

Dipl.-Kff. Perihan Cinibulak

Selma Özkara

Konzeptimplementierung

für den Einsatz von Elektro-Lkw am Beispiel der Özkara Logistik

ELOKOV-Projektbericht Nr. 7

PIM-Projektberichte

ISSN 2195-3627

Konzeptimplementierung
für den Einsatz von Elektro-Lkw am Beispiel der Özkara Logistik

Studie im Rahmen des Projekts ELOKOV
(E-Logistics für regionale Güterverteilerverkehre
zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Kombinierten Verkehrs)

Gefördert durch:

Karl-Vossloh-Stiftung

Abstract

In zahlreichen Branchen und Unternehmen werden Themen des Klimawandels, der Nachhaltigkeit und der Vermeidung von umweltschädlichen Treibhausgasemissionen, wie z. B. CO₂-Emissionen, zurzeit lebhaft diskutiert. Ein Großteil der umweltschädlichen Treibhausgasemissionen wird dem Verkehr zugeschrieben. Daher bietet es sich an, dort Maßnahmen zu ergreifen, um umweltschädlichen Treibhausgasemissionen entgegenzuwirken. Ein Ansatz in dieser Richtung, der in jüngerer Zeit verstärkt Beachtung findet, erstreckt sich darauf, in Stadtzentren – also im Bereich der sogenannten City-Logistik – Diesel-Lastkraftwagen mit erheblichen Treibhausgasemissionen durch emissionsarme Lastkraftwagen mit Elektroantrieb (kurz: Elektro-Lkw) zu ersetzen. Aufgrund der begrenzten Reichweite und hohen Anschaffungskosten von Elektro-Lkw bestehen jedoch noch erhebliche wirtschaftliche Vorbehalte gegenüber ihrem Einsatz in der City-Logistik.

Vor diesem Hintergrund wird am Beispiel des Unternehmens Özkara Logistik untersucht, ob der Einsatz eines Elektro-Lkw für dieses Logistikunternehmen unter aktuellen oder zukünftig erwarteten Einsatzbedingungen der Logistik-Branche aus betriebswirtschaftlicher Perspektive realistisch ist. Hauptziel ist es zu überprüfen, ob die Geschäftstätigkeit der Özkara Logistik bei dem Einsatz eines Elektro-Lkw ohne wirtschaftliche Einbußen fortgeführt werden kann, ob sich also der Einsatz eines Elektro-Lkw in einer kostenorientierten Wirtschaftlichkeitsanalyse einem Diesel-Lkw als mindestens ebenbürtig erweist.

Das Forschungsprojekt „E-Logistics für regionale Güterverteilerverkehre zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Kombinierten Verkehrs“ (ELOKOV) wird mit Finanzmitteln der Karl-Vossloh-Stiftung gefördert (Projektnummer: S047/10027/2012). Die Projektmitglieder danken für die großzügige Unterstützung ihrer Forschungsarbeiten.

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele des Vorhabens	1
1.1	Realproblem und Stand der Forschung.....	1
1.2	Spezifizierung des wissenschaftlichen Problems	2
2	Einsatz eines Elektro-Lkws bei Özkara Logistik	5
2.1	Beschreibung des Unternehmens.....	5
2.2	Entscheidungsalternativen: Umrüstung oder Neukauf	6
2.3	Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw.....	7
2.3.1	Rahmenbedingungen für die Umrüstung.....	7
2.3.2	Durchführung der Umrüstung	8
2.3.3	Transportabwicklung anhand einer Tourliste	12
2.3.4	Routenanpassung mithilfe von Verkehrstelematik.....	15
2.3.5	Ladeinfrastruktur	16
2.3.6	Ermittlung aller relevanter Kosten für einen Diesel- und einen umgerüsteten Elektro-Lkw.....	18
2.3.7	Resümee aus dem Vergleich von Diesel- und umgerüstetem Elektro-Lkw.....	22
3	Fazit	25
4	Literaturverzeichnis.....	28
5	Anhang	38

1 Ziele des Vorhabens

1.1 Realproblem und Stand der Forschung

Aufgrund des Klimawandels und steigender Öl-Preise gewinnt das Thema „Nachhaltigkeit“ für Industrie, Handel und Logistikdienstleister zunehmend an Bedeutung. Der Kombinierte Verkehr mit dem Einsatz von relativ umweltfreundlichen Güterzügen oder Binnenschiffen im Hauptlauf sowie von wesentlich flexibleren Lastkraftwagen (Lkw) im Vor- und Nachlauf für die regionalen Güterverteilerverkehre gilt weithin als das leistungsfähigste Verkehrskonzept zur Realisierung von „Green Logistics“. Allerdings leidet der Kombinierte Verkehr u. a. darunter, dass die ökologischen Vorteile von Gütertransporten per Eisenbahn oder Schiff durch die Umweltbelastungen von Lkw mit Dieselantrieb im Vor- und Nachlauf erheblich beeinträchtigt werden. Daher wird oftmals der Einsatz von Lkw mit Elektroantrieb (Elektro-Lkw) für die regionalen Güterverteilerverkehre des Kombinierten Verkehrs empfohlen. Dennoch wird der Einsatz von Elektro-Lkw für regionale Güterverteilerverkehre derzeit in der Regel als „zu teuer“ abgelehnt. Dieses Vorurteil, das ein wesentliches Hemmnis gegenüber Investitionen in E-Mobilität darstellt, beruht auf einer einseitigen Kostenfokussierung. Um dieses Investitionshemmnis zu überwinden, wird ein Konzept für eine Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalyse des Einsatzes von Elektro-Lkw (E-Lkw) im gewerblichen Güterverkehr entwickelt, das weithin übersehene Nutzenaspekte in den Mittelpunkt einer ganzheitlichen betriebswirtschaftlichen Betrachtungsweise rückt. Dieser Analyseansatz befähigt betriebliche Entscheidungsträger dazu nachzuweisen, unter welchen Bedingungen sich Elektro-Lkw für die regionalen Güterverteilerverkehre des Kombinierten Verkehrs wirtschaftlich vorteilhaft einsetzen lassen.

Der Stand der Forschung in der einschlägigen Fachliteratur zum Thema „E-Mobilität“ ist dadurch gekennzeichnet, dass hauptsächlich die Konstruktion von Elektroautos (Elektrofahrzeugen) und die zugehörige technische Infrastruktur erörtert werden. Zwar wird oftmals erwähnt, wie wichtig die Anschaffungs- und die Betriebskosten für die zukünftige Entwicklung von Elektroautos sind, jedoch wird das betriebswirtschaftlich entscheidende Nutzen-Kosten-Verhältnis von Elektroautos nicht oder allenfalls in rudimentärer Weise betrachtet. Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Elektroautos bleibt in den vorherrschenden Darstellungen, die vornehmlich auf die „Weltsicht“ von Ingenieuren ausgerichtet sind, aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre bis heute ein weitgehend unerforschtes Gebiet. Daher ist es größtenteils noch unbekannt, wie sich der Einsatz von Elektroautos auf den wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen auswirkt.

Darüber hinaus wird das Thema „E-Mobilität“ überwiegend aus der Perspektive des Personenverkehrs behandelt. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen im gewerblichen Güterverkehr, d. h. von

Elektro-Lkw, wird in der einschlägigen Fachliteratur kaum aufgegriffen. Die noch seltenen Beiträge, die sich im Hinblick auf den gewerblichen Güterverkehr mit dem Thema „E-Logistics“ befassen, konzentrieren sich auf die Beiträge von betriebswirtschaftlichen Konzepten des E-Business, nicht jedoch auf die betriebswirtschaftliche Beurteilung des Einsatzes von Elektro-Lkw im gewerblichen Güterverkehr.

Hinsichtlich des Aspekts regionaler Güterverteilerverkehre existiert zwar eine einschlägige Fachdiskussion, die sich unter dem Thema „City Logistics“ subsumieren lässt. Diese Forschungsrichtung gilt als umstritten, weil sich die ursprünglich avisierten Fortschritte, insbesondere mithilfe von unternehmensübergreifenden Bündelungseffekten, in der betrieblichen Realität kaum realisieren ließen. Im Kontext des hier durchgeführten Forschungsprojekts ist vor allem herauszustellen, dass in Publikationen zum Thema „City Logistics“ der Einsatz von Elektrofahrzeugen im gewerblichen Güterverkehr bislang noch nicht in nennenswertem Umfang analysiert wurde.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass in der einschlägigen Fachliteratur zum Kombinierten Verkehr dessen ökologische Vorteilhaftigkeit gegenüber reinen Lkw-Transporten zwar immer wieder betont wird. Aber der kontraproduktive Beitrag des Einsatzes von Lkw mit (vorwiegend) Dieselantrieb oder Benzinantrieb im Vor- und Nachlauf wird kaum thematisiert, sondern anscheinend als „unvermeidliches Übel“ stillschweigend akzeptiert.

1.2 Spezifizierung des wissenschaftlichen Problems

Der Einsatz von Elektro-Lkw auf der „ersten“ oder „letzten Meile“ des Kombinierten Verkehrs hat bislang im Stand der Forschung noch kaum Beachtung gefunden. Weiterhin ist festzustellen, dass derzeit keine verlässlichen Erkenntnisse zur wirtschaftlichen Beurteilung des Einsatzes von Elektro-Lkw für die regionalen Güterverteilerverkehre im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs angeboten werden.

Um diese Wissenslücke zu schließen, bedarf es einer betriebswirtschaftlich verlässlichen Nutzen-Kosten-Analyse, um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Elektro-Lkw für die regionalen Güterverteilerverkehre im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs zu beurteilen. In methodischer Hinsicht existieren zwar durchaus Ansätze für eine solche Beurteilung. Dazu gehören vor allem Kostenvergleichsrechnungen, Scoring-Methoden sowie Cost-Effectiveness-Analysen.

Die Kostenvergleichsrechnungen, die in der betrieblichen Praxis weit verbreitet sind, leiden jedoch unter der Ausblendung von Nutzenaspekten und führen daher zu einer systematischen Verzerrung der Beurteilungsergebnisse.

Scoring-Methoden sind zwar darauf zugeschnitten, insbesondere auch Nutzenaspekte in ein betriebswirtschaftliches Entscheidungskalkül einzubeziehen, leiden jedoch unter erheblichen Manipulationsmöglichkeiten (z. B. in Bezug auf willkürlich festlegbare Kriteriengewichte und Schwellenwerte für Scoring-Skalen) sowie unter einem unvermeidbaren „Skalenbruch“ anlässlich der Transformation ursprünglich ordinaler Bewertungsurteile für einzelne Bewertungskriterien in kardinal aggregierte Gesamturteile.

Cost-Effectiveness-Analysen zeichnen sich zwar dadurch aus, dass sie sowohl Kosten- als auch Nutzenaspekte („Effectiveness“) berücksichtigen. Sie finden jedoch in der betrieblichen Praxis kaum Berücksichtigung, weil sie primär auf volkswirtschaftliche Kosten- und Nutzenerwägungen zugeschnitten sind und daher für betriebliche Praktiker weitgehend „unverständlich“ wirken.

