumentiert die Aktivitäten eines Fahrzeugs über den gesamten Tag hinweg und unterscheidet dabei zwischen den Kategorien „Fahren“ und „Stehen“. In einigen Fällen ist nicht eindeutig ersichtlich, ob es sich bei einem Halt um einen Entladevorgang oder um eine andere Form der Pause handelt. Für jede Aktivität liegen Angaben zu Zeitpunkt, Ort sowie – im Fall der Fahrabschnitte – zur zurückgelegten Strecke vor. Die Fahrten wiederholen sich zwar nicht in identischer Form, sind jedoch – insbesondere in ihrer Gesamtheit – repräsentativ für einen typischen täglichen Tourenverlauf. Ergänzend wurden verfügbare Daten zur aktuell bestehenden öffentlichen Ladeinfrastruktur ausgewertet. Zur Visualisierung der Touren sowie der Standorte der Ladepunkte kam Google MyMaps (Google o.D.) zum Einsatz. Die Routen wurden über das in MyMaps integrierte Routing-Tool zwischen den im Fahrtenbuch angegebenen Start- und Zielpunkten ermittelt.

Die Analysen wurden durch weitere Hintergrundinformationen zu betrieblichen Abläufen und Restriktionen ergänzt. Diese wurden im Rahmen leitfadengestützter Interviews mit der Geschäftsführung und der Fuhrparkleitung des Unternehmens erhoben und im Austausch mit weiteren Fallstudienpartnern hinsichtlich Übertragbarkeit und Aussagekraft reflektiert. Grundlage der Fallstudie ist die gegenwärtige Verfügbarkeit von öffentlicher Ladeinfrastruktur (Stand 06.2025); geplante zukünftige Netzausbau- oder Infrastrukturmaßnahmen wurden nicht berücksichtigt. Insgesamt konnten so Potenziale und Herausforderungen für die Elektrifizierung des Langstreckenverkehrs herausgearbeitet werden.

Folgende Leitfragen strukturieren die Analysen:

- Wie stellt sich die aktuell verfügbare öffentliche Ladeinfrastruktur dar und welche grundsätzliche Eignung weist sie für das Lkw-Laden auf?
- Lassen sich die analysierten Einsatzprofile mit der aktuell verfügbaren Technik grundsätzlich elektrifizieren?
- Sind die Profile auf öffentliche Ladeinfrastruktur während des Tages und am Ende des Tages angewiesen?
- Welche Optionen stehen in den beiden Fällen grundsätzlich zur Verfügung und mit welchen betrieblichen Herausforderungen sind diese verbunden?
- Welche Empfehlungen lassen sich aus den Analysen für den technischen und wirtschaftlichen Betrieb von E-Lkw im nationalen Fernverkehr ableiten?

3 Hintergrund zum Fallstudienpartner und zu den betrachteten Touren

3.1 Fallstudienpartner

Die Rigterink Logistikgruppe ist ein familiengeführtes, mittelständisches Unternehmen mit Hauptsitz in Nordhorn. Das Unternehmen beschäftigt mehr als 1.000 Mitarbeiter*innen und hat etwa 300 Zugmaschinen und 100 Lkw im Einsatz. Das Unternehmen hat einen Schwerpunkt in der Lebensmittellogistik und ist in ganz Deutschland aktiv. Deutschlandweit verfügt das Unternehmen über insgesamt 10 Standorte mit einer Fläche von etwa 120.000 m^2. Die Touren der Fahrzeuge im nationalen Fernverkehr werden in der Regel sehr kurzfristig disponiert und zeichnen sich durch eine hohe Variabilität aus. Die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Termintreue sind in der Lebensmittellogistik besonders hoch.

In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen bereits Erfahrung mit batterieelektrischen Lkw im Regionalverkehr auf festen Routen und mit Lademöglichkeit im Depot gemacht. Seit diesem Jahr hat das Unternehmen auch erste batterieelektrische Fern-Lkw im Einsatz, die zunächst auf festen Relationen innerhalb Deutschlands zum Einsatz kommen.

Eine umfassende Elektrifizierung der nationalen Fernverkehrstouren, die durch das Unternehmen geleistet werden, ist aber nur möglich, wenn auch die batterieelektrischen Fahrzeuge perspektivisch flexibel und ohne längere Vorausplanung eingesetzt werden können, da dieses Einsatzmuster im Unternehmen charakteristisch ist. Dies wird anhand der im Folgenden analysierten Tagestouren offensichtlich.

3.2 Touren

Um den Fallstudienpartner und die in Abschnitt 4 diskutierte, tiefere Analyse in einen größeren Kontext einzuordnen, wird zunächst eine größere Stichprobe von 23 Tagestouren des Fallstudienpartners, die aktuell noch mit Diesel-Fahrzeugen gefahren werden, analysiert und die drei ausgewählten Touren für die vertiefte Betrachtung vorgestellt.

Tabelle 1: Übersicht aller betrachteter Touren mit Angaben zur Streckenlänge, Zwischen- und Nachtladeoptionen

Fzg. (Tag)[1]	Strecken länge[2]	Zwischenladen tagsüber			Nachtladen	
		Notwendig-keit	Möglichkeit Depot-Laden[3]	Notwendige Energie-menge	Notwendigkeit öffentliches Laden[4]	Notwendige Leistung
A (1)	575 km	Ja	Ja	5 kWh	Ja	51 kW
A (2)	520 km	Nein			Nein	7 kW
A (3)	495 km	Nein			Ja (gibt Pläne)	44 kW
A (4)	403 km	Nein			Nein	6 kW
B (1)	383 km	Nein			Ja (gibt Pläne)	17 kW
B (2)	576 km	Ja	Nein	5 kWh	Ja (gibt Pläne)	29 kW
B (3)	457 km	Nein			Ja (gibt Pläne)	56 kW
B (4)	610 km	Ja	Nein	45 kWh	Ja	45 kW
B (5)	**759 km**	**Ja**	**Nein**	**180 kWh**	**Ja**	**20 kW**
C (1)	410 km	Nein			Ja	26 kW
C (2)	610 km	Ja	Nein	35 kWh	Ja	55 kW
C (3)	**622 km**	**Ja**	**Nein**	**52 kWh**	**Ja (gibt Pläne)**	**40 kW**
C (4)	570 km	Nein			Ja	38 kW
C (5)	555 km	Nein			Ja	14 kW
D (1)	312 km	Nein			Ja	18 kW
D (2)	400 km	Nein			Ja	27 kW
D (3)	585 km	Ja	Nein	12 kWh	Ja	50 kW
D (4)	670 km	Ja	Nein	90 kWh	Ja	12 kW
E (1)	490 km	Nein			Ja	42 kW
E (2)	**598 km**	**Ja**	**Ja**	**25 kWh**	**Ja**	**38 kW**
E (3)	490 km	Nein			Ja (gibt Pläne)	35 kW
E (4)	485 km	Nein			Ja	52 kW
E (5)	255 km	Nein			Nein	4 kW
	Ø 515 km	40%	22 %	Ø 50 kWh	87% (61%)	Ø 32 kW

[1] Der Buchstabe bezeichnet das Fahrzeug und die Zahl den Tag

[2] Farbliche Markierung nach Streckenlänge: Zeilen mit (nahezu) notwendigem Zwischenladen sind gelb markiert; die Farbintensität steigt mit dem Ladebedarf. Die drei für die vertiefte Analyse ausgewählten Touren sind rot markiert.

[3] Möglichkeit zum Zwischenladen im Depot: „Ja“ bedeutet, dass das Fahrzeug rechtzeitig ein betriebseigenes Depot mit verfügbarer Ladeinfrastruktur passiert. „Nein“ bedeutet, dass es das Depot nicht (rechtzeitig) erreicht oder dort aktuell keine nutzbare Ladeinfrastruktur vorhanden ist.

[4] Öffentliches Laden über Nacht: Die Spalte gibt an, ob nächtliches öffentliches Laden erforderlich ist. „Nein“ bedeutet, dass das Laden im eigenen Depot mit vorhandener Infrastruktur erfolgen kann. „Ja (gibt Pläne)“ weist darauf hin, dass derzeit öffentlich nachgeladen werden muss, der Fallstudienpartner jedoch bereits eine Lösung für zukünftiges Zwischenladen am Standort plant (z. B. eigene Ladeinfrastruktur oder Kooperation mit einem Fremddepot).

Quelle: eigene Darstellung

Die 23 Touren setzen sich aus den Wochentouren (4–5 Tage) von fünf Fahrzeugen zusammen. In Tabelle 1 sind diese Touren mit der jeweils zurückgelegten Strecke sowie Informationen zum Zwischen- und Nachtladen dargestellt. Dabei sind alle Touren farblich markiert, die (fast) zwischenladen müssen, die Farbe ist intensiver je mehr Energie auf der Strecke verbraucht wird. Die drei ausgewählten Touren sind rot markiert. In der Tabelle wird zunächst die Länge jeder Tour in Kilometern angegeben. Anschließend wird ausgewiesen, ob das Fahrzeug auf der Tour zwischenladen muss, um die Strecke mit einer Restbatteriekapazität von mindestens 50 kWh als Sicherheitspuffer absolvieren zu können. Grundlage hierfür ist ein angenommener Energieverbrauch von 0,96 kWh pro Kilometer sowie eine installierte Batteriekapazität von 600 kWh (Le Corguillé et al. 2025). Darüber hinaus wird angegeben, wie viel Energie das Fahrzeug im Falle eines erforderlichen Zwischenladens aufnehmen muss. Hinsichtlich des Nachtladens zeigt die Tabelle, ob das Fahrzeug während der nächtlichen Standzeit öffentlich laden muss und welche minimale Ladeleistung hierfür erforderlich ist. Dazu wurde die Differenz zwischen dem Batteriestand am Ende der Tour und der maximalen Batteriekapazität (600 kWh) berechnet und durch die jeweilige Dauer der nächtlichen Standzeit dividiert. Die Informationen zu den örtlichen Gegebenheiten – insbesondere ob ein Fahrzeug bei Bedarf rechtzeitig ein Depot des Fallstudienpartners erreicht oder nachts auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen ist – wurde im Austausch mit dem Unternehmen Rigterink ermittelt.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Fallstudienpartner sehr unterschiedliche Touren fährt. Diese sind geographisch über ganz Deutschland verteilt und weisen eine durchschnittliche Länge von 515 km auf, wobei die Spannweite der Touren zwischen 255 und 760 km erheblich variiert. Bei einer Batteriekapazität von 600 kWh und einem Energieverbrauch von 0,96 kWh/km müssen 9 der 23 Touren tagsüber zwischenladen, um die Tour mit einer Sicherheitsreserve von 50 kWh abschließen zu können. Dies entspricht 40 % der Touren. Davon erreichen zwei Touren ein Depot des Unternehmens rechtzeitig, während der übrige Teil öffentlich laden muss. Viele weitere Touren können nur knapp ohne Zwischenladen durchgeführt werden. Steigt der Energieverbrauch beispielsweise durch hohe Beladung oder niedrige Außentemperaturen, wären auch sie auf Zwischenladen angewiesen. Würde die verfügbare Batteriekapazität um 100 kWh reduziert (Reichweitenreduktion um ca. 103 km) oder der Energieverbrauch um 20 % auf 1,17 kWh/km steigen, wären rund 70 % der Touren auf Zwischenladen angewiesen. Die Fahrzeuge, die laut der Tabelle 1 zwischenladen müssen, benötigen durchschnittlich rund 50 kWh zusätzliche Energie, wobei der Bedarf zwischen 5 und 180 kWh variiert.