Aus den vorgenannten Gründen besteht ein signifikanter Mangel an einem Konzept für Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalysen, die drei Anforderungen erfüllen:

- Sie müssen erstens neben Kosten- auch Nutzenaspekten umfassen, und zwar in möglichst zahlreichen Nutzendimensionen (Desiderat der Ganzheitlichkeit). Dies betrifft z. B. die Umweltverträglichkeit von Gütertransporten, den Reputationsgewinn eines Logistikdienstleisters aufgrund seiner Orientierung an Maximen der „Green Logistics“ mit entsprechenden Auftragsakquisitions- und Mehrerlöspotenzialen sowie die Kompatibilität mit hoheitlich vorgegebenen Restriktionen, wie etwa emissionsbedingten Fahrverboten in Innenstadtbereichen für Lkw mit Dieselantrieb.
- Zweitens müssen die Erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen an die Bedürfnisse der betrieblichen Praxis hinsichtlich Begrifflichkeiten sowie Kostenarten und Nutzendimensionen angepasst sein, um hinreichende Akzeptanz finden zu können (Desiderat der Praktikabilität aus Unternehmenssicht).
- Drittens ist es erforderlich, dass die Erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen an die speziellen Kontextbedingungen des Einsatzes von Elektro-Lkw für die regionalen Güterverteilerverkehre im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs angepasst sind (Desiderat der Spezifität für „E-Logistics“)

Für die Handlungsalternativen von Investitionen in einen betrieblichen Fuhrpark wird das Bewertungsverfahren PROMETHEE¹ eingesetzt. Das Bewertungsverfahren ist aufgrund der verschiedenen für ein Unternehmen relevanten Ziele ein multikriterielles Bewertungsverfahren, das in einem

1) Es existieren in der einschlägigen Fachliteratur zu Erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen insbesondere drei Gruppen von Bewertungsverfahren, die auch die Berücksichtigung verschiedener Nutzendimensionen erlauben:
a) klassische Bewertungsverfahren, wie z. B. AHP (Analytic Hierarchy Process) und ANP (Analytic Network

Beurteilungsprozess gleichzeitig mehrere Kriterien berücksichtigt. Multikriterielle Entscheidungen beziehen sich auf Beurteilungsprozesse,² die mehrere Ziele verfolgen. Die Ziele stehen oft in einem Konfliktverhältnis. Gewöhnlich werden die Kriterien auf unterschiedlichen Skalenniveaus gemessen, somit besteht die Gefahr, dass eine „Unvergleichbarkeit“ zwischen den Handlungsalternativen besteht.³ Um die Handlungsalternativen bewerten zu können, werden im Entscheidungsfeld Kriterien für die Handlungsalternativen herangezogen. Die Kriterien werden in der Literatur auch als Attribute oder Merkmale bezeichnet.⁴ Die Kriterien des Entscheidungsträgers werden repräsentiert durch ökonomische, ökologische sowie gesellschaftliche Ziele, die in der ersten Hierarchieebene auch Oberziele genannt werden und zusammen eine Zielgruppe darstellen.

Ziel ist es, auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen Rückschlüsse auf die Vor- und Nachteile von Elektro-Lkw für den exemplarischen Einsatz (Özkara Logistik) zu ziehen und die in diesem Zusammenhang ermittelten Kosten zu dokumentieren sowie mit konventionellen Lösungen (Diesel-Lkw) zu vergleichen.

Process); b) effizienzorientierte Bewertungsverfahren, wie z. B. OCRA (Operational Competitiveness Rating) und TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution); c) entscheidungstechnologische Bewertungsverfahren, wie z. B. ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) und PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation). Ein Überblick sowie detaillierte Beschreibungen der genannten Bewertungsverfahren und die Auswahl der geeigneten Bewertungsverfahren für das Forschungsprojekt ELOKOV werden in dem ELOKOV-Projektbericht Nr. 1 ausführlich erörtert. Vgl. CINIBULAK (2013), S. 12 ff.

- 2) Zur Handlungsauswahl im Rahmen von multikriteriellen Entscheidungsprozessen werden in der Regel zwei Gruppen von Bewertungsverfahren differenziert: Die einen Bewertungsverfahren beziehen sich auf Entscheidungsprozesse, bei denen mehrere, aber endlich viele diskrete Handlungsalternativen zur Auswahl stehen, mehrere Ziele zur Bewertung der Handlungsalternativen berücksichtigt werden müssen und sich keine der Handlungsalternativen als eine dominante Handlungsalternative erweist. In diesem Fall wird von Bewertungsverfahren für Multi-Attributentscheidungen – auf Englisch „Multi Attribute Decision Making (MADM)“ – gesprochen. Vgl. KÖNIG/ROMMELFANGER/OHSE (2003), S. 158; ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991), S. 260. Die anderen Bewertungsverfahren erstrecken sich auf Entscheidungsprozesse, bei denen nicht endlich viele diskrete Handlungsalternativen bekannt sind, sondern die innerhalb eines kontinuierlichen Handlungsraumes liegen und durch situationsspezifische Nebenbedingungen definiert werden. In diesem Fall liegen Bewertungsverfahren für Multi-Objektentscheidungen – auf Englisch „Multi Object Decision Making (MODM)“ – vor. Vgl. GÖTZE (2008), S. 173; KÖNIG/ROMMELFANGER/OHSE (2003), S. 158; ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991), S. 260.
- 3) Vgl. ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991), S. 21 f.
- 4) Vgl. SCHNEEWEIß (1991), S. 19.

2 Einsatz eines Elektro-Lkws bei Özkara Logistik

2.1 Beschreibung des Unternehmens

Bei der 2010 gegründeten Özkara Logistik, deren Hauptniederlassung sich in Mülheim an der Ruhr befindet, handelt es sich um ein relativ junges im gewerblichen Güterkraftverkehr tätiges Unternehmen. Als ein Speditionsunternehmen mit Selbsteintritt unterliegt dieses Familienunternehmen den gesetzlichen Vorschriften des HGB.⁵ Der Gründer des Unternehmens und ihr Inhaber ist Herr DENIZ ÖZKARA. Eine wesentliche Voraussetzung für die Gründung des Unternehmens war die für die geschäftsmäßige oder entgeltliche Beförderung von Gütern mit Kraftfahrzeugen, die einschließlich Anhänger eine höhere zulässige Gesamtmasse (zGM) als 3,5 Tonnen haben (gewerblicher Güterkraftverkehr), erforderliche Erteilung der Güterkraftverkehrserlaubnis.⁶ Der Inhaber kümmert sich um alle Belange der Unternehmen und führt gegebenenfalls alle erforderlichen Tätigkeiten, soweit es möglich ist, selbst aus. Dazu gehören insbesondere die Durchführung von Fahrten und die Verantwortung für die Disposition. Das Personal besteht aus sechs Mitarbeitern, die ausschließlich als Fahrer eingesetzt werden.⁷ Wenn einer der Fahrer ausfällt, springt Herr ÖZKARA selbst als Fahrer ein, damit die vertraglich vereinbarte Leistung möglichst erbracht werden kann.⁸

Aus der Expertenbefragung von Herrn ÖZKARA, dem Geschäftsführer von Özkara Logistik, stehen die folgenden Informationen zur Verfügung:⁹

Das Unternehmen Özkara verfügt über vier dieselbetriebene Lkw, mit denen bis auf den kleinsten Lkw, der in einer Schicht eingesetzt wird, täglich im Zweischichtsystem Güter befördert werden. Dabei sind mit jedem Lkw pro Schicht zwei Touren durchzuführen. Bei den eingesetzten Lkws handelt es sich ausschließlich um schwere Nutzfahrzeuge (SNF). Einer von ihnen weist eine zulässige Gesamtmasse von 26 Tonnen, zwei von ihnen eine zulässige Gesamtmasse von 40 Tonnen und der kleinste Lkw eine zulässige Gesamtmasse von 18 Tonnen auf. Sie alle sind, wie es für den Transport von bestimmten Lebensmitteln wie Fleisch- und Frischwaren erforderlich ist, deren Haltbarkeit nur durch eine ununterbrochene Kühlung gewährleistet werden kann, mit einer Transportkühlmaschine für den temperaturegeführten Transport ausgestattet, wobei die Frachträume der

5) Vgl. BGBL. (1998b), S. 1599.

6) Vgl. BGBL. (1998a), S. 1485-1486.

7) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39.

8) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39.

9) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39-41.

Kühlkoffer¹⁰ aufgrund der unterschiedlichen Temperaturanforderungen in zwei Kammern parzelliert sind.¹¹ Dabei sind die Regelungen über die Lebensmittelhygiene gemäß der EG Verordnung 852/2004 von dem Speditionsunternehmen stets einzuhalten.¹²

Aufgrund ihrer unterschiedlichen zulässigen Gesamtmasse sind diese Nutzfahrzeuge für den Transport verschiedener Gütermengen ausgelegt. Die zur Distribution bestimmten Güter erstrecken sich hauptsächlich auf Lebensmittel vom Bereich Trockensortiment (Lebensmittel, die dauerhaft verpackt oder konserviert sind) über den sogenannten Bereich Mopro (Molkereiprodukte) bis hin zum Bereich der Fleisch- und Frischwaren, wie Obst und Gemüse, für eine große Supermarktkette, mit der die Unternehmen Özkara Logistik auf vertraglicher Basis kooperiert. Die Aufträge werden durch eine innerstädtische Belieferung von Marktfilialen der Supermarktkette aus dem Zentrallager in Viersen, je nach eingesetztem Lkw, im Rahmen des vorgegebenen Zeitfensters im Umkreis von 30-130 km ausgeführt.

2.2 Entscheidungsalternativen: Umrüstung oder Neukauf

Der Neukauf eines Elektro-Lkws mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen oder die Umrüstung eines konventionellen Lkws mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen auf einen Elektro-Lkw stellen die beiden Optionen dar, welche dem Speditionsunternehmen Özkara Logistik bei der Entscheidung über den Einsatz von Elektro-Lkw zur Wahl stehen. Da von beiden Entscheidungsalternativen prinzipiell der gleiche wirtschaftliche Nutzen zu erwarten war, wurden für ihren wirtschaftlichen Vergleich zum einen die Kosten für die betriebsfähige Bereitstellung der Fahrzeuge und zum anderen deren Betriebskosten einander gegenübergestellt. Zusätzlich musste auch die Dauer bis zum Erwerb des Elektro-Lkws oder die Dauer der Umrüstung in Betracht gezogen werden. Die schriftliche Anfrage bei einem führenden Herstellerunternehmen hinsichtlich des Neukaufs eines Elektro-Lkws mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen führte zu dem Ergebnis, dass ein Neufahrzeug dieser Größe als Serienmodell derzeit noch nicht auf dem Markt angeboten wird.¹³ Die Option des Neukaufs ist nach dem heutigen Stand der Entwicklung noch nicht gegeben. Schließlich befindet sich die Elektromobilität gegenwärtig mit einem Anteil von

10) Vgl. KOETHER (2014), S. 172-173 (Lkw-Aufbau für den temperaturgeführten Transport von Lebensmitteln).

11) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43-44; ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

12) Vgl. EU (2004), S. 45-46.

13) Vgl. NIEGEL (2014), Anhang 6, S. 72.

weniger als 0,01 % vom Gesamtfahrzeugmarkt noch lediglich in einem relativ kleinen Nischenmarkt.¹⁴ Deshalb müsste das Unternehmen Özkara Logistik bis auf unbestimmte Zeit auf die Möglichkeit zum Neukauf warten. Folglich werden die Anschaffungskosten sowie die Umrüstkosten untersucht.

2.3 Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw

2.3.1 Rahmenbedingungen für die Umrüstung

Das aus dem Fuhrpark von Özkara Logistik für die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw geeignete Referenzfahrzeug gehört der Nutzfahrzeugklasse N3 an. Es handelt sich um ein für die City-Logistik im Straßengüterverkehr eingesetztes Fahrzeug des Herstellers MAN mit der Modellbezeichnung TGA 18.320. Der Lkw erfüllt mit seinem 235 kW (320 PS) starken Dieselmotor die Abgasnorm Euro 4 und hat eine zulässige Gesamtmasse von 18 Tonnen.¹⁵ Er wird, wie in Kapitel 2.1. geschildert wurde, an sechs Tagen in der Woche im City-nahverkehr in der Regel im Zeitraum von 05.00 Uhr bis ca. 14.00 Uhr auf jeweils zwei kleinen dauerhaft festgelegten Touren¹⁶ eingesetzt. Daher können die Angaben zu den Touren aus zwei im Anhang befindlichen Tourlisten entnommen werden.¹⁷ Demnach liegt die durchschnittlich zurückgelegte Strecke pro Tag bei zwei Touren unter Einbeziehung der Entfernung zwischen dem Unternehmensgelände von Özkara Logistik in Mülheim/Ruhr und dem Zentrallager in Viersen nach eigener Berechnung mit dem Routenplaner von GOOGLE MAPS¹⁸ und laut Herrn ÖZKARA bei rund 220 km.¹⁹

Die erste Tourlänge beträgt einschließlich der Zwischenstopps bei sieben Filialen sowie der Hin- und Rückfahrt zum Zentrallager 71,4 km²⁰ und die zweite Tour mit sechs Zwischenstopps insgesamt 40 km²¹. Außerdem wurden für die täglich zwischen dem Standort des Unternehmens und dem Zentrallager zurückgelegte Weglänge 56 km und somit für die Hin- und Rückfahrt 112 km ermittelt. Diese Strecke nimmt daher einen erheblichen Anteil der relativ eng begrenzten Reichweite eines Elektro-Lkws in Anspruch. Einen weiteren beim Einsatz eines Elektro-Lkws zu berücksichtigenden Aspekt stellen, insbesondere vor dem Hintergrund der langen Ladezeiten für die Wiederaufladung der Traktionsbatterien, die von der Supermarktkette vorgegebenen Zeitfenster

14) Vgl. WITTE/KLUMPP (2013), S. 7.

15) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

16) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43-44.

17) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43-44.

18) Vgl. GOOGLE MAPS (2014a, b und c), o. S.

19) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

20) Vgl. GOOGLE MAPS (2014a), o. S.; SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43.

21) Vgl. GOOGLE MAPS (2014b), o. S.; SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 44.

zur Ausführung der Aufträge dar. Es ist also darauf zu achten, dass die einzelnen Marktfilialen termingerecht beliefert werden. Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die Streckenabschnitte, in die die täglichen Fahrstrecken für den Lkw von Özkara Logistik aufgeteilt sind.

Özkara Logistik	Entfernung Unternehmen - Zentrallager (Hinfahrt)	Tour 1	Zwischenergebnis	Tour 2	Entfernung Zentrallager - Unternehmen (Rückfahrt)	Gesamtwert
Strecke in km	56	71,4	127,4	40	56	223,4
Fahrzeit in Min.	40	95	135	65	40	240

Tabelle 1: Aufteilung der täglich von den Lkw der Özkara Logistik zurückzulegenden Fahrstrecke²²

2.3.2 Durchführung der Umrüstung

Die für die vorliegende Untersuchung durchgeführten Recherchen ergaben, dass sich nach dem gegenwärtigen Stand die auf einen Elektro-Lkw umgerüsteten Fahrzeuge noch in der Erprobungsphase befinden. Von Meyer Logistik ist ein mit dem Lkw, den Özkara Logistik für die Umrüstung auf einen Elektro-Lkw in Erwägung zieht, vergleichbarer Lkw umgerüstet und in einem Projekt eingesetzt worden. In einer schriftlichen Expertenbefragung von Herrn MATTHIAS STREHL, dem Geschäftsführer von Meyer Logistik, wurden folgende Angaben zu diesem Projekt mit der Bezeichnung *E-Force* gemacht:²³

Das Projekt wird von den Partnern der Meyer Logistik, darunter das Schweizer Unternehmen E-Force One AG, das den Antrieb des Lkws umgebaut hat, sowie REWE und Lidl unterstützt, indem der umgerüstete Elektro-Lkw für die Belieferung ihrer Marktfilialen im Frischdienst eingesetzt wird. Bei dem umgerüsteten Dieselfahrzeug handelt es sich um einen Lkw des Herstellers Iveco mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen und einer Nennleistung von 300 kW (408 PS). Die Kühlaufbauten mit Ladebordwand und Kältemaschine (mit der Bezeichnung Frigoblock FK25i) wurden auf ein Fahrgestell des Modells Stralis AD 190 S 31 P [4x2] montiert.

22) Daten aus dem Routenplaner von GOOGLE MAPS (20014a,b, c)

23) Vgl. STREHL (2014a), Anhang 3A, S. 45-46; STREHL (2014b), Anhang 3B, S. 47; STREHL (2014c), Anhang 3C, S. 47.

Die Umrüstung dieses Fahrzeugs auf einen batteriebetriebenen Elektro-Lkw nahm bei der Bereitstellung der für den Umbau notwendigen Komponenten eine Dauer von sieben Wochen in Anspruch und verursachte um zwei Drittel höhere Kosten als der Erwerb eines vergleichbaren konventionell angetriebenen Lkws. Dabei wurden der Dieselmotor, das Getriebe und weitere Komponenten des Antriebsstrangs ausgebaut und durch einen reinen Elektromotor mit Schaltung und Kupplung sowie durch zwei je 1300 kg schwere Batterieblocks ersetzt, die jeweils eine Kapazität von 120 kWh aufweisen und insgesamt eine maximale Reichweite von 350 km ermöglichen.

Meyer Logistik setzt den Elektro-Lkw pro Tag im Zweischichtsystem für rund vier Touren ein, wobei die durchschnittliche Länge je Tour ungefähr 120 km beträgt. Zudem besteht die Möglichkeit, den Elektro-Lkw auf seinen Touren mit der gleichen Menge an Europaletten oder Rollcontainern zu beladen wie einen konventionellen Lkw²⁴, sofern die durch die Umrüstung um 1000 kg verminderte höchstzulässige Nutzlast des Elektro-Lkws nicht überschritten wird.

Der durchschnittliche Energieverbrauch des Lkws auf 100 km beträgt im Überland- und Stadtverkehr 60-90 kWh/100 km, was einem Dieserverbrauch von 6-9 l/100 km entspricht. Bei Autofahrten steigen diese Werte auf 80-110 kWh/100 km bzw. 8-11 l Diesel/100 km. Aufgrund dieser von Meyer Logistik ermittelten Werte wird die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Elektro-Lkws gegenüber dem konventionell angetriebenen Lkw hinsichtlich seines wirtschaftlichen Energieverbrauchs und der Vermeidung von direkten CO₂-Emissionen durch den Einsatz eines abgasfreien Elektroantriebs unter Beweis gestellt. Der Schalldruckpegel wird immerhin auf 45 Dezibel (A) gesenkt. Dem steht aber der Bedarf an täglich mehrmaligen Batterieladungen sowie der dafür geeigneten Ladeinfrastruktur gegenüber.

Die Ladung der Batterien des Referenzfahrzeugs wird normalerweise während der Standzeiten über Nacht, während der Beladung seines Frachtraums oder beim Schichtwechsel an der Ladestation am Lager mit einer Leistung von 44 kW bei 400 V und 63 A in sechs Stunden sowie mit 22 kW Leistung bei 400 V und 32 A in 12 Stunden vollzogen. Alternativ dazu ist der schnelle Batteriewechsel binnen fünf Minuten möglich. Außerdem wird bei dieser Fahrzeugtechnik während des Einsatzes immer wieder Bremsenergie durch Rekuperation²⁵ zurückgewonnen.

24) Vgl. BEM (2014), o. S.

25) Vgl. CANZLER/KNIE (2012), S. 11 (Speicherung der beim Bremsen zurückgewonnenen Bremsenergie in der Batterie).

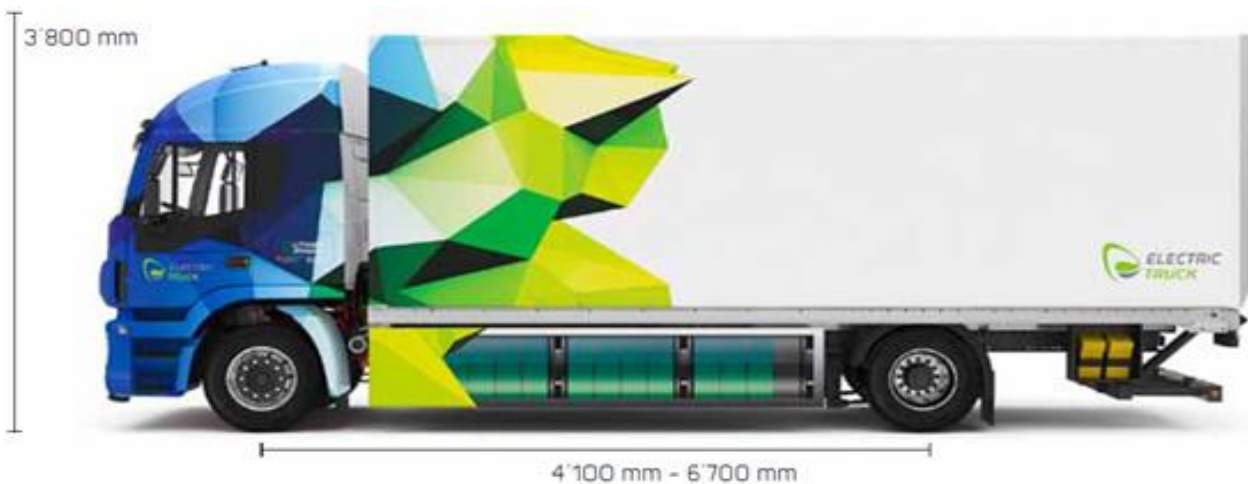


Abbildung 1: Elektro-Lkw E-Force der E-Force One AG²⁶

Für die Umrüstung des konventionell angetriebenen Lkws des Unternehmens Özkara Logistik zu einem Elektro-Lkw wurde das darauf spezialisierte Unternehmen E-Trucks Europe ausgewählt. Die im Folgenden aufgeführten Informationen stammen, soweit keine anderen Angaben gemacht werden, aus der Expertenbefragung von Herrn BAMELIS, dem Projektkoordinator von E-Trucks Europe:²⁷

Die Kosten der Umrüstung belaufen sich auf 230.000 €. Die Dauer des Umbaus beträgt üblicherweise ca. 6 Monate. Davon wird die Hälfte der Zeit für administrative Tätigkeiten in Anspruch genommen, zu denen beispielsweise die Sicherheitsprüfung und die Typgenehmigung gehören, um das umgebaute Fahrzeug einsatzfähig zu machen. Für den Umbau wird zudem vom Hersteller MAN ein Prüfungsreport über alle von ihm vollzogenen Teilprüfungen bzw. Teilhomologationen benötigt, um auf der Grundlage der StVZO die Homologation²⁸ des umgerüsteten Lkws zur Erlangung der Typgenehmigung für die Zulassung gemäß der EG-Rahmenrichtlinie 2007/46/EG²⁹ vornehmen zu können.