Ebenfalls zeigt sich, dass 87 % der Fahrzeuge nachts öffentlich stehen und daher auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen wären. Aufgrund der langen nächtlichen Standzeiten wäre, sofern diese vollständig zum Laden genutzt werden, jedoch nur eine geringe durchschnittliche Ladeleistung von etwa 32 kW erforderlich. Der Fallstudienpartner gab an, dass künftig zusätzliche Kooperationen

mit weiteren Logistikunternehmen geplant sind, deren Depots und Ladeinfrastruktur perspektivisch für Zwischen- und Nachtladen genutzt werden könnten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass viele Fahrzeuge im Langstreckenbetrieb nur selten oder gar nicht zwischenladen müssen. Wenn Zwischenladen erforderlich ist, muss dieses jedoch überwiegend öffentlich erfolgen. Nachts sind die Fahrzeuge ebenfalls meist auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen, sofern sie nicht rechtzeitig ein Unternehmensdepot erreichen.

Aus den 23 Touren wurden drei Touren für eine vertiefte Analyse ausgewählt. Diese sind in Tabelle 1 rot hervorgehoben. Es wurden ausschließlich Touren berücksichtigt, bei denen Zwischenladen erforderlich ist, um die damit verbundenen Herausforderungen näher zu untersuchen. Eine der ausgewählten Touren weist den höchsten Ladebedarf auf und stellt damit eine realistische Extremsituation dar (Tabelle 2: B(5) lang). Die beiden weiteren Touren haben einen durchschnittlichen Ladebedarf; dabei passiert eine Tour ein Depot des Unternehmens (Tabelle 2: E(2) mit Depot), während die andere dies nicht tut (Tabelle 2: C(3) typisch). So werden drei unterschiedliche, repräsentative Einsatzsituationen abgebildet. Tabelle 2 stellt diese Touren im Detail vor. Eine Visualisierung der Touren auf einer Karte findet sich in Abbildung 2.

Tabelle 2: Beschreibung der 3 Beispieltouren C(3) „Typisch“, B(5) „Lang“ und E(2) „Mit Depot“ mit Angaben zur Strecke, Stopps, Ladebedarf und Ladeoptionen.

Kurzbeschreibung der 3 Beispieltouren	
C (3) **Typisch**	• Diese Tour ist 633 km lang, ist im Vergleich zum Durchschnitt eine eher längere Tour und beginnt im westlichen Thüringen, durchquert Nordrhein-Westfalen und endet in Rheinland-Pfalz. • Der Arbeitstag der Fahrerin/des Fahrers ist inklusive Pausen 12 Stunden lang, die Lenkzeit beträgt 08:40h. Der Lkw kommt weder tagsüber noch nachts rechtzeitig an einem Depot des Fallstudienpartners vorbei. • Während der Fahrt werden 4 Stopps gemacht, 2 davon sind länger (00:54h, 01:15h). Die Recherche hat auf der Fahrstrecke 2 gute Optionen fürs Zwischenladen und 3 Nachtladeoptionen ergeben. Tagsüber müssen 52 kWh nachgeladen werden.
B (5) **Lang**	• Diese Tour ist mit 759 km die längste aller betrachteten Touren und beginnt im südlichen Bayern, führt übers östliche Deutschland in den Großraum Hamburg. • Die Tour wird durch 9:40 Lenk- und 13 Arbeitsstunden (inklusive Pausen) bewältigt. Das Fahrzeug kommt weder tagsüber noch nachts rechtzeitig an einem Depot des Fallstudienpartners vorbei. • Auf dem Weg werden 5 Stopps eingelegt, von denen zwei länger sind (02:31h). Es ergeben sich aus der Recherche 3 gute Zwischen- und 3 Nachtladeoptionen. Während des Zwischenladestopps müssen mindestens 180 kWh geladen werden.
E (2) **Mit Depot**	• Diese Tour erstreckt sich über 598 km und ist somit etwas länger als der Durchschnitt. Sie startet im Süden von Nordrhein-Westfalen und endet in Süddeutschland, wobei sie einen Teil der Strecke dreimal befährt (hin, zurück und wieder hin). • Inklusive Pausen dauert der Arbeitstag etwa 12:30h, von denen 07:47h Lenkzeit sind. Das Fahrzeug kommt auf der Tour mehrfach und rechtzeitig an einem Depot des Fallstudienpartners vorbei und könnte dort zwischenladen. • Auf der Strecke werden 4 längere Stopps gemacht (00:26h, 01:10h, 01:30h, 01:20h). Die Recherche hat 3 gute Zwischenladeoptionen und eine Nachtlade-option ergeben. Auf dem Weg müssen 25 kWh zwischengeladen werden.

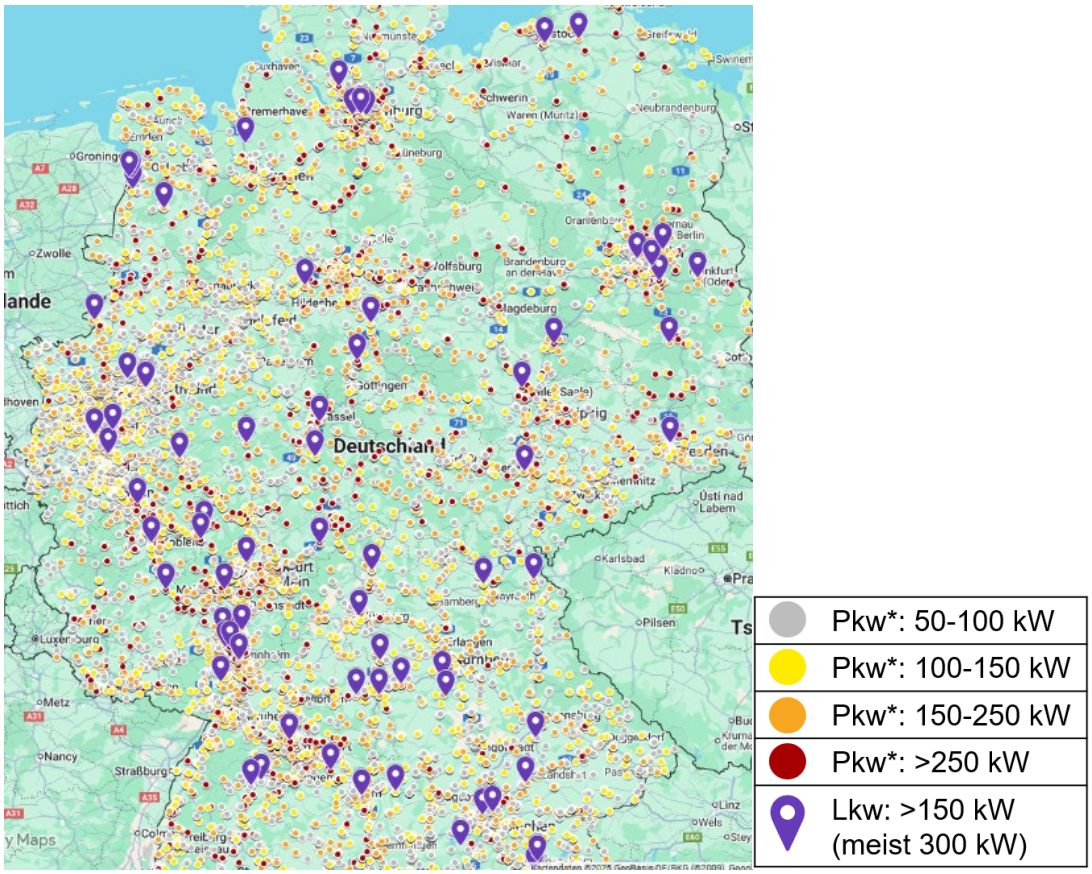
Quelle: eigene Darstellung

4 Ergebnisse

4.1 Aktuelle Verfügbarkeit und Eignung von öffentlicher Ladeinfrastruktur

Die Verfügbarkeit geeigneter Ladeinfrastruktur (LIS) stellt derzeit eine der zentralen Herausforderungen für die Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs dar. Während das öffentliche Ladenetz für Pkw in Deutschland bereits relativ dicht ausgebaut ist, existiert bislang nur eine sehr begrenzte Zahl an Ladepunkten, die tatsächlich für den Einsatz mit batterieelektrischen Lkw geeignet sind. Die folgende Darstellung (Abbildung 1) gibt einen Überblick der öffentliche Ladeinfrastruktur in Deutschland (Stand: 06.2025). Die dargestellten Ladepunkte wurden auf Basis der im folgenden beschriebenen Quellen hergeleitet.

Abbildung 1: Visualisierung der verfügbaren LIS in Deutschland auf einer Karte



Abgebildet sind alle LIS mit mehr als 50 kW aus dem Ladesäulenregister (Kreise) und allen Lkw-LIS aus Standorttool und eTrucker App (lila Nadeln).

* Es ist nicht bekannt, für welche Fahrzeugtypen die im Ladesäulenregister erfasste Infrastruktur ausgelegt ist; es wird angenommen, dass sie nur für Pkw geeignet ist.

Quelle: eigene Darstellung

Das Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur (Bundesnetzagentur führt alle registrierten Ladesäulen in Deutschland auf. Laut dem Register sind in Deutschland über 10.400 Ladepunkte mit einer Leistung von mehr als 250 kW und rund 2.000 Ladepunkte mit mehr als 350 kW verfügbar. Diese Angaben beziehen sich jedoch nicht speziell auf für Lkw geeignete Ladeinfrastruktur und betreffen daher größtenteils Ladepunkte, die auf Pkw ausgelegt sind. Entsprechend sind sie in der Praxis in vielen Fällen nicht für den Einsatz mit Lkw nutzbar. Nach Einschätzung unserer

Interviewpartner*innen sollte die Nutzung von Pkw-Ladeinfrastruktur durch Lkw grundsätzlich vermieden werden. Als Gründe wurden unter anderem ungeeignete Zufahrtswege, zu enge Rangierflächen, fehlende technische Ausstattung sowie eine nicht für Lkw ausgelegte Ladeplatzgeometrie genannt.

Um einen genaueren Überblick über die speziell für E-Lkw geeignete Ladeinfrastruktur zu erhalten, wurden zusätzlich zwei weitere Datenquellen herangezogen, die zwar nicht alle vorhandenen Ladesäulen erfassen, jedoch ausschließlich Ladepunkte abbilden, die für den Einsatz von E-Lkw ausgelegt sind und Informationen zur verfügbaren Ladeleistung bereitstellen: das StandortTool (NOW GmbH 2025) sowie die eTrucker-App (Brands 2025). Das StandortTool bietet eine visualisierte Übersicht über bestehende und geplante Ladepunkte und wird von der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur im Rahmen eines vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Projekts entwickelt (Kippelt et al. 2022; NOW GmbH o.D.)). Laut dem Tool existieren derzeit 220 Lkw-Ladepunkte in Deutschland, von denen 55 in der Karte ausgewiesen werden (Stand: 10.2025). Diese Ladepunkte sind mindestens 16,5 Meter lang und speziell für E-Lkw konzipiert. Die eTrucker-App wurde von dem E-Lkw-Fahrer Tobias Wagner und seinem Team entwickelt. Sie enthält eine interaktive Europakarte, auf der Lkw-taugliche Ladestationen angezeigt werden. Zudem zeigt die App in Echtzeit an, wie viele Ladeplätze aktuell frei sind und ob das Abkoppeln des Trailers für den Ladevorgang erforderlich ist (Bönnighausen 2025). Die App weist 67 Ladepunkte aus, die ohne Abkoppeln genutzt werden können (Stand: 08.2025); mit Abkoppeln erhöht sich die Anzahl auf etwa das Dreifache. Das notwendige Abkoppeln stellt für viele Unternehmen jedoch eine betriebliche Hürde dar, da es zusätzliche Zeit erfordert und die Sicherheit des Aufliegers während des Ladevorgangs gewährleistet sein muss. Insbesondere in Branchen wie der Lebensmittel-Logistik, so der Fallstudienpartner Rigterink, ist die Sicherung des Aufliegers ein entscheidender Faktor und ein Abkoppeln während der Tour in der Regel nicht möglich.

Die in beiden Quellen aufgeführten Lkw-Ladepunkte unterscheiden sich nur leicht und sind deutschlandweit verteilt. Eine höhere Dichte zeigt sich in Metropolregionen wie Berlin und Hamburg, in verkehrsreichen Räumen wie dem Ruhrgebiet oder der Rhein-Main-Region sowie entlang der zentralen Autobahnkorridore (sh. Abbildung 1). Es ist davon auszugehen, dass sich dieses Bild künftig noch stark verändern wird, da der weitere Ausbau von Lkw-Ladeinfrastruktur politisch geplant und bereits angestoßen ist (Die Bundesregierung 2025).

Bezüglich der Nutzung von Ladeinfrastruktur bei Kund*innen zeigt sich ein gemischtes Bild: Laden an der Rampe wird laut der befragten Fallstudienpartner in Zukunft als „machbar und wahrscheinlich“ eingeschätzt, insbesondere wenn die Ladeanschlüsse von oben zugänglich sind. Auch das Laden auf dem Betriebshof oder in Depots außerhalb der Rampenzonen wird zunehmend als praktikable Lösung gesehen (Hacker et al. 2025). Darüber hinaus nimmt die Verfügbarkeit halböffentlicher Ladeinfrastruktur zu – also solcher, die primär unternehmenseigen genutzt, aber auch anderen Speditionen oder Partnerbetrieben zugänglich gemacht wird. Laut der beteiligten Fallstudienpartner öffnen bereits viele Unternehmen ihre Ladepunkte für externe Nutzende, was eine zunehmende Vernetzung der Ladeinfrastruktur erwarten lässt.

Insgesamt zeigt sich, dass das bestehende LIS-Netz für den Schwerlastverkehr in Deutschland weit verteilt, in manchen Regionen aber noch unzureichend dicht ist. In Zukunft werden Kooperationsmodelle mit Kund*innen und anderen Logistiker*innen für die Nutzung von halböffentlicher LIS daher vermutlich neben dem Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur eine wichtige Rolle spielen.

4.2 Zwischenladen

4.2.1 Überblick der 23 Touren

Die Analyse der 23 Touren in Abschnitt 3.2 hat gezeigt, dass ein Großteil der Langstreckenfahrten kein Zwischenladen benötigt. Viele Strecken liegen unterhalb von 550 km, sodass die vorhandene Batteriekapazität von 600 kWh bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 0,96 kWh/km und einem Sicherheitspuffer von 50 kWh in der Regel ausreicht. Von den 23 untersuchten Fahrten müsste lediglich bei neun Touren unterwegs nachgeladen werden. Dies verdeutlicht das hohe Potenzial großer Batteriekapazitäten im Fernverkehr. Allerdings hängt die tatsächliche Reichweite stark vom Energieverbrauch ab: höhere Temperaturen, anspruchsvolle Topografie oder schwere Beladung können den Verbrauch deutlich erhöhen und die Notwendigkeit von Zwischenladungen steigern. Betrachtet man die Touren aus der Gesamtstichprobe, die Zwischenladen müssen, sieht man, dass diese meist nur wenig Energie (5-180 kWh) auf der Fahrt nachladen müssen.

4.2.2 Analyse der praktischen Umsetzbarkeit anhand der drei Beispieltouren

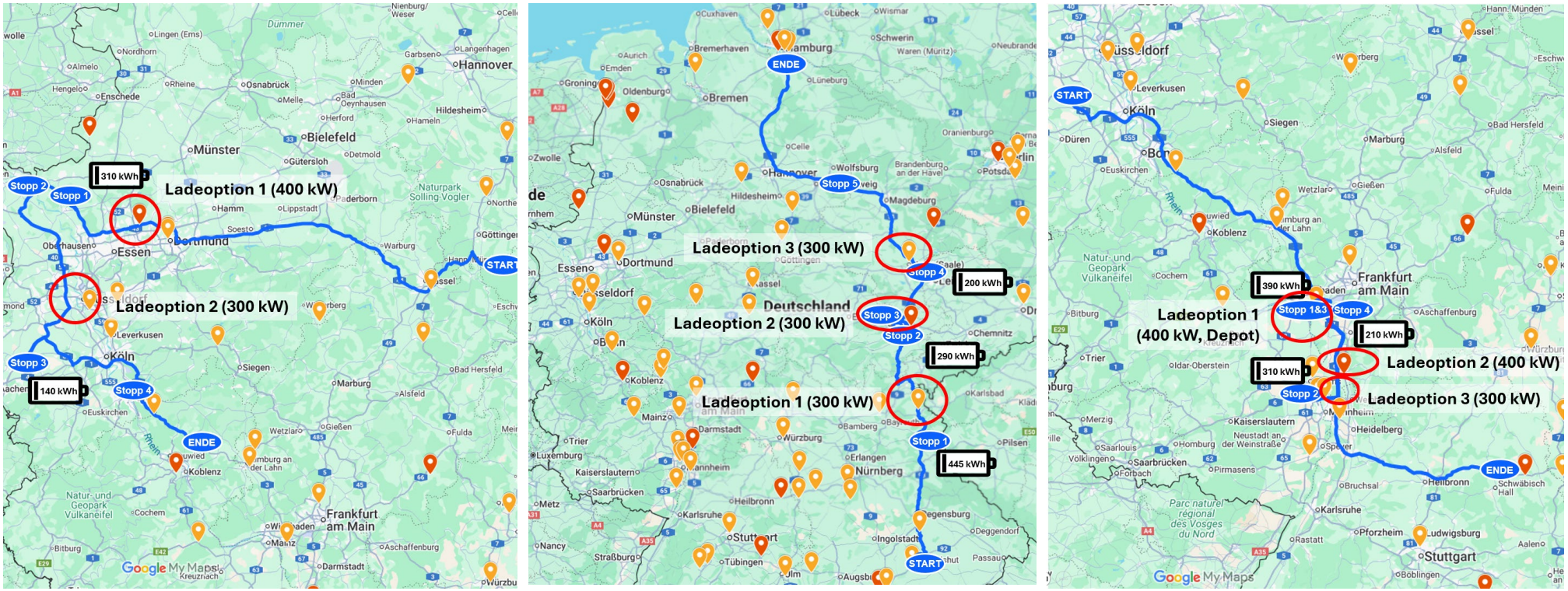
Mit Blick auf die drei Beispieltouren zeigt sich für alle Touren, dass mehrere geeignete Ladepunkte mit nur geringen Umwegen auf der Strecke beim aktuellen LIS-Ausbaustand verfügbar sind.