Obwohl der gesamte Ablauf der Umrüstung in den Niederlanden stattfindet, entfällt für Kunden aufgrund des europaweiten Geltungsbereichs der Zulassung die erneute bürokratische Klärung dieses Sachverhalts in Deutschland. Beim Umbauprozess werden der Dieselmotor sowie die zusätzlichen Aggregate des Antriebsstrangs entfernt und stattdessen ein Elektromotor, das Steuergerät mit Softwaresystem sowie zwei Batterieblocks eingebaut. Die Besonderheit bei dem Umbau ist, dass es an dem umgerüsteten Lkw zu keiner nennenswerten Nutzlastveränderung kommen soll,

26) E-FORCE ONE (o. J.), S.13.

27) Vgl. BAMELIS (2014a), Anhang 4A, S. 49-55; BAMELIS (2014b), Anhang 4B, S. 56-57.

28) Vgl. STREICHERT/TRAUB (2012), S. 32-33 (Homologation bezeichnet die technische Anpassung der Fahrzeuge zur Erfüllung der gesetzlichen Voraussetzungen).

29) Vgl. EU (2007), S. 4-18.

sodass der Lkw von Özkara Logistik weiterhin mit derselben Gütermenge wie vor der Umrüstung ausgelastet werden kann.

Dies ist auch auf die zu verwendenden Lithium-Ionen-Batterien zurückzuführen, die bei einem jeweiligen Gewicht von 100 kg insgesamt eine Kapazität von 136 kWh haben. Die dauerhaft mögliche Motorleistung beträgt 150 kW. Kurzfristig kann auch eine maximale Leistung von 250 kW abgerufen werden. Für die maximale Reichweite der Batterien können unter Einbeziehung des Energieverbrauchs von Heizung, Klimaanlage und der Transportkühlmaschine 200 km und für den Energieverbrauch 0,9 kWh pro km angegeben werden. Demnach würde der Elektro-Lkw 90 kWh auf 100 km verbrauchen.

Der Energieverbrauch variiert jedoch in Abhängigkeit von der Streckenbeschaffenheit, den Verkehrsverhältnissen und der gefahrenen Geschwindigkeit.³⁰ Somit ist bei der operativen Transportabwicklung der Özkara Logistik davon auszugehen, dass der Lkw während der Fahrt im städtischen Verkehr bspw. mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h weniger Energie verbrauchen wird als auf der Autobahn mit 90 km/h. Angenommen werden können hierbei ähnliche Verbräuche wie die des oben beschriebenen Referenzfahrzeugs von Meyer Logistik.

Des Weiteren können aufgrund der Witterungsempfindlichkeit der Batterien auch der Energieverbrauch und folglich die Begrenzung der Reichweite beeinflusst werden.³¹ Mit abnehmender Umgebungstemperatur, beispielsweise im Winter, lässt die Leistungsfähigkeit von Batterien deutlich nach, weil die darin ablaufenden chemischen Reaktionen entsprechend langsamer ablaufen.³² Bei entsprechenden Testfahrten mit einem Citroën „C-Zero“ im neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ) konnte die DEKRA in etwa eine Halbierung der Reichweite von 138 km auf 65 km bei einer Absenkung der Außentemperatur von +22 °C auf -5 °C feststellen.³³

Um die mit den Batterien verbundene Reichweitenproblematik zu mildern, kann die Ladedauer verringert werden, indem der umgebaute Lkw statt an einem Anschluss mit einer Leistung von 22 kW bei 400 V und 32 A in rund 6 Std. bei 400 V und 63 A mit 44 kW in ca. 3 Std. aufgeladen wird.

Einen weiteren Gesichtspunkt stellt die Wartung dar, die prinzipiell für die Erhaltung des Sollzustands des Elektro-Lkws durchzuführen wäre. Da aber ein Elektro-LKW aufgrund seiner wenigen

30) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 60-61.

31) Vgl. DIEHLMANN/HÄCKER (2012), S. 73; WITTE/KLUMPP (2013), S. 17.

32) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 60-61.

33) Vgl. DEKRA (2011), o. S.

Verschleißteile verhältnismäßig wartungsarm ist,³⁴ wird auch von E-Trucks Europe für die technische Kontrolle des von der Özkara Logistik angestrebten Lkws kein bestimmter Turnus vorgegeben.

2.3.3 Transportabwicklung anhand einer Tourliste

Die Özkara Logistik erhält jeden Tag aktualisierte Tourlisten von dem kooperierenden Unternehmen, dessen Filialen beliefert werden. Der Transport erfolgt innerhalb eines möglichst genau einzuhaltenden Zeitfensters, da es sich bei den zu liefernden Gütern um verderbliche Lebensmittel handelt, die deshalb entsprechend der vorgegebenen Vorschrift zügig in gekühltem Zustand transportiert werden müssen. In den folgenden Absätzen wird der Ablauf der Touren exemplarisch erläutert, und zwar zuerst für die erste Tour (Tour Nr. 51) anhand von Tourliste 1³⁵ und anschließend für die zweite Tour (Tour Nr. 52) anhand von Tourliste 2³⁶:

In der Tourliste sind die einzelnen Filialen mit den entsprechenden Filialnummern, die disponierte Zeit für die Beladung des Lkws und das zu liefernde Sortiment eingetragen. Im Weiteren sind in dieser Tourliste Angaben über die für das jeweilige Sortiment vorgesehene Frachtraumkammer, das Gewicht der zu liefernden Güter pro Marktfiliale sowie die Anzahl der Europaletten, die für die einzelnen Marktfilialen bestimmt sind, erhalten.

Eine Tourliste der zu befahrenden Filialen wird beispielhaft in diesem Abschnitt dargestellt. Die erste Tour (Tour Nr. 51) mit dem 18-Tonnen-Lkw der Özkara Logistik beginnt in der Regel um 05.00 Uhr und endet um 09.20 Uhr. Dieser Zeitraum startet mit der Beladung des Lkws an der Laderampe des Zentrallagers in Viersen. Insgesamt werden sieben Filialen vom Zentrallager aus angesteuert. Das zu transportierende Sortiment besteht aus Fleisch- und Frischwaren, die in der Tourliste als Fleisch und Frische gekennzeichnet sind.

Für die Beladung des Lkws stehen 18 Stellplätze im Frachtraum des Kühlkoffers zur Verfügung. Einer dieser Stellplätze ist für den Hubwagen (auch Transportameise oder nur kurz Ameise genannt), mit dem die Europaletten transloziert werden, reserviert.³⁷ Die in der Tourliste vorgegebene Last der kompletten Lieferung von 2140 kg befindet sich weit unter der maximalen Nutzlast des Lkws von ca. 8000 kg.³⁸ Die Beladung erfolgt in einer vorgesehenen Ordnung, die sich nach der Lieferreihenfolge richtet. Deshalb werden die Lebensmittel, die zuletzt geliefert werden, als

34) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 65-66.

35) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43.

36) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 44.

37) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

38) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 43; STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 64-65 und 70.

Erstes in den Frachtraum geladen und dementsprechend die Güter der zuerst zu beliefernden Filiale als Letztes.³⁹ Zudem werden die temperierten Güter in den für sie auf Solltemperatur vorgekühlten Kammern untergebracht. Die Fleischwaren werden in Kammer eins und die Frischwaren in Kammer zwei verfrachtet. Die erfolgt zusammen mit der administrativen Abklärung des Transports innerhalb von einer Stunde.⁴⁰

Anschließend werden die Güter zu den einzelnen Marktfilialen befördert. Die erste zu beliefernde Filiale befindet sich in Kempen. Dort werden zwei Europaletten mit Fleischwaren mit einem Gewicht von insgesamt 285 kg entladen. Die restlichen sechs Filialen befinden sich in Krefeld. Von den insgesamt dort zu entladenden fünfzehn Europaletten enthalten elf Paletten Fleischwaren und vier Paletten Frischwaren mit einem Gewicht von insgesamt 1855 kg. Der Aufenthalt an jeder Filiale beträgt in etwa 15 Minuten und die Strecken zwischen den innerstädtischen Filialen werden durchschnittlich in sieben Minuten zurückgelegt.⁴¹ Die zu befahrende Tourstrecke beträgt den Angaben von Herrn ÖZKARA⁴² und der eigenen Ermittlung mit dem Routenplaner von GOOGLE MAPS⁴³ zufolge insgesamt 71,4 km. Die einzelnen Filialen haben einen durchschnittlichen Abstand von fünf km voneinander. Nach diesen Ermittlungen wird für die gesamte Tour einschließlich der Hinfahrt zur ersten Filiale und der Rückfahrt von der letzten Filiale zum Zentrallager, die rund 50 Minuten in Anspruch nimmt, eine Dauer von ca. 3 Std. 20 Minuten einkalkuliert. Durch die Addition des Zeitaufwands für die Beladung des Lkws ergeben sich dafür 4 Std. 20 Minuten.⁴⁴ Der gesamte Verlauf dieser Tour ist auf der in Abb. 2 dargestellten Landkarte mit einer blauen Linie markiert.

39) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

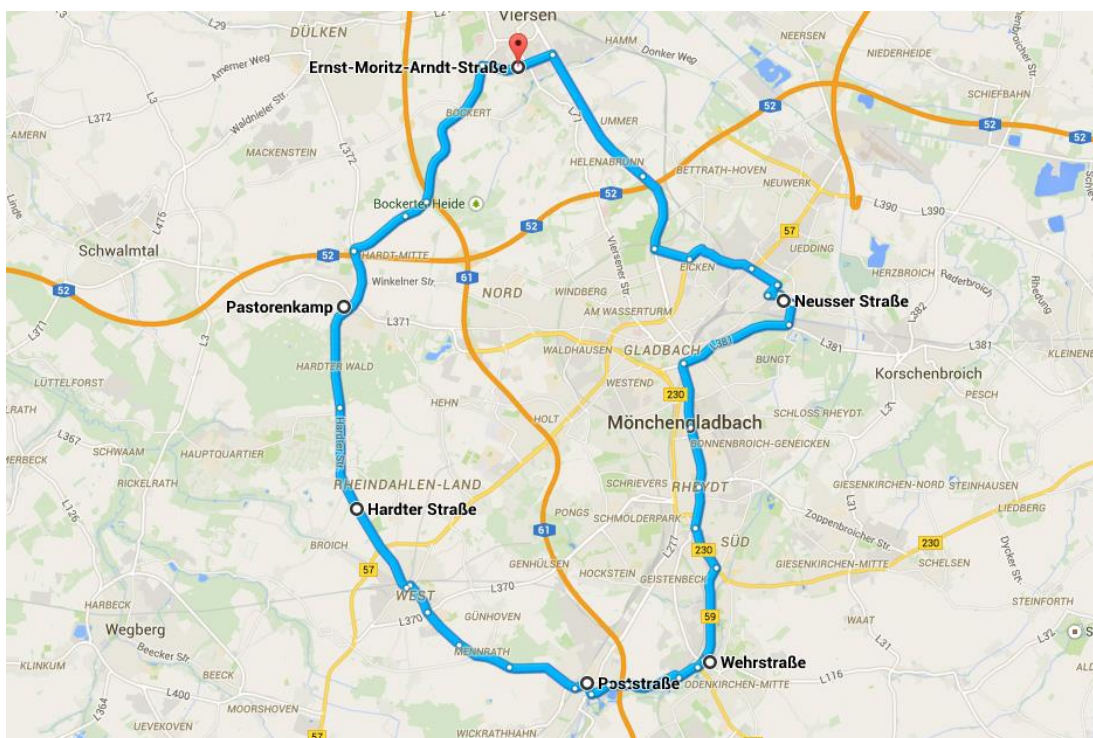
40) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39-40.

41) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

42) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

43) Vgl. GOOGLE MAPS (2014a), o. S.

44) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

Abbildung 2: Exemplarische Tour Nr. 51⁴⁵Abbildung 3: Exemplarische Tour Nr. 52⁴⁶

45) Vgl. GOOGLE MAPS (2014a).

46) Vgl. GOOGLE MAPS (2014b).

Bei der zweiten Tour⁴⁷ wird nach derselben Methode verfahren, nur mit dem Unterschied, dass sich das Zeitfenster für diese Tour und die anzusteuernenden Filialen, deren Anzahl sowie die räumliche und zeitliche Entfernung zwischen ihnen ändern. Insgesamt wird auf der zweiten Tour in der vorgegebenen Zeit von 3 Std. 25 Minuten nach eigener Berechnung mithilfe des Routenplaners GOOGLE MAPS⁴⁸, wie in der Tab. 1 dargestellt, eine Strecke von 40 km zurückgelegt.⁴⁹ Auf der in Abb. 3 abgebildeten Landkarte ist der gesamte Verlauf dieser Tour mit einer blauen Linie eingezeichnet.

2.3.4 Routenanpassung mithilfe von Verkehrstelematik

Die Verkehrstelematik ist zu einem wichtigen Bestandteil des Güterverkehrs geworden. Bei dieser Technologie handelt es sich um eine Gestaltung des Verkehrsgeschehens eingesetzte Telematik. In diesem sogenannten „Kofferwort“ sind die beiden Begriffe Telekommunikation und Informatik durch Wortkreuzung verpackt. Dabei werden durch die Telekommunikation die erforderlichen Daten zwischen mobilen und stationären Systemen übertragen und von Informationsverarbeitenden Systemen in geeigneten Formaten dargestellt.⁵⁰ Zur Bewältigung von Straßenverkehrsbehinderungen ist der Einsatz von Telematik unverzichtbar, da sie dazu dient, die Touren unter diesen Umständen anzupassen und somit die Transporte rechtzeitig ans Ziel zu bringen. In der Özkara Logistik wird sie bereits seit der Gründung mithilfe eines Fahrzeugnavigationssystems zur Tourenanpassung genutzt (s. Abb. 4).⁵¹ Bei der damit bewerkstelligten Routenberechnung werden für eine bestmögliche Streckenführung die Spezifikationen des Lkws wie Höhe, Breite, Länge und Gewicht berücksichtigt. Zudem weist das Fahrzeugnavigationssystem die Position des Fahrzeugs, die aktuell gegebenen Bedingungen des Umfeldes und die errechnete Ankunftszeit am Zielort aus.⁵² Hierfür verwendet die Özkara Logistik die etablierte GPS-Ortung.⁵³

47) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 44.

48) Vgl. GOOGLE MAPS (2014b), o. S.

49) Vgl. SCHNECK (2014), Anhang 2, S. 44.

50) Vgl. BOLTZE/WOLFERMANN/SCHÄFER (2005), S. 1.

51) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

52) Vgl. MIETSCH (2007), S. 645-646.

53) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.



Abbildung 4: Lkw-Navigationssystem von Özkara Logistik

Die Touren müssen insbesondere beim Einsatz von Elektro-Lkw den verschiedenen Verkehrseinflüssen angepasst werden, um nicht nur die Reichweitenproblematik nicht zu verschärfen, sondern auch den bestmöglichen Weg zu verfolgen. Die Fahrer der Özkara Logistik können jederzeit unerwartet mit Staus, Baustellen oder anderen Verkehrsbehinderungen konfrontiert werden.⁵⁴ Solche Probleme sind laut Herrn ÖZKARA nur mithilfe der Verkehrstelematik zu bewältigen, da mit ihr die alternativen Routen für das Umfahren der Engpässe ermittelt werden können. Dabei sind einige Restriktionen zu beachten, die die Befahrbarkeit der Routen durch die Lkw betreffen. Darunter fallen unter anderem Brücken, die eine geeignete Höhe für die hohen Nutzfahrzeuge haben müssen, sowie die von der Verkehrsregelung her für die Lkw erlaubten und verbotenen Straßen (z. B. Einbahnstraßenregelung).⁵⁵

2.3.5 Ladeinfrastruktur

Die Ladeinfrastruktur ist ein wichtiger Gesichtspunkt für die Özkara Logistik bei der Entscheidung über den Einsatz eines Elektro-Lkws. In Anbetracht eines reibungslosen Transports der Güter muss die rechtzeitige Aufladung seiner Batterien gewährleistet sein.⁵⁶ Während die Optionen induktives Laden und Batteriewechsel sich bisher noch nicht durchsetzen konnten, ist die konduktive Ladetechnologie mittlerweile mit großem Abstand davor am weitesten verbreitet und am bedeutendsten in der öffentlichen Infrastruktur.

54) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

55) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

56) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

Beim konduktiven Laden gibt es zwei verschiedene Arten an Ladestationen.⁵⁷ Die eine Art ermöglicht das „Tanken“ an Normalladestationen. Die Normalladestationen können auch auf privaten Geländen errichtet werden. Somit besteht für die Özkara Logistik die Möglichkeit, auf dem Unternehmensgelände eine Normalladestation zu errichten. Dadurch können die Elektro-Lkw über Nacht angeschlossen und aufgeladen werden.⁵⁸ Diese Standzeit liegt bei der Özkara Logistik zwischen 15.00 Uhr und 04.00 Uhr.⁵⁹ Über einen so langen Zeitraum kann das Batteriepaket völlig problemlos mit einer Normalladestation auf dem Unternehmensgelände vollständig aufgeladen werden. Die einzusetzenden Lithium-Ionen-Batterien verfügen über eine Kapazität von 136 kWh. Demnach dauert, eine Vollladung an einem Ladepunkt mit einer Stromstärke von 32 A und einer Spannung von 400 V rund 6 Stunden.

Die lange, über einige Stunden dauernde Aufladung, auch wenn sie noch nicht einmal vollständig erfolgt, ist eine entscheidende Schwachstelle bei der Aufladung an öffentlichen Normalladestationen. Dies kann schwierig organisatorisch zu bewältigen sein und zu Akzeptanzkonflikten mit den Fahrern führen, wenn sie ihre Pausen danach anstatt nach ihren gewohnten Bedürfnissen ausrichten müssen.⁶⁰

Mit Schnellladestationen beträgt die Ladedauer je nach Art und Kapazität der Batterien zwischen ca. 15 bis 30 Minuten für eine vollständige Aufladung.⁶¹ Die Anzahl der öffentlichen Ladestationen beläuft sich bisher auf 2200 Ladestationen einschließlich zwölf Schnellladesäulen.⁶² Somit existieren bisher noch viel zu wenige Schnellladestationen, mit denen die Reichweitenproblematik gelöst werden könnte. Damit könnten die Standzeiten auf ein wesentlich akzeptableres Maß verkürzt werden, da der gewerbliche Güterkraftverkehr mit möglichst geringen Wartezeiten durchgeführt werden können sollte. Herr ÖZKARA betont in dem mit ihm geführten Expertengespräch, wie wichtig ihm die Sicherheit dafür ist, dass er seinen Elektro-Lkw jederzeit bei Bedarf aufladen kann. Für die Unternehmen ist es wichtig, ihre Termine einzuhalten. Eine lange Standdauer von Stunden während der regulären täglichen Arbeitszeiten an einer Ladestation würde die Transporte zu sehr verzögern.⁶³

Da die maximale Reichweite mit dem zur Verfügung stehenden Batteriepaket 200 km beträgt, ist die täglich zurückzulegende Gesamtstrecke von rund 220 km (s. Tabelle 1) mit dem Elektro-Lkw

57) Vgl. NOW (2014a), S. 10.

58) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 59.

59) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39.

60) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 68-69.

61) Vgl. VDE (2014a), o. S.

62) Vgl. ENDTER (2014), S. 83.

63) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

mit nur einer Vollladung vom Firmengelände von Özkara Logistik aus nicht zu bewältigen. Die gesamte Strecke bis zum Zentrallager sowie der ersten und zweiten Tour von 167,4 km wäre unter normalen Umständen möglich, aber nicht mehr die anschließend anstehende Rückfahrt zum Unternehmensgelände. Unter widrigen Fahrbedingungen wie schlechter Witterung (Kälte) könnte schon nach der ersten Tour eine Zwischenladung erforderlich werden. Somit wäre auf jeden Fall nach Arbeitsschluss eine Aufladung am Zentrallager erforderlich. Für die Aufladung muss demnach eine Schnellladestation am Zentrallager aufgebaut werden, an der der Lkw beispielsweise während seiner einstündigen Beladung wieder aufgeladen werden kann.⁶⁴ Damit erfolgt die Aufladung des Batteriepakets an einem Ladepunkt mit 44 kW bei 400 V und 63 A, wobei eine Vollladung in der Regel ca. drei Stunden in Anspruch nehmen würde.⁶⁵

Einen weiteren Aspekt, der für die Ladeinfrastruktur von großer Bedeutung ist, stellt das System der Abrechnung dar, auf Grundlage dessen die Abrechnung für die Fahrer schnell und sicher ablaufen sollte. Dafür stehen bereits einigermaßen ausgereifte Zahlungssysteme zur Verfügung. Über einen in der Ladestation vorhandenen Zähler können die Abrechnungen mit Technologien wie RFID, WLAN oder über Mobilfunk erfolgen.⁶⁶

2.3.6 Ermittlung aller relevanter Kosten für einen Diesel- und einen umgerüsteten Elektro-Lkw

Im Folgenden werden die mit der Beschaffung und Nutzung von Nutzfahrzeugen verbundenen Kosten analysiert. Die dabei anfallenden Kosten sind für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Fahrzeuge und somit für den Vergleich eines konventionell angetriebenen Lkws der Özkara Logistik vor und nach seiner Umrüstung zum Elektro-Lkw maßgeblich. Da es sich bei dem Elektro-Lkw von Meyer Logistik ebenfalls um einen 18-Tonner für den gleichen Transportzweck handelt, dient er als Referenzfahrzeug für die prinzipielle Vorgehensweise.⁶⁷ Die in diesem Projektbericht zu untersuchenden relevanten Kosten setzen sich außer den variablen Kosten aus fixen Kosten bestehend aus den Anschaffungs-, Versicherungs- und Inspektionskosten sowie der Kfz-Steuer zusammen. Auf die Kosten für Wartung und Reparatur wird jedoch nicht eingegangen, da zurzeit noch keine genauen Erfahrungswerte für Elektro-Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen vorliegen und diese zudem von zahlreichen Faktoren abhängig sind.⁶⁸ Im Rahmen

64) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 58-60.

65) Vgl. BAMELIS (2014a), Anhang 4A, S. 55.

66) Vgl. VDE (2014b), o. S.

67) Vgl. KRANKE (2014), o. S.

68) Vgl. STREHL (2014a), Anhang 3A, S. 46.

der Betriebskosten sind insbesondere die Kraftstoffkosten des Diesel-Lkws und die Energiekosten des Elektro-Lkws miteinander zu vergleichen.

Der größte Teil der Fahrzeugkosten fällt bei der Anschaffung des Fahrzeugs an, und zwar für einen neuen dieselbetriebenen Lkw in einer Ausführungsvariante, die derjenigen, die bereits von Özkara Logistik eingesetzt wird, vergleichbar ist. Sie liegen einschließlich des Kühlkoffers nach den Angaben des Herstellers MAN bei 114.500,00 € (netto).⁶⁹ Davon entfallen 69.500,00 € auf das Fahrgestell und 45.000,00 € auf den Kühlkoffer. Im Unterschied dazu belaufen sich die Kosten für die Umrüstung des Diesel-Lkws auf einen Elektro-Lkw auf 230.000,00 € (netto)⁷⁰. Zuzüglich der Anschaffungskosten des Diesel-Lkws i.H.v. 114.500,00 € betragen die Kosten für einen Elektro-Lkw insgesamt 344.500,00 € und liegen somit ca. um das Dreifache höher als die Anschaffungskosten des Diesel-Lkws.

Genauere Angaben über die Höhe der Versicherungskosten des Elektro-Lkws liegen nicht vor. Ausgehend von den Empfehlungen von Dr. STÜTZ vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik⁷¹ wurde in Anlehnung an einen Projektbericht,⁷² in dem im Rahmen eines Fahrzeugvergleichs die Versicherungskosten von drei Diesel- und Elektrofahrzeugen dargestellt wurden, versucht, einen möglichen Vergleichswert dieser Kosten zu bestimmen, um diesen für die Versicherungskostenermittlung des Elektro-Lkws zu verwenden. Es konnte jedoch kein einheitlicher Wert bestimmt werden. Zudem herrscht aufgrund fehlender Erfahrungswerte noch Ungewissheit über die Risiken vor, nach denen sich ebenso wie für die konventionell angetriebenen Kraftfahrzeuge die Einstufung von Elektrofahrzeugen bei den Versicherungen richtet. Die moderate Einstufung des Opels Ampera legt eher vergleichbare Versicherungsprämien für die beiden Antriebsarten nahe.⁷³ Daher spielt dieser Kostenanteil i.H.v. von rund 1.700,00 € pro Jahr⁷⁴ sowohl für den Diesel- als auch den Elektro-Lkw allenfalls für die Ermittlung der Gesamtkosten eine Rolle, aber nicht für die Kostenunterschiede.

Die jährlich zu entrichtende *Kfz-Steuer*⁷⁵ liegt für den für die Umrüstung infrage kommenden Diesel-Lkw von Özkara Logistik bei 556,00 €. ⁷⁶ Für den Elektro-Lkw hingegen fallen aufgrund seines emissionslosen Antriebs bis zum Ende des Jahres 2025 keine Kfz-Steuern an, weil die Kfz-Steuer bei der Erstzulassung eines Elektrofahrzeugs im Zeitraum vom 18.05.2011 bis 31.12.2015 für zehn

69) Vgl. SCHARENBERG (2015), Anhang 7, S. 73 ff.

70) Vgl. BAMELIS (2014b), Anhang 4B, S. 56.

71) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 66-67.

72) Vgl. MÜNCHOW-KÜSTER/BOLLENS (2012), S. 22.

73) Vgl. GDV (2013), o. S.

74) Vgl. ÖZKARA (2014b), Anhang 1B, S. 42.

75) Vgl. ZOLL (o. J.), o. S.

76) Vgl. ÖZKARA (2014b), Anhang 1B, S. 42.

Jahre und bei einer Erstzulassung ab dem 01.01.2016 bis zum 31.12.2020 für fünf Jahre entfällt.⁷⁷ Hochgerechnet auf 15 Jahre ergibt sich somit ein ökonomischer Vorteil von 8.340,00 € für den Elektro-Lkw gegenüber dem konventionell angetriebenen Lkw.

Zusätzliche *fixe Kosten* entstehen auf der rechtlichen Grundlage des § 29 der StVZO sowohl durch die durchzuführende Hauptuntersuchung (HU), welche auch die Abgasuntersuchung (AU) umfasst, als auch bei der Sicherheitsprüfung.⁷⁸ Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, dass der Elektro-Lkw keiner AU bedarf, da er kein Abgas emittiert. Die Kosten für die HU einschließlich der AU des Diesel-Lkws liegen bei 167,10 €. ⁷⁹ Im Unterschied hierzu beträgt eine HU ohne AUNachweispflicht für einen Elektro-Lkw 101,40 €. ⁸⁰ Die Kosten für die Sicherheitsprüfung i.H.v. 82,30 € sind für Diesel- und Elektro-Lkw identisch. ⁸¹ Die HU der Lkw ist jährlich und ihre Sicherheitsprüfung halbjährlich nach der letzten HU durchzuführen. ⁸² Zudem fallen im Rahmen einer gemäß § 57 (1) der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) des Verbands der Berufsgenossenschaften (VBG) unter Punkt „D 29: Fahrzeuge“ alle 12 Monate durchzuführenden Prüfung⁸³ für beide Fahrzeuge gleichermaßen Kosten i.H.v. 26,18 € an. ⁸⁴ Durch die Umrüstung auf einen Elektro-Lkw würden Özkara Logistik bei diesen Inspektionen also 65,70 € geringe Kosten entstehen, was aber im Vergleich zu den erwartenden Gesamtkosten nicht nennenswert ins Gewicht fällt.

Die *Kraftstoffkosten* des Diesel-Lkws wurden unter der Voraussetzung ermittelt, dass er rein rechnerisch (siehe Abschnitt 2.3.1) täglich eine Strecke von 223,4 km zurücklegt und an sechs Arbeitstagen in der Woche eingesetzt wird. ⁸⁵ Bei 52 Sonntagen und 11 gesetzlichen Feiertagen in NRW pro Jahr ist er somit 302 Tage pro Jahr im Einsatz. Daraus resultiert eine jährliche Fahrleistung von rund 67.500 km. Bei einem durchschnittlichen Dieserverbrauch von 27 bis 28 Litern oder dem Mittelwert von 27,5 Litern auf 100 km⁸⁶ kommen so auf das Jahr gerechnet ca. 18.600 Liter zusammen. Des Weiteren wird für den aufgrund seiner Schwankungen schwer abzuschätzenden Dieselpreis der Einfachheit halber unter der Annahme langfristig eher steigender Preise ein durchschnittlicher Dieselpreis von 1,40 € pro Liter Diesel vorausgesetzt. ⁸⁷ Dann liegen die jährlichen Kraftstoffkosten für den Diesel-Lkw bei rund 26.000 €.

77) Vgl. BGBL. (2012a), S. 2435.

78) Vgl. BGBL. (2012b), S. 688.

79) Vgl. TÜV (2014), S. 2.

80) Vgl. TÜV (2014), S. 3.

81) Vgl. TÜV (2014), S. 7.

82) Vgl. BGBL. (2012b), S. 734-735.

83) Vgl. VBG (2013), o. S.

84) Vgl. TÜV (2014), S. 7.

85) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 39-40.

86) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 40.

87) Vgl. ADAC (2014), o. S.

Im Rahmen der Energiekosten des Elektro-Lkws fallen beim Erwerb des Elektro-Lkws einmalige Gebühren für die Anschaffung von zwei Ladestationen an, wobei eine Ladestation auf dem Unternehmensgelände des Logistikdienstleisters Özkara Logistik und die andere am Zentrallager anzu- bringen ist. Die Anschaffungskosten für beide zusammen belaufen sich den Angaben von Herrn STREHL von Meyer Logistik zufolge auf rund 10.000 €. ⁸⁸

Zudem ergibt sich aus der Tatsache, dass mit dem Elektro-Lkw täglich auf zwei Touren insgesamt ca. 220 km zurückgelegt werden, aber die maximale Reichweite der Batterien mit einer Kapazität von 136 kWh, deren Vollladung mit 22 kW in ca. sechs Stunden erfolgt, auf 200 km begrenzt ist, mindestens ein Bedarf an Batterieaufladung für die restlichen 20 km. ⁸⁹ Demnach würde eine kWh eine Reichweite von 1,47 km erlauben (analog entspricht 1 km ca. 0,68 kWh). Somit könnten die restlichen 20 km mit einem Energiegehalt der Batterien von 13,6 kWh, der durch eine Aufladung mit einer Leistung von 22 kWh in rund 38 Minuten erreicht werden kann, abgedeckt werden. Bei einem Strompreis von 0,20 €/kWh ⁹⁰ würden für insgesamt 150 kWh Energiekosten von 30,00 € pro Tag und bei 302 Einsatztagen rund 9.000,00 € pro Jahr anfallen. Für das erste Jahr belaufen sich die Energiekosten inklusive der auf der Praxiserfahrung von Herrn STREHL von Meyer Logistik (s. o.) beruhenden einmaligen Mehrkosten für die Ladestationen auf 19.000,00 €, die sich immer noch deutlich unterhalb der jährlichen Kraftstoffkosten des Diesel-Lkws befinden. Somit zeichnet sich bei diesen laufenden Betriebskosten ein klarer Vorteil des Elektro-Lkws gegenüber dem Diesel-Lkw ab. Auf 15 Jahre hochgerechnet würde sich so ein Kostenvorteil des Elektro-Lkws von rund 245.000,00 € ergeben, wodurch der Nachteil bei den Umrüstungskosten von 230.000,00 € überkompensiert würde.