Für die damit verbundenen Analysen wurde zunächst erarbeitet und visualisiert, welchen Ladestand der hypothetische E-Lkw in den jeweiligen Aktivitätsschritten aufweist und in welchen Zeiträumen er laden müsste. Dies bedeutet, dass bestimmt wurde, ab wann spätestens geladen werden muss, damit die Energieuntergrenze von 50 kWh nicht unterschritten wird, gleichzeitig aber auch so viel Energie nachgeladen werden kann, dass die Tour mit einem einzigen Ladestopp abgeschlossen werden kann. Anschließend wurden die Touren grafisch auf einer Deutschlandkarte abgebildet und durch die in Abschnitt 4.1 beschriebene Ladepunktkarte sowie die vom Fallstudienpartner angegebenen Depotstandorte ergänzt (Abbildung 2). Auf dieser Grundlage wurden zwei bis drei geeignete Optionen für ein öffentliches Zwischenladen identifiziert. Jede dieser Optionen wurde detailliert untersucht: Zunächst wurde der Umweg berechnet, indem die Routenoptionen in MyMaps genutzt und sowohl die zusätzliche Fahrzeit als auch die zusätzlich gefahrene Distanz ermittelt wurden. Des Weiteren wurde die erforderliche Ladedauer auf Basis der verfügbaren Ladeleistung am jeweiligen Ladepunkt sowie der benötigten Energiemenge, um die Tour einschließlich des Umwegs zum Ladepunkt zu beenden, bestimmt.

Abbildung 2: Geographische Visualisierung der 3 Beispieltouren in Deutschland mit Angaben zu Position der Stopps und Ladeoptionen

Tourenverlauf mit Ladeoptionen

Typisch | **Lang** | **Mit Depot**



Lkw LIS > 300kW	Lkw LIS ≤ 300kW

Die Daten für die LIS basieren auf der Darstellung in Abbildung 1.

Quelle: eigene Darstellung

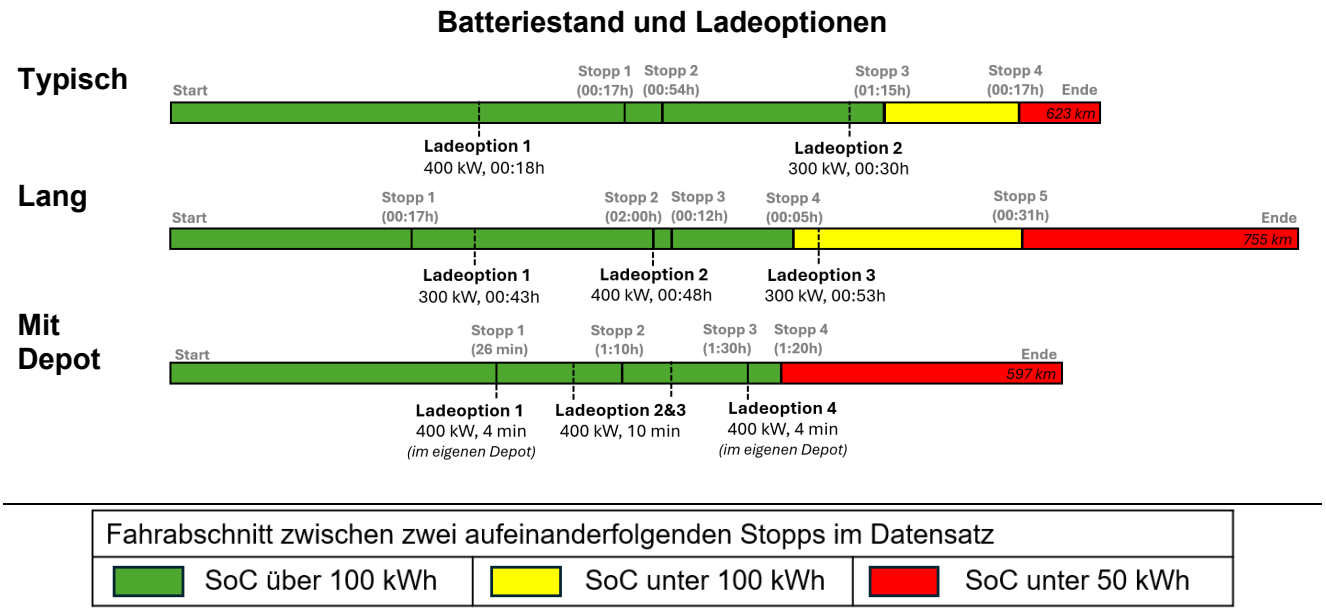
Die Analyse zeigt, dass in unmittelbarer Nähe der Orte der bisher durchgeführten Stopps nur selten geeignete Lademöglichkeiten vorhanden sind. Die einzige verlässlich nutzbare Option besteht in den bereits elektrifizierten eigenen Depots des Fallstudienpartners. Müssen jedoch zusätzliche Ladestopps zwischen zwei regulären Stopps eingeplant werden, ergeben sich mehrere praktikable Möglichkeiten. Für alle drei untersuchten Touren konnten mindestens zwei geeignete Ladeoptionen identifiziert werden (vgl. Abbildung 2). Abbildung 3 zeigt die Einordnung dieser Ladepunkte in den jeweiligen Routenverlauf. Daraus lässt sich ablesen, an welchen Streckenabschnitten welche Ladeoptionen verfügbar sind, welcher hypothetischer Batterieladestand zu diesem Zeitpunkt vorliegt und wie lange sowohl der Umweg als auch der Ladevorgang bei gegebener Ladeleistung dauern würden.

Die betrachteten Ladepunkte sind durch eine Umwegzeit von 0-16 Minuten und eine Umweglänge von 0-18 km gekennzeichnet und liegen somit – auch unter Berücksichtigung der Gesamtlänge der Tagestour – in einer vergleichsweise geringen Entfernung zur ursprünglichen Route. Die erforderlichen Nachlademengen liegen zwischen 25 und 180 kWh. Je nach verfügbarer Ladeleistung (300-400 kW) entspricht dies einer Ladezeit von etwa 4 bis 40 Minuten. Unter Einbezug der Anfahrt zu den Ladepunkten (0–16 Minuten) ergibt sich ein täglicher Zeitbedarf von rund 4 bis 40 Minuten für das Laden.

Werden die drei Beispieltouren einzeln betrachtet, fallen einige Unterschiede auf (Abbildung 3). Die längste Tour („Lang“) benötigt insgesamt die meiste zusätzliche Ladezeit, weist jedoch aufgrund der kurzen Umwege zu den möglichen Ladepunkten nur geringe Schwankungen im zusätzlichen Zeitaufwand auf (00:43h-00:53h). Die Tour „Typisch“ verfügt hingegen über eine Ladeoption mit hoher Ladeleistung direkt entlang der Strecke sowie über eine weitere Option, die einen längeren Umweg erfordert und eine geringere Ladeleistung bietet. Dadurch ergeben sich größere Unterschiede in dem möglichen Zeitbedarf je nach gewählter Ladeoption (00:18-00:30h). Bei der Tour „mit Depot“ ist der Energiebedarf insgesamt sehr gering, sodass eine kurze Ladezeit von 4 Minuten ausreicht. Eine der möglichen Ladeoptionen, die im Verlauf der Tour zweimal genutzt werden kann, befindet sich unmittelbar am Depot und verursacht daher keinerlei Umweg. Auch die zweite Ladeoption, die sich auch zweimal auf dem Weg befindet, liegt direkt an der Strecke und ist ohne großen zusätzlichen Fahrtaufwand erreichbar.

Insgesamt sind somit entlang der untersuchten Routen mehrere passende Lademöglichkeiten für die notwendige Zwischenladung vorhanden, sodass eine flexible Wahl des Ladeortes und die Elektrifizierung der Tour prinzipiell möglich ist.

Abbildung 3: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu zurückgelegter Distanz, vorgenommenen Stopps, hypothetischem Batterieladestand und Ladeoptionen mit Informationen zu verfügbarer Leistung und theoretischem Zeitaufwand für den Umweg und das Laden



Quelle: eigene Darstellung

4.2.3 Berücksichtigung von betrieblichen, regulatorischen und ökonomischen Rahmenbedingungen

Die eingebundenen Fallstudienpartner sind der Ansicht, dass es gut möglich ist, den zusätzlichen Zeitbedarf für einen Ladevorgang in der Tourenorganisation zu berücksichtigen, wenn dieser im Voraus bekannt ist. Ein Restrisiko besteht in ungeplanten Verspätungen, etwa durch den Ausfall von Ladeinfrastruktur, erhöhten Energieverbräuchen (z. B. bei Kälte) oder unerwarteten Wartezeiten (z. B. an der Ladestation). Solche Verzögerungen können – ähnlich wie Staus – dazu führen, dass der Lkw zu spät bei der Kundschaft eintrifft. In Branchen mit engen Zeitfenstern, etwa der Lebensmittelindustrie, wie beim betrachteten Fallstudienpartner der Fall, kann dies zu finanziellen Einbußen oder Verringerung der wichtigen Pünktlichkeitsquoten führen. Diese zusätzlichen Unsicherheiten müssen somit – womöglich ähnlich wie bislang für die Verkehrssituation (z. B. potenzielle Verkehrsstaus) – über die Erhöhung von auch heute bereits eingeplante Pufferzeiten eingeplant werden.

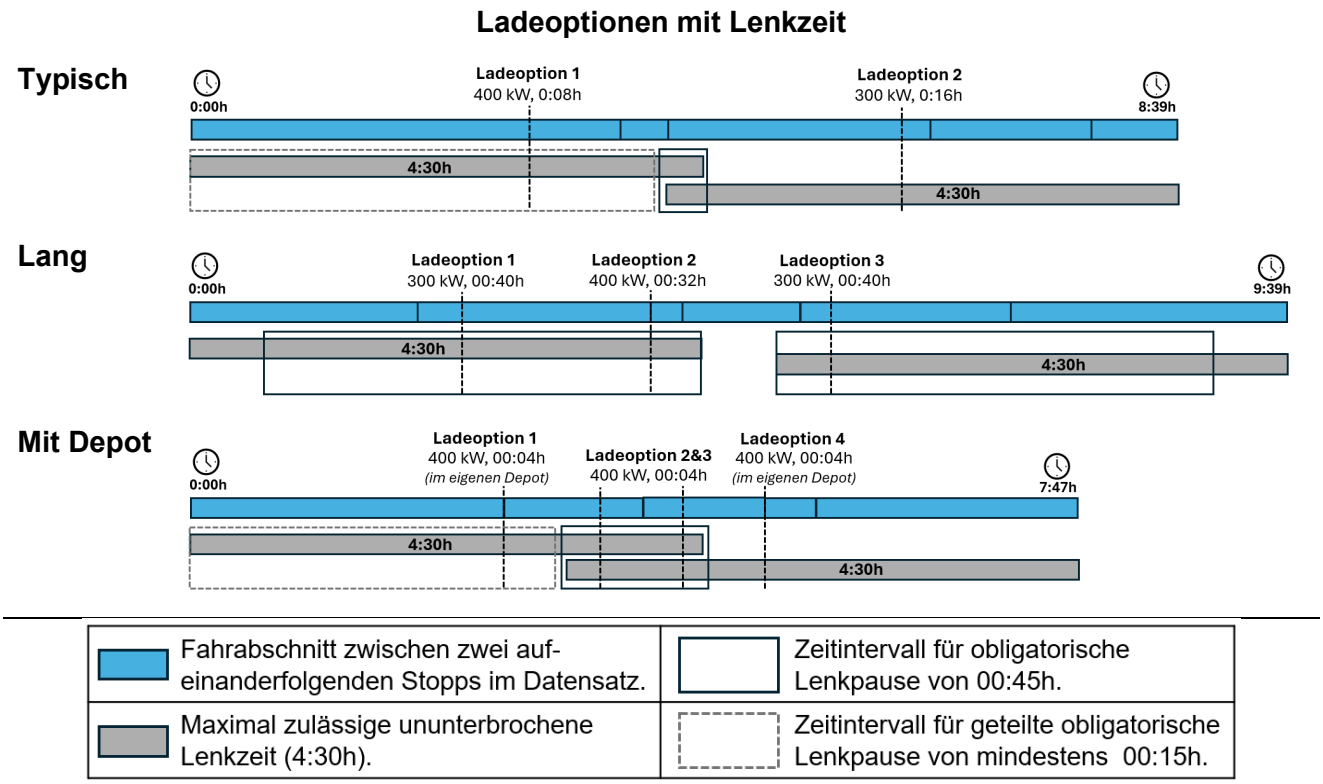
Deutlich kritischer als von den Fallstudienpartnern wurde die Bereitschaft für Umwege und verlängerte Fahrzeiten durch den Einsatz von E-Lkw hingegen in einer Befragung von Transportunternehmen im Jahr 2021 bewertet (Göckeler et al. 2022). In dieser Befragung gaben lediglich 22 % der Befragten an, dass ein Umweg von 11 bis 22 km akzeptabel wäre. Die überwiegende Mehrheit von 61 % sieht Umwege von 10 oder weniger Kilometern als Obergrenze im Logistikalltag.

Die gesetzlich vorgeschriebene Lenkpause bietet eine besonders geeignete Möglichkeit für das Zwischenladen. Spätestens nach 4 Stunden und 30 Minuten Lenkzeit müssen Fahrer*innen eine Pause einlegen. Diese kann in zwei Abschnitte unterteilt werden: Der erste muss mindestens

15 Minuten dauern, der zweite mindestens 30 Minuten. Nach einer vollständigen Pause von insgesamt 45 Minuten darf der/die Fahrer*in erneut bis zu 4 Stunden und 30 Minuten fahren, bevor eine weitere Pause von 45 Minuten erforderlich wird (Kilinc 2025a). Da diese Pausen, den Fallstudienpartnern zufolge, ohnehin selten bei den Kund*innen, sondern an geeigneten Orten auf der Strecke zwischen zwei Terminen stattfinden, besteht hier eine hohe örtliche Flexibilität. Darüber hinaus ist es, zumindest bei den involvierten Unternehmen, üblich, dass die Lenkpausen häufig länger als rechtlich notwendig ausfallen, damit die Fahrer*innen genug Zeit für Essens- und Erholungspausen haben. Genauso üblich ist es, die Lenkpause aufzuteilen. Die involvierten Unternehmen betonten das Potenzial und die Realisierbarkeit des Ladens in der Lenkpause. Auch in den untersuchten Beispieltouren wird dies deutlich (Abbildung 4). Die Tour „Typisch“ verfügt nur über ein sehr kleines Fenster von 30 Minuten für den Beginn einer 45-minütige Lenkpause, wenn nicht eine zweite Lenkpause am Ende der Tour abgehalten werden soll. Innerhalb dieses engen Zeitfensters ist jedoch keine der untersuchten Ladeoptionen erreichbar und vorgeschriebene Lenkpause ist somit nicht für eine Ladepause geeignet. Wird die Lenkpause jedoch aufgeteilt, erhöht sich die Flexibilität und die Ladeoption 1 befindet sich in dem großen Zeitfenster für die erste 15 Minutenpause. Da nur 8 Minuten lang geladen werden muss, könnte diese Tour ohne größeren Zeitverzug durch die effiziente Nutzung einer aufgeteilten Lenkpause genutzt werden. Die Tour „Lang“ hat eine so hohe Lenkzeit, das sowieso zwei 45-minütige Lenkpausen abgehalten werden müssen. Dies führt zu einer großen Flexibilisierung bezüglich des Zeitpunkts für die Lenkpause. Alle drei untersuchten Ladeoptionen befinden sich in einem der zwei Intervalle. Die Ladezeit beträgt je nach Ladeleistung 30 bis 40 Minuten und ist somit gut in einer Lenkpause zu bewältigen. Die letzte Tour „Mit Depot“ erfordert nur eine Lenkpause, hat für diese aber ein größeres Zeitfenster als die Tour „Typisch“ zur Verfügung. Innerhalb dieses Zeitfensters liegen zwei der untersuchten Ladeoptionen.

Es lässt sich also zusammenfassen, dass die Lenkpausen ein hohes Potenzial haben, um zu verhindern, dass notwendige Ladestopps zu einer zeitlichen Verlängerung der Fahrten führen. Dafür muss die Flexibilität der Lenkpausen intelligent genutzt werden. Gleichzeitig muss, wie oben bereits erwähnt, eine Verlängerung der Tour durch den Umweg zur Ladesäule von 0 bis 16 Minuten berücksichtigt werden.

Abbildung 4: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu Länge der Lenkzeit, der gesetzlichen Zeitintervalle für die Lenkpausen und die zeitliche Verortung der untersuchten Ladeoptionen mit Informationen zur verfügbaren Ladeleistung und zeitlichem Aufwand für das Laden (ohne Umwegzeit)



Quelle: eigene Darstellung

Ein weiteres Potenzial liegt im Zwischenladen im eigenen Depot. Dort steht in der Regel preisgünstigerer Strom zur Verfügung, und die Fahrer*innen profitieren von einer angenehmen Pausenumgebung. Die Ladeoptionen 1 und 4 der Tour „Mit Depot“ verdeutlichen die Vorteile des Ladens im Depot, da sich der zusätzliche Zeitaufwand nur auf die Ladelänge beschränkt und gut in den Tourenablauf integrierbar ist. In der Praxis liegt der Betriebshof jedoch selten direkt auf der Route – bei dem Fallstudienpartner etwa trifft dies nur auf eines von neun Fahrzeugen zu, die rechtzeitig an einem betriebseigenen Depotstandort vorbeikommen. Die Mehrheit der Fahrzeuge ist somit weiterhin auf öffentliche Ladepunkte angewiesen.

Schließlich spielt auch der Kostenfaktor eine wichtige Rolle. Jede geplante zeitliche Routenverlängerung verursacht zusätzliche Betriebskosten. Im Interview wurde ein typischer Tagessatz von 800 € für 500–600 km Lkw-Betrieb (inkl. Fahrer*in, Fahrzeug und Energie) genannt. Damit verursacht eine Verlängerung der Tour um 30 Minuten rund 4,2 % Mehrkosten (33 €) und eine Stunde etwa 8,3 % (67 €). Daraus ergibt sich ein klares wirtschaftliches Argument für das Laden während ohnehin notwendiger Pausen. Wenn keine zusätzliche Fahrzeit entsteht, lassen sich Mehrkosten vermeiden.

Ein weiteres hypothetisches Rechenbeispiel veranschaulicht die mögliche Abwägung zwischen möglichen erhöhten Ladekosten und den höheren Lkw-Betriebskosten eines Umwegs, um einen preisgünstigeren Ladepunkt zu erreichen. Angenommen wird der Fall, dass ein ohne Umweg erreichbarer Ladepunkt um 20 ct/kWh teurer ist als eine Ladesäule, die nur über einen 20-minütigen

Umweg erreichbar ist und 100 kWh nachgeladen werden müssen. In diesem Fall entstehen bei beiden Optionen nahezu gleich hohe Zusatzkosten. Das Laden am teureren Ladepunkt verursacht 20 € höhere Stromkosten, während der 20-minütige Umweg zu etwa 22 € zusätzlichen Lkw-Betriebskosten führt.