Die Tabelle 2 gibt einen Gesamtüberblick über die ermittelten Daten.

	Elektro-Lkw	Diesel-Lkw
AK	344.500,00 € (inkl. Umrüstungskosten)	114.500,00 €

88) Vgl. STREHL (2014a), Anhang 3A, S. 46.

89) Vgl. BAMELIS (2014a), Anhang 3A, S. 51-54.

90) Vgl. STREHL (2014d), Anhang 3D, S. 48.

Versicherung (jährlich)	1.700,00 €	1.700,00 €
Kfz-Steuer (jährlich)	entfällt bis Ende 2025	556,00 €
Inspektionskosten (jährlich)	101,40 € (HU ohne AU-Nachweispflicht) 82,30 € (Sicherheitsprüfung halbjährlich) 26,18 € (UVV)	167,10 € (HU einschließlich AU) 82,30 € (Sicherheitsprüfung halbjährlich) 26,18 € (UVV)
Kraftstoffkosten (jährlich)	entfällt	26.000,00 €
Energiekosten (jährlich)	9.000,00 € 10.000,00 € (einmalige Mehrkosten)	entfällt

Tabelle 2: Kosten für einen Elektro-Lkw und Diesel-Lkw

2.3.7 Resümee aus dem Vergleich von Diesel- und umgerüstetem Elektro-Lkw

Die Umrüstung eines konventionellen Lkws zu einem Elektro-Lkw wäre für Özkara Logistik aus der Sicht der Stakeholder mit einem höheren Prestige verbunden, da Elektro-Lkw einen umweltfreundlichen Transport ohne direkte Emissionen ermöglichen.⁹¹ Zudem würde das Unternehmen beim Einsatz eines Elektro-Lkws vor dem Hintergrund des nach § 40 BImSchG geregelten Durchfahrverbotes von bestimmten Umweltzonen als Maßnahme zur Luftreinhaltung und Verringerung von Schadstoffbelastung sowie Lärmemissionen für Fahrzeuge, die die dafür erforderlichen Immissionsgrenzwerte nicht erfüllen,⁹² nicht den erheblichen Einschränkungen wie ein Diesel-Lkw mit seinen gewichtigen Schadstoffemissionen unterliegen.⁹³ Daraus kann gefolgert werden, dass die Leistungserbringung der Unternehmen Özkara durch die Möglichkeit, solche Gebiete nicht nur aufgrund der Schadstoffvermeidung, sondern auch wegen der verminderten Lärmentwicklung mit Elektro-Lkw zu durchfahren, auch in der Zukunft begünstigt wird.⁹⁴

Mit Abstand am deutlichsten macht sich der Vorteil durch die Einsparung von Kraftstoffkosten bemerkbar. Ausgehend von rund 26.000,00 € pro Jahr, wenn wie in Kap. 2.3.6. dargestellt ein Diesel-Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen eingesetzt wird, liegen sie um rund

91) Vgl. BMVI (2014), o. S.

92) Vgl. BGBL. (2013), S. 1296-1297.

93) Vgl. RAIBER/SPINDLER/FELDWIESER (2014), S. 2.

94) Vgl. BMUB (2012), o. S.

17.000,00 € höher als die jährlich anfallenden Stromkosten des Elektro-Lkws. Zudem ist aufgrund der tendenziell eher steigenden Kraftstoffpreise, die aufgrund ihrer starken Schwankungen schlecht kalkulierbar sind,⁹⁵ eine entsprechende Verminderung der Gewinnspanne des Logistikdienstleisters Özkara beim Einsatz eines Diesel-Lkws zu erwarten. Auf dieser Grundlage stellt der geringe Energieverbrauch in Verbindung mit den daraus resultierenden niedrigen Energiekosten die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Elektro-Lkws unter Beweis.

Für eine so kleine Speditionsunternehmen wie Özkara Logistik ist die Wirtschaftlichkeit der Umrüstung und damit ihre finanzielle Realisierbarkeit nach den in der durchgeführten Untersuchung gewonnenen Informationen im kurzfristigen Horizont aufgrund der hohen, noch dazu fast vollständig auf Kreditbasis vorzufinanzierenden Einstiegskosten mit ziemlicher Sicherheit nicht gegeben. Eine entscheidende Rolle spielt langfristig die zu erwartende Nutzungsdauer des Elektro-Lkws, wobei ein Zeitraum von 8-10 Jahren⁹⁶ bei der hohen jährlichen Beanspruchung recht lange erscheint. Schwer zu kalkulieren ist zudem die Entwicklung der Kreditzinsen.

Bei Elektro-Lkw in dieser Größenordnung handelt es sich gegenwärtig um keine etablierte Technologie,⁹⁷ sodass sich entsprechende Umrüstungen noch im Entwicklungsstadium befinden.⁹⁸ Des Weiteren könnte sich die Reparaturzeit eines solchen Elektro-Lkws aufgrund der fehlenden fachlichen Erfahrung der meisten Fachkräfte im Einzugsgebiet der Nutzer verzögern.⁹⁹ Folglich müsste die Özkara Logistik bei einem reparaturbedingten Ausfall ein weiteres Fahrzeug als Ersatz vorhalten, damit die Erbringung der logistischen Dienstleistung gewährleistet werden kann.¹⁰⁰ Über ein Ersatzfahrzeug würde das Unternehmen im Ernstfall aber nicht verfügen.¹⁰¹ Für ein kleines Unternehmen wie die Özkara Logistik würde außerdem der Abtransport eines nicht abkuppelbaren Elektro-Lkws im Falle eines Ausfalls eine erhebliche finanzielle Belastung darstellen,¹⁰² da dies nur mithilfe eines speziellen Schwerlastkranwagens möglich wäre.¹⁰³

Einen weiteren entscheidungsrelevanten Aspekt beim Einsatz eines Elektro-Lkws stellt die zur Verfügung stehende öffentliche Ladeinfrastruktur dar, die insbesondere bei der Aufladung von schweren Elektro-Lkws noch zu große Schwachstellen hat. Bisher existieren deutschlandweit zwar

95) Vgl. ADAC (2014), o. S.

96) Vgl. NOW (2014b), S. 14.

97) Vgl. RAIBER/SPINDLER/FELDWIESER (2014), S. 2.

98) Vgl. BEM (2014), o. S.; RAIBER/SPINDLER/FELDWIESER (2014), S. 2.

99) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 61-63.

100) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 70-71.

101) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

102) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

103) Vgl. STÜTZ (2014), Anhang 5, S. 62.

immerhin schon 2200 öffentliche Ladestationen, aber erst 12 der erforderlichen Schnellladesäulen,¹⁰⁴ was im Vergleich zu den rund 14.600 Tankstellen¹⁰⁵ noch zu wenige sind. Herr ÖZKARA legt aber aufgrund der erforderlichen straffen zeitlichen Organisation seines Geschäftsbetriebs, der ohne zu große Unterbrechungen ablaufen sollte, sehr großen Wert auf die Möglichkeit zur jederzeitigen Aufladung des Batteriepakets.¹⁰⁶ Dieses Kriterium könnte insbesondere durch einen verstärkten Ausbau von Schnellladestationen, mit denen die Aufladung deutlich unter einer Stunde erfolgen könnte¹⁰⁷ und somit bei entsprechender zeitlicher Organisation dieser Phasen in Übereinstimmung mit der Güterbeladung der Transportprozess nicht nennenswert gestört werden würde, erfüllt werden.

104) Vgl. ENDTER (2014), S. 83.

105) Vgl. EID (2013), o. S.

106) Vgl. ÖZKARA (2014a), Anhang 1A, S. 41.

107) Vgl. VDE (2014a), o. S.

3 Fazit

Nach ausgiebigen Recherchen wurde festgestellt, dass bisher nur wenige Unternehmen in der Lage sind, die Umrüstung eines konventionell angetriebenen Lkws zu einem Elektro-Lkw zu übernehmen. In Anbetracht der finanziellen Möglichkeiten von Özkara Logistik wäre ein derartiges Umrüstungsprojekt eine verhältnismäßig kostspielige Angelegenheit. Die damit verbundenen Kosten wären anhand der zusammengetragenen Daten etwa dreifach so hoch wie die Neuanschaffung eines konventionellen Diesel-Lkws und könnten nur über einen relativ langen Zeitraum von ca. 15 Jahren durch die Einsparungen bei den Betriebskosten amortisiert werden. Dem stehen jedoch aufgrund der Prognoseunsicherheit hinsichtlich der Zuverlässigkeit dieser neuartigen Technik die unklaren Dispositionsmöglichkeiten über die Elektro-Lkw gegenüber. Die gegenwärtig für den öffentlichen Straßenverkehr zugelassenen Umrüstungsmöglichkeiten befinden sich immerhin in einem Erprobungsstadium, wobei bisher sehr positive Ergebnisse vorliegen. Hauptsächlich sind große Unternehmen an solchen Projekten beteiligt, denen das Management von Investitionen in dieser Größenordnung wesentlich leichter fällt als kleinen und mittleren Unternehmen. Im Falle einer Umrüstung müsste sich die Özkara Logistik zusätzlich noch durch ein entsprechendes finanzielles Polster absichern.

Eine Absicherung wäre auch insofern wichtig, als aufgrund der im Regelfall noch verhältnismäßig gering ausgeprägten Fachkompetenzen in räumlicher Nähe der Nutzer mit im Vergleich zu konventionellen Lkw erhöhten Wartungs- und Reparaturzeiten von Elektro-Lkw dieser Größe zu rechnen ist. Schließlich existiert bisher generell noch kein regelrechtes Servicenetz für Elektrofahrzeuge. Eine eigene Werkstatt für diesen Zweck einzurichten, wäre für ein so kleines Unternehmen auch nicht wirtschaftlich. Somit müsste Özkara Logistik während dieser Phasen in Notfällen für einen Ersatz seiner Transportkapazität sorgen. Die speziellen elektrotechnischen Anforderungen dieser Reparaturen würden deren Kosten entsprechend in die Höhe treiben. Sofern die dafür spezialisierten Fachkräfte zu bekommen sind, schlägt ebenso deren erhöhte Qualifizierung bei den Reparaturkosten zu Buche. Mit einer zunehmenden Durchsetzung von Elektro-Lkw würde sich zwangsläufig auch das Serviceangebot mit dem zur Verfügung stehenden Fachpersonal verbessern, was wiederum zu einer günstigen Entwicklung bei den Reparaturkosten führen würde.