4.2.4 Fazit

Aus den Analyseergebnissen geht hervor, dass der Großteil der Fahrten kein Zwischenladen erfordert. Die Touren, bei denen Zwischenladen notwendig ist, können mit einem zusätzlichen Zeitaufwand von 4 bis 40 Minuten auf der Strecke mit vertretbaren Umwegen erfolgen. In den meisten Fällen muss das Zwischenladen an öffentlichen Ladepunkten stattfinden; wenn jedoch die Möglichkeit des Depotladens besteht, sollte diese bevorzugt genutzt werden. Die Einplanung von Ladepausen stellt, sofern der Bedarf vorher bekannt ist, keine organisatorische Herausforderung dar. Bei größerem Zeitaufwand entstehen jedoch zusätzliche Kosten für das Unternehmen, die nicht vernachlässigbar sind. Das größte Potenzial liegt in der Nutzung der Lenkpause. Wenn diese sinnvoll gelegt und aufgeteilt wird, kann das Laden während der Pause erfolgen, wodurch der zusätzliche Zeitaufwand zwischen 0 und 16 Minuten liegt und damit von geringer Bedeutung ist.

4.3 Nachtladen

4.3.1 Überblick der 23 Touren

Bei den 23 betrachten Touren des Fallstudienpartner ist ein großer Teil der nächtlichen Ladevorgänge auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen, da die Lkw nachts nur selten in eigenen Depots stehen. Rund 87 % der Fahrzeuge kommen nicht rechtzeitig in ein Depot des Fallstudienpartners und müssen daher öffentlich nachladen. Dies erhöht die Abhängigkeit von externen Standorten. Die Fahrer*innen des Fallstudienpartners haben momentan eine relativ hohe Autonomie und Flexibilität, um sich ihren Standort für die Standzeit in der Nacht auszuwählen. Gegen Ende der Tour fahren sie teilweise auch Teile der morgigen Route, suchen nach einem geeigneten Parkplatz und greifen dabei auf ihr Erfahrungswissen zurück. Es ist laut Aussage der Unternehmensvertreter üblich, dass ein gewisser Umweg in Kauf genommen wird, um zum Beispiel Übernachtungsorte mit sanitären Anlagen aufzufinden.

Abbildung 5: Karte mit Positionen der Tourenenden der 23 untersuchten Touren inkl. Angaben zu Standorten der öffentlichen Lkw-Ladeinfrastruktur in Deutschland (rechts), Tabelle mit berechneten Entfernungen (links)

Fahrzeug[1]	Entfernung zu Nachtladeort[2]	
A (1)	17 km	12 min
A (2)	0 direkt am Depot	
A (3)	88km	1:03h
A (4)	0 direkt am Depot	
B (1)	87 km	57 min
B (2)	16 km	21 min
B (3)	48 km	21 min
B (4)	20 km	14 min
B (5)	**26 km**	**26 min**
C (1)	25 km	18 min
C (2)	64 km	42 min
C (3)	**33 km**	**30 min**
C (4)	51 km	40 min
C (5)	79 km	54 min
D (1)	12 km	17 min
D (2)	12 km	17 min
D (3)	56 km	53 min
D (4)	49 km	36 min
E (1)	52 km	39 min
E (2)	**20km**	**18 min**
E (3)	0, am Depot	
E (4)	76 km	1:08h
E (5)	0, am Depot	0, am Depot

1 Der Buchstabe repräsentiert das Fahrzeug und die Zahl den Tag. Die drei untersuchten Beispieltouren sind rot markiert.

2 Entfernung und Fahrdauer vom Tourenendpunkt zur nächsten Lkw-Ladeinfrastruktur (Daten aus Abb. 1). Touren mit besonders großer Entfernung sind abgestuft gelb hervorgehoben.

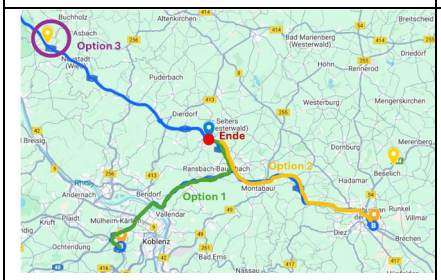
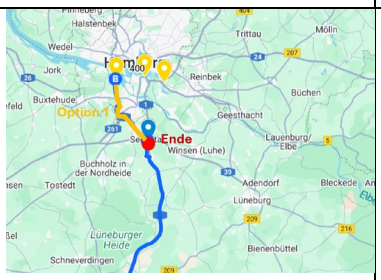
Quelle: eigene Darstellung

Die Karte bildet alle Endpunkte der 23 untersuchten Touren ab, darüber hinaus wurden die Standorte der Lkw-Ladeinfrastruktur aus Abbildung 1 ergänzt. In der Tabelle in Abbildung 5 wurden für jedes Tourenende mit Hilfe des Routentools von MyMaps die räumliche Distanz und die notwendige Fahrzeit bis zum nächstgelegenen Ladepunkt ermittelt und angegeben. Die räumliche Verteilung der Tourenendpunkte zeigt ein heterogenes Bild: Sie liegen über ganz Deutschland verstreut – teils in der Nähe größerer Städte, teils in ländlichen Regionen. Entsprechend variiert auch die Erreichbarkeit der Ladeinfrastruktur stark. Während vier Touren direkt am Depot enden und damit ideale Voraussetzungen für das nächtliche Laden bieten, liegen die übrigen Endpunkte zwischen 12 und 79 km bzw. bis zu 1:08 h vom nächsten öffentlichen Lkw-Ladestandort entfernt. Besonders kritisch ist, dass bei zehn Touren der Weg zur nächstgelegenen Lademöglichkeit über 30 Minuten dauert und damit einen betrieblich kaum vertretbaren Umweg darstellt.

4.3.2 Analyse der praktischen Umsetzbarkeit anhand der drei Beispieltouren

Betrachtet man die Tourenstichprobe zeigt sich, dass in der Nacht durchschnittlich 475 kWh geladen werden müssen (von 245 bis 550 kWh). Wenn diese Menge an Energie an einer Schnellladesäule geladen wird, dann ergibt sich daraus eine Ladezeit von durchschnittlich 01:35 Stunden bis maximal 1:50 Stunden bei einer durchschnittlichen Ladeleistung von 300 kW. Bei einer Ladeleistung von 400 kW reduziert sich die durchschnittliche Ladedauer auf 1:10 Stunden. Wird jedoch die gesamte nächtliche Standzeit des Fahrzeugs genutzt und mit gleichmäßiger, niedriger Ladeleistung geladen, ergibt sich eine notwendige Ladeleistung von durchschnittlich 32 kW (4-56 kW).

Abbildung 6: Visualisierung der Nachtladeoptionen für die drei Beispieltouren

Nachladeoptionen		
Typisch	**Lang**	**Mit Depot**
		

Quelle: eigene Darstellung

Ein zentrales Problem besteht für die Übernachtladung in der aktuell noch geringen Dichte des Ladeinfrastrukturnetzes. Es gibt für die betrachteten Touren – anders als bei der Zwischenladung tagsüber – derzeit in allen drei Fällen keine geeignete Ladepunkte in unmittelbarer Nähe zu den Zielorten der Touren. Dies lässt sich aus der Analyse der örtlichen Gegebenheiten an den Endpunkten der drei Beispieltouren ableiten (siehe Abbildung 6).

Für die diesbezüglichen Analysen wurde ermittelt, wo sich das Fahrzeug während der Nachtpause befindet. Mithilfe der zuvor beschriebenen Karte mit verfügbaren Ladepunkten konnten ein bis drei Nachtladeoptionen identifiziert werden. Dabei wurden sowohl der zeitliche und streckenbezogene Umweg als auch die zusätzlich benötigte Energiemenge für die Bewältigung der zusätzlichen Strecke ermittelt. Die drei untersuchten Touren weisen ein bis drei Ladepunkte in der Nähe des Orts für die Nachtpause auf. Der Zielort der Tour „Mit Depot“ und „Lang“ ist 19 und 25 Kilometern (19 bis

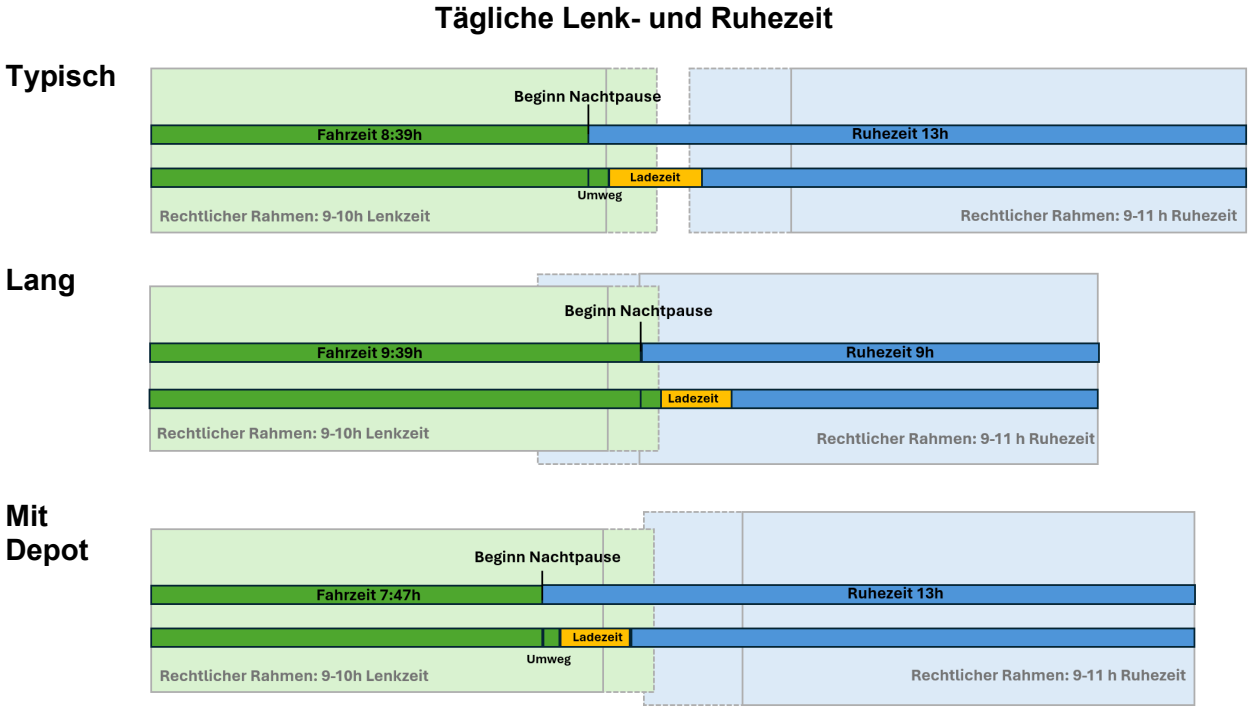
25 Minuten) von geeigneten Ladeorten entfernt. Bei der Tour „Typisch“ bieten sich nur Nachtladeoptionen bei einer Verlängerung der Tour um 55 km (35 Minuten) oder eine Verkürzung der Tour um 35 km an. Alle genannten Nachtladeoptionen resultieren in einer substanziellen und wahrscheinlich nicht vertretbaren Veränderung des ursprünglichen Routenplans. Darüber hinaus erhöht sich dadurch auch die notwendige Energie für die Bewältigung der Strecke und damit auch die Zeit, die für das Zwischenladen tagsüber aufgebracht werden muss (Verlängerung um 4 bis 18 Minuten). In Zukunft wird sich die Dichte der verfügbaren Ladepunkte erhöhen und der notwendige Umweg damit verringern. Vor allem im Fall des Nachtladens stellt sich in der Übergangsphase die Frage, ob auch nicht explizit für E-Lkw ausgelegte Ladeplätze oder auch Ladeinfrastruktur von anderen Unternehmen genutzt werden könnte.

4.3.3 Berücksichtigung von betrieblichen, regulatorischen und ökonomischen Rahmenbedingungen

Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus der deutlichen Verlängerung der Fahrzeit am Ende einer Tour, die für das Aufsuchen einer Lademöglichkeit notwendig ist, in Verbindung mit den rechtlichen Begrenzungen von Lenk- und Ruhezeiten. Rechtlich darf die Gesamtlenkzeit an einem Tag maximal 9 Stunden betragen, zweimal die Woche darf diese auf 10 Stunden erhöht werden. Nach einem Arbeitstag muss eine Tagesruhzeit[1] von mindestens 11 Stunden stattfinden, dreimal die Woche darf diese auf 9 Stunden verkürzt werden (Kilinc 2025b). In der Ruhezeit muss der/die Fahrer*in frei über seine/ihre Zeit verfügen können, Arbeit, Arbeitsbereitschaft oder das Befinden in einem fahrenden Fahrzeug (als Fahrer*in oder Beifahrer*in) zählen nicht dazu (IHK 2015). Bei der Betrachtung der drei Beispieltouren zeigt sich ein unterschiedliches Bild (vgl. Abbildung 5). Bei der Tour „Mit Depot“ wird durch die Verlängerung der Strecke bis zum Ladepunkt die 9-Stunden-Lenkzeitgrenze nicht überschritten, zudem bleibt ausreichend Zeit für eine 11-stündige Nachtpause, sodass das Nachtladen problemlos möglich ist. Die Tour „Lang“ überschreitet bereits bei Einsatz eines Diesel-Lkw die 9-Stunden-Lenkzeit, und mit der zusätzlichen Strecke zum nächsten Ladepunkt werden auch die 10 Stunden Lenkzeit überschritten und die Ruhezeit auf unter 9 Stunden reduziert. Somit ist der Umweg zur Nachtladeoption nicht mit den rechtlichen Rahmenbedingungen vereinbar. Auch das mögliche Umparken des Fahrzeugs nach dem Ladevorgang ist aufgrund der Unterschreitung der rechtlichen Nachtruhe nicht möglich. Die Tour „Typisch“ liegt ursprünglich unter 9 Stunden Fahrzeit und die Nachtpause beträgt mehr als 11 Stunden. Durch die Verlängerung der Strecke steigt die Lenkzeit auf knapp über 9 Stunden und die Ruhezeit reduziert sich auf etwas weniger als 11 Stunden, falls der*die Fahrer*in nach dem Ladevorgang das Fahrzeug noch einmal bewegen muss. Damit ist die Elektrifizierung dieser Strecke rechtlich zwar möglich, die Anpassungen dürfen jedoch nur zweimal pro Woche erfolgen. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass es rechtlich deutlich komplizierter wird, wenn das Fahrzeug nach Beendigung der Fahrt noch einmal umgeparkt werden muss. Wie auch die Interviewpartner*innen betonten, ergibt sich daraus eine klare Bevorzugung von Ladepunkten, an denen das Fahrzeug die gesamte Nacht über stehen kann, ohne abends oder nachts bewegt werden zu müssen. In diesem Fall wären Ladepunkte mit niedrigerer Leistung geeignet, an denen das Fahrzeug über Nacht lädt und erst am Morgen vollständig geladen ist.

[1] Ruhezeit, die innerhalb eines Tages erfolgen muss.

Abbildung 77: Übersicht der 3 Beispieltouren mit Angaben zu Fahr- und Ruhezeiten der betrachteten Tour und deren Veränderung bei dem Aufsuchen einer nächtlichen Ladeoption



Zusätzlich sind die rechtliche Mindest- und Maximalzeiten im Hintergrund angegeben.

Quelle: eigene Darstellung

In der Zukunft könnte das momentane Parkplatzproblem für Diesel-Lkw im öffentlichen Raum auch Konsequenzen für das öffentliche Abstellen und Laden von E-Lkw haben. Die Fallstudienpartner*innen gaben an, dass es momentan ab 17 Uhr kaum möglich sei, einen Stellplatz für einen Lkw zu finden. Die dezidierten Lkw-Ladesäulen sind aktuell hingegen häufig noch wenig frequentiert und Stellplätze an diesen Orten verfügbar. Mit der Zunahme der Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs werden jedoch auch die Ladesäulen nachts voraussichtlich immer mehr genutzt werden. Hier stellt sich die Fragen, ob es langfristig genug Ladesäulen geben wird, damit jeder E-Lkw über die gesamte Nacht an einer Ladesäule verbleiben kann.

Von den beteiligten Fallstudienpartnern wird erwartet, dass perspektivisch ein Buchungssystem für Nachtladeplätze verfügbar ist. Darüber hinaus könnten auch mehr halb-öffentliche Ladepunkte in Depots entstehen. Außerdem wird durch die beschriebenen Umstände der Anreiz erhöht, über Nacht in das eigene Depot zurückzukehren, da dort eine verfügbare Ladesäule mit günstigerem Strom bereitstehen könnte. Schließlich könnten auch andere Strategien genutzt werden, wie das frühzeitige Vollladen auf der Strecke, um dann die Nachtpause auf einem beliebigen Parkplatz ohne Ladesäule abzuhalten.

4.3.4 Fazit

Die Analysen zeigen, dass die notwendige Batterieladung am Ende des Tages nach Beendigung der Tour bzw. in der Nacht die Elektrifizierung des Fernverkehrs vor deutlich größere

Herausforderungen als das Zwischenladen stellt. Dieses Bild ergibt sich aus der vertieften Analyse der 3 Beispieltouren, wird aber auch in der Tendenz klar von der Betrachtung aller 23 verfügbaren Tagestouren bestätigt. Aufgrund des derzeit dünn ausgebauten Ladeinfrastrukturnetzes gibt es für die betrachteten Fallbeispiele am Ende der Touren keine geeigneten Ladepunkte. Bei der Gesamtheit von 23 Touren haben nur 4 eine geeignete Ladegelegenheit am unmittelbaren Zielort. Fast die Hälfte der Touren ist hingegen mit einer zusätzlichen Fahrzeit von mindestens 30 Minuten bis zur nächstgelegen öffentliche Lkw-Ladestation am Ende des Tages verbunden. Diese erhebliche Verlängerung der Tour ist in einigen Fällen mit einer Überschreitung der gesetzlich erlaubten Lenkzeit verbunden und kann zu einer Unterschreitung der vorgeschriebenen Ruhezeit führen. Daher müsste die Tourenplanung angepasst werden, sodass die Route in der Nähe einer Ladeoption endet, an der das Fahrzeug über Nacht stehen kann und nächtliches Umparken vermieden wird.

Die vorliegenden Analysen veranschaulichen die hohe Bedeutung des weiteren Ladeinfrastrukturausbaus für den nationalen Fernverkehr. Dieser umfasst öffentliche Ladestandorte, die nachts pro Ladepunkt nur eine geringe durchschnittliche Ladeleistung erfordern, könnte aber auch durch die Öffnung von Ladeinfrastruktur für betriebsfremde Fahrzeuge ergänzt werden. Perspektivisch kann der weitere Ausbau der Ladeinfrastruktur dazu beitragen, dass sich die Umwegzeiten am Ende des Tages deutlich reduzieren, da naheliegendere Ladestationen aufgesucht und eine Überschreitung der Lenkzeiten vermieden werden können.

5 Fazit: Zentrale Ergebnisse und Empfehlungen

Die Analyse des Elektrifizierungspotenzials von Langstrecken-Lkw-Touren in Deutschland anhand ausgewählter Beispiele zeigt, dass ein Großteil der Fahrten trotz hoher Tagesfahrleistung kein Zwischenladen erfordert. Dies liegt vor allem daran, dass viele Touren unterhalb der maximalen Reichweite aktueller E-Lkw mit großen Batteriekapazitäten liegen. Für jene Fahrten, bei denen ein Zwischenladen notwendig ist, fällt der zusätzliche Energiebedarf in der Regel gering aus.

Ist ein Zwischenladen im Voraus bekannt, stellt dies organisatorisch keine größere Herausforderung dar. Ladepausen können meist in die bestehende Tourenplanung integriert werden, ohne dass Kundentermine gefährdet sind. Das Laden entlang der Strecke, die durch hohe Anteile auf verkehrsstarken Fernstraßen charakterisiert ist, ist bereits heute trotz geringer Dichte des Lkw-Ladenetzes grundsätzlich gut möglich, erfordert jedoch teilweise einen kurzen Umweg, da viele der bestehenden Ladepunkte nicht an den üblichen Pausenorten der Fahrer*innen liegen. Insgesamt ergibt sich durch Zwischenladevorgänge eine zusätzliche Zeitbelastung von etwa 15 bis 40 Minuten pro Tag. Besonders vorteilhaft ist das Laden während gesetzlicher Lenkpausen, da in diesen Fällen kein zusätzlicher Zeitverlust fürs Laden entsteht und der zusätzliche Zeitaufwand auf 0 bis 16 Minuten Umwegzeit reduziert werden kann. Dafür müssen jedoch die Lenkpausen intelligent genutzt und in manchen Fällen aufgeteilt werden.