Unbestritten sind die ökologischen Vorteile des Einsatzes von emissionsfreien Elektro-Lkw. Daraus würde sich insofern ein ökonomischer Vorteil ergeben, als damit auch Aufträge für Nachttransporte leichter zu erlangen wären. Da mit diesen Fahrzeugen das Hauptargument für Nachtfahrverbote von schweren Lkw entfallen würde, könnte der Schwerlastverkehr verstärkt in die Nacht

verlagert werden, um den allgemeinen Straßenverkehr tagsüber zu entlasten, was im Übrigen Verlängerungen der Fahrzeiten durch erhöhte Verkehrsaufkommen und Staus verringern würde.¹⁰⁸

Des Weiteren können auch Transporte durch in Umweltzonen liegende Straßen durchgeführt werden, die für konventionelle Lkws, deren Abgasemissionen die dort zulässigen Grenzwerte überschreiten, nicht befahrbar sind. Das zunehmende Interesse der verschiedenen Stakeholdergruppen an besseren Umweltbedingungen entfaltet auf die Entwicklung und Verbreitung von allen umweltfreundlichen Technologien eine „segensreiche“ Wirkung. In diesem Zuge könnte sich folglich der Imagegewinn durch den Einsatz eines Elektro-Lkws bei der Özkara Logistik fördernd auf ihre Auftragslage auswirken.

Eine vollständige Quantifizierung aller Größen wie der Betriebskosten, die in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren variieren, war aufgrund der vorliegenden Datenlage nicht möglich. Eine herausragende Rolle spielen hierbei sicherlich die Energiekosten, bei denen nur die Aufladungen pro Nacht und einmal am Tag zur Abdeckung der Reichweite der Touren berücksichtigt wurden. Weitere Aufladungen durch widrige Verkehrs- und Streckenverhältnisse sowie niedrige Temperaturen hätten selbst mit einem hohen Modellierungsaufwand nur sehr spekulativ einkalkuliert werden können. Da sowohl die Entwicklung der Strom- als auch der Kraftstoffpreise aufgrund der vielfältigen Einflussmöglichkeiten innerhalb des langfristigen zeitlichen Horizonts, der für die in dem vorliegenden Projektbericht zu untersuchende technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit eines Elektro-Lkws relevant ist, einerseits nicht sicher prognostiziert werden können und es andererseits nicht auf die absoluten Preise, sondern auf deren Verhältnis zueinander ankommt, wurde der Einfachheit halber von gleichbleibenden Preisen auf dem gegenwärtigen Niveau ausgegangen.

Die aufgrund des für das Beispielunternehmen noch unzureichenden Ausbaus Ladeinfrastruktur öffentlichen unternehmensseitig erforderliche Installation von zwei Ladestationen würde lediglich mit weniger als 5 % der gesamten Projektkosten zu Buche schlagen. Zur Tourenanpassung erwies sich nur die Verkehrstelematik als wirtschaftliches Hilfsmittel, da die Auftragsbearbeitung mit fest vorgegebenen Touren keinen sonstigen Handlungsspielraum für die Özkara Logistik erlaubt.

Eine öffentliche Förderung, insbesondere der das Rückgrat der Wirtschaft darstellenden kleinen und mittleren Unternehmen, beim Einsatz von Elektro-Lkws könnte in der City-Logistik zu einer starken Verbreitung dieser Technologie mit allen dazugehörigen Faktoren von der Ladeinfrastruktur bis zum Servicenetz führen. Durch die damit erzielten ökologischen Vorteile sind im Gegenzug

108) Vgl. FRAUNHOFER IPK (2013), S. 1.

entsprechend positive volkswirtschaftliche Auswirkungen bei den Kosten im Gesundheitswesen und für die Klimafolgen zu erwarten.

4 Literaturverzeichnis

ADAC (2014)

ALLGEMEINER DEUTSCHER AUTOMOBIL-CLUB E.V. (ADAC): Jährliche Durchschnittspreise Kraftstoffe seit 1950. München 2014, im Internet unter der URL: <http://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/kraftstoffpreise/kraftstoffdurchschnittspreise/>, letzter Zugriff am 26.12.2014.

BAMELIS (2014a)

BAMELIS, F.: Telefonische Expertenbefragung für die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw v. 11.09.2014, 26.11.2014 und 05.01.2015. Projektkoordinator von E-Trucks Europe in Lommel (B).

BAMELIS (2014b)

BAMELIS, F.: Kostenvoranschlag über die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw, mit E-Mail v. 24.12.2014 gesendete pdf-Datei. Projektkoordinator von E-Trucks Europe in Lommel (B).

BEM (2014)

BUNDESVERBAND EMOBILITÄT E.V. (BEM): Logistik: Leise und sauber durch die Stadt. Meldung vom 12. November 2014, Berlin 2014, im Internet unter der URL: <http://www.bem-ev.de/logistik-leise-und-sauber-durch-die-stadt/>, letzter Zugriff am 17.12.2014.

BGBL. (1998a)

BUNDESGESETZBLATT (BGBL.): Gesetz zur Reform des Güterkraftverkehrs (vom 22. Juni 1998) — 1. Abschnitt - Allgemeine Vorschriften, § 1 Begriffsbestimmungen. Teil I, Nr. 38, ausgegeben zu Bonn am 26. Juni 1998, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Bonn, Bundesanzeiger Verlag, Köln 1998, im Internet unter der URL: http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl198s1485.pdf, letzter Zugriff am 19.10. 2014.

BGBL. (1998b)

BUNDESGESETZBLATT (BGBL.): Gesetz zur Neuregelung des Fracht-, Speditions- und Lagerrechts (Transportrechtsreformgesetz – TRG) (vom 25. Juni 1998) – 5. Abschnitt – Speditionsgeschäft, § 458 Selbsteintritt. Jahrgang 1998, Teil I, Nr. 39, ausgegeben zu Bonn am 29. Juni 1998, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Bonn, Bundesanzeiger Verlag, Köln 1998, im Internet unter der URL: [http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl198s1588.pdf%27\]#__bgbl__%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl198s1588.pdf%27\]__1420010417396](http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl198s1588.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl198s1588.pdf%27]__1420010417396), letzter Zugriff am 29.12.2014.

BGBL. (2012a)

BUNDESGESETZBLATT (BGBL.): Gesetz zur Änderung des Versicherungssteuergesetzes und des Kraftfahrzeugsteuergesetzes (Verkehrssteueränderungsgesetz – VerkehrStÄndG) – § 3d Steuerbefreiung für Elektrofahrzeuge. Jahrgang 2012, Teil I, Nr. 57, ausgegeben zu Bonn am 11. Dezember 2012, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Bonn, Bundesanzeiger Verlag, Köln 2012, im Internet unter der URL: [http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&start=//*%255B@attr_id=%27bgbl112s2431.pdf%27%255D#__bgbl__%2F%2F*%40attr_id%3D%27bgbl112s2431.pdf%27\]__1415592034299](http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&start=//*%255B@attr_id=%27bgbl112s2431.pdf%27%255D#__bgbl__%2F%2F*%40attr_id%3D%27bgbl112s2431.pdf%27]__1415592034299), letzter Zugriff am 19.10.2014.

BGBL. (2012b)

BUNDESGESETZBLATT (BGBL.): Untersuchung der Fahrzeuge – Anlage VIII (§ 29 Absatz 1 bis 4, 7, 9, 11 und 13). Jahrgang 2012, Teil I, Nr. 18, ausgegeben zu Bonn am 4. Mai 2012, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Bonn, Bundesanzeiger Verlag, Köln 2012, im Internet unter der URL: [http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl112s1086.pdf%27\]#__bgbl__%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl112s0679.pdf%27\]__1419653769085](http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl112s1086.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl112s0679.pdf%27]__1419653769085), letzter Zugriff am 25.12.2014.

BGBL. (2013)

BUNDESGESETZBLATT (BGBL.): Bekanntmachung der Neufassung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (vom 17. Mai 2013) – 4. Teil - Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen und Schienenwegen, § 40 Verkehrsbeschränkungen. Jahrgang 2013, Teil I, Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 27. Mai 2013, Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Bonn, Bundesanzeiger Verlag, Köln 2013, im Internet unter der URL: [http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl113025.pdf%27\]#__bgbl__%2F%2F*\[%40attr_id%3D%27bgbl113025.pdf%27\]__1420014404790](http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl113025.pdf%27]#__bgbl__%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl113025.pdf%27]__1420014404790), letzter Zugriff am 29.12.2014.

BMUB (2012)

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB): Luftreinhaltung – Umweltzone / Umweltplakette. Berlin, 23.08.2014, im Internet unter der URL: <http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/luftreinhaltung/umweltzonen-umweltplakette/>, letzter Zugriff am 31.12.2014.

BMVI (2014)

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI): Elektromobilität. Berlin 2014, im Internet unter der URL: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/IR/elektromobilitaet.html>, letzter Zugriff am 07.08.2014.

BOLTZE/WOLFERMANN/SCHÄFER (2005)

BOLTZE, M.; WOLFERMANN, A.; SCHÄFER, P. K.: Leitfaden Verkehrstelematik – Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Berlin), Technische Universität Darmstadt Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik sowie ZIV – Zentrum für integrierte Verkehrssysteme an der Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt, Juni 2005, im Internet unter der URL: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/leitfaden-verkehrstelematik.pdf?__blob=publicationFile, letzter Zugriff am 12.12.2014.

CANZLER/KNIE (2012)

CANZLER, W.; KNIE, A.: Vom Batteriefahrzeug zur Elektromobilität. In: Proff, H.; Schönharting, J.; Schramm, D.; Ziegler, J. (Hrsg.): Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität – Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte. Gabler Verlag, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2012, S. 5-20.

DEKRA (2011)

DEKRA E.V.: DEKRA untersucht Energiebilanz von Elektroauto – Mit der Temperatur sinkt die Reichweite. Presseinformation v. 10.11.2011, Stuttgart 2011, im Internet unter der URL: http://www.dekra.de/de/pressemitteilung?p_p_lifecycle=0&p_p_id=ArticleDisplay_WAR_ArticleDisplay&_ArticleDisplay_WAR_ArticleDisplay_articleID=7200581, letzter Zugriff am 17.12.2014.

DIEHLMANN/HÄCKER (2012)

DIEHLMANN, J.; HÄCKER, J.: Automobilmanagement. 2. Aufl., Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München 2012.

E-FORCE ONE (o. J.)

E-FORCE ONE AG: E-Force — Der bessere Lastwagen — emissionsfrei unterwegs. Fehraltorf (CH) o. J., im Internet unter der URL: http://eforce.ch/wp/wp-content/uploads/2013/06/EFORCE_prospekt.pdf, letzter Zugriff am 28.12.2014.

EID (2013)

ENERGIE INFORMATIONSDIENST GMBH (EID): Tankstellenzahl in Deutschland weiter stabil. Nachricht vom 09.08.2013, Hamburg 2013, im