In Deutschland existiert bereits eine hohe Anzahl leistungsstarker Ladeinfrastrukturstandorte (LIS), die teilweise Ladeleistungen über 300 kW anbieten. Allerdings sind bisher nur wenige davon speziell für Lkw ausgelegt, insbesondere hinsichtlich Zufahrtslängen, Stellflächen und Sicherheitsanforderungen. Die bereits bestehenden Lkw-Ladeinfrastruktur ist jedoch räumlich gut verteilt, allerdings vor allem stark entlang wichtiger Fernstraßen ausgerichtet, sodass sie grundsätzlich ein tragfähiges Gerüst für den weiteren Ausbau darstellt.

Deutlich herausfordernder gestaltet sich in den Analysen das Nachtladen. Die Schwierigkeiten ergeben sich insbesondere aus notwendigen langen Umwegen zu geeigneten Ladepunkten (19 bis 35 Minuten) aufgrund der bislang geringen E-Lkw-Ladesäulendichte abseits der Hauptverkehrskorridore und rechtlichen Einschränkungen durch Lenk- und Ruhezeiten, die durch die Umwege und Ladezeiten häufig über- bzw. unterschritten würden. Dabei wird deutlich, dass nächtliche Ladelösungen, bei denen der E-Lkw nachts nicht bewegt werden muss, zu bevorzugen sind. Schließlich könnte es in Zukunft ein Problem mit dem generellen Mangel an geeigneten Stellplätzen in den Abendstunden geben. Diese Faktoren erschweren eine reibungslose Integration von nächtlichen Ladeprozessen in den Fahralltag.

Aus den Ergebnissen lassen sich mehrere Handlungsempfehlungen ableiten:

- Der gezielte Ausbau von Lkw-tauglicher Ladeinfrastruktur muss vorangetrieben werden.
- Flächendeckende Nachtladeoptionen sollten geschaffen werden, damit unzumutbare Streckenverlängerungen am Ende der Tour vermieden werden können.
- Nachtladestandorte können aufgrund der langen Standzeiten als Niedrigleistungs-Ladeoptionen umgesetzt werden, zugleich sind ausreichende Stellflächen hierfür eine zentrale Voraussetzung.
- Transparente Informationen über die Verfügbarkeit und Funktionsfähigkeit von Ladeinfrastrukturen sind erforderlich, um Planungssicherheit zu schaffen.

- Buchungs- und Suchsysteme für Nachtladeplätze sind notwendig, um lange Standzeiten planbarer zu gestalten.
- Eine Flexibilisierung der Lenk- und Pausenregelungen könnte es ermöglichen, Ladezeiten besser in gesetzliche Ruhezeiten zu integrieren.
- Es braucht Sicherheitsmechanismen beim Abkoppeln von Aufliegern, um auch Ladeoptionen, die nur mit abgekoppeltem Auflieger genutzt werden können, nutzbar zu machen.
- Schließlich sollten mögliche Kostenunterschiede durch längere Fahrzeiten oder Umwege durch geeignete Kompensationsmechanismen ausgeglichen werden, um die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Fernverkehrs zu sichern.

Insgesamt zeigt sich, dass die Elektrifizierung von Langstrecken-Lkw in Deutschland technisch und organisatorisch bereits heute weitgehend realisierbar ist. Die größten verbleibenden Herausforderungen liegen weniger in der Reichweite der Fahrzeuge, sondern in der Anpassung der Infrastruktur und der rechtlichen Rahmenbedingungen, um das Zwischen- und Nachtladen praxistauglich zu gestalten und die zeitliche Verlängerung von Touren durch die Batterieladung auf ein verträgliches Maß zu reduzieren.

6 Literatur

Bönnighausen, D. (2025): „eTrucker“-App: Neues Tool soll E-Lkw probat zu passenden Ladern navigieren. electrive.net (ed.). Online available at https://www.electrive.net/2025/07/03/etrucker-app-neues-tool-soll-e-lkw-probat-zu-passenden-ladern-navigieren/, last accessed on 27 Nov 2025.

Brands, M. (2025): eTrucker. Version : Hekstec GmbH. Online available at https://play.google.com/store/apps/details?id=app.etrucker&hl=de&pli=1.

Bundesamt für Logistik und Mobilität (o.D.): Lkw-Maut. Bundesamt für Logistik und Mobilität (ed.). Online available at https://www.balm.bund.de/DE/Service/FragenAntwortenFAQ/FragenAntwortenLKWMaut/FAQ_Maut.html?nn=541436, last accessed on 27 Nov 2025.

Bundesnetzagentur: Ladesäulenkarte. Online available at https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html, last accessed on 29 Aug 2024.

Die Bundesregierung (2025): Masterplan Ladeinfrastruktur 2030 der Bundesregierung. Bundesministerium für Verkehr (ed.). Online available at https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf?__blob=publicationFile, last accessed on 27 Nov 2025.

Die Bundesregierung (o.D.): Reform der Lkw-Maut: Für mehr Klimaschutz im Güterverkehr. Online available at https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/lkw-maut-co2-2194574, last updated on 5 Sep 2024.

Engholm, A.; Zackrisson, A.; Bengtsson, T.; Link, S.; Plötz, P. (2025): Beyond replacing diesel trucks: how optimized fleet planning increases electrification and lowers transportation costs. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (ed.). Online available at https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/dc780649-f9c4-4d1f-99bc-617dd591ea06, last accessed on 27 Nov 2025.

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“. Oeko-Institut; Hochschule Heilbronn. Online available at https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Teilbericht_2-Befragung_Logistikbranche.pdf, last accessed on 6 Jul 2022.

Göckeler, K.; Steinbach, I.; Görz, W.; Hacker, F.; Blanck, R.; Mottschall, M. (2023): StratES – Szenarien für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs. Studie auf Basis von Markthochlaufmodellierungen., Dritter Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens StratES. Öko-Insititut e. V. Oeko-Institut e.V. (ed.). Online available at https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Szenarien-Elektrifizierung-Strassengueterverkehr.pdf, last accessed on 27 Sep 2023.

Google (o.D.): Visualisierung der Touren und Standorte der Ladepunkte. Online available at https://www.google.com/maps/d/.

Hacker, F.; Gnann, T.; Le Corguillé, J.; Stephan, A.; Kappler, L.; Mottschall, M.; Plötz, P. (2025): Truck depot charging. Study commissioned by Transport & Environment. Frauenhofer ISI and Öko-Insititut e.V. (ed.). Karlsruhe, Berlin. Online available at https://www.oeko.de/publikation/truck-depot-charging/.

Hacker, F.; Le Corguillé, J.; Göckeler, K.; Minnich, L.; Ziegler, L.; Dolinga, T. (2024): 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. Öko-Insititut e.V. (ed.). Online available at https://www.oeko.de/publikation/elektrifizierung-von-schweren-nutzfahrzeugen-und-aufbau-von-ladeinfrastruktur-entwicklungsperspektiven-und-handlungsempfehlungen-aus-sicht-von-nutzfahrzeugherstellern-und-ladeinfrastrukturexperten/, last accessed on 24 Feb 2025.

IEA - International Energy Agency (2024): Trends in heavy electric vehicles, Electric truck and bus sales. Global EV Outlook 2024. IEA - International Energy Agency (ed.). Online available at https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-heavy-electric-vehicles, last accessed on 11 Apr 2025.

IHK - Industrie und Handelskammer (ed.) (2015): VO (EG) Nr. 561/2006: Lenk- und Ruhezeiten sowie Dokumentationspflichten im Straßenverkehr. Online available at https://www.ihk.de/blueprint/servlet/resource/blob/1408538/37039272cea54dbeb07fed54001704d1/lenk-und-ruhezeiten-data.pdf, last accessed on 27 Nov 2024.

Kilinc, M. (2025a): Lkw-Fahrer: Gesetzliche Pausen sind vorgeschrieben. VFR Verlag für Rechtsjournalismus GmbH (ed.). Online available at https://www.bussgeldkatalog.org/lkw-pausen/, last accessed on 27 Nov 2025.

Kilinc, M. (2025b): Welche Arbeitszeit ist für LKW-Fahrer gesetzlich vorgeschrieben? VFR Verlag für Rechtsjournalismus GmbH (ed.). Online available at https://www.bussgeldkatalog.org/arbeitszeit-lkw-fahrer/, last accessed on 27 Nov 2025.

Kippelt, S.; Probst, F.; Greve, M. (2022): Einfach Laden an Rastanlagen, Auslegung des Netzanschlusses für E-Lkw-Lade-Hubs. In collaboration with ef.Ruhr GmbH. NOW. Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (ed.). Berlin. Online available at https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2022/09/Leitstelle_LKW-Netzstudie.pdf.

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. Oeko-Institut e.V. (ed.). Online available at https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Real-world-data-analysis-of-battery-electric-trucks.pdf, last accessed on 27 Nov 2025.

Link, S. and Plötz, P. (20 Jun 2024): Press release: Emissionsfreie Lkw: Sinkende Kosten ermöglichen schnelle Marktdiffusion. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Online available at https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2024/presseinfo-18-emissionsfreie-lkw-sinkende-kosten.html, last accessed on 27 Nov 2025.

NOW GmbH (2025): StandortTOOL. NOW GmbH (ed.). Online available at https://standorttool.de/dashboard, last accessed on 15 Aug 2025.

NOW GmbH (o.D.): Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur. NOW GmbH (ed.). Online available at https://nationale-leitstelle.de/, last accessed on 27 Nov 2025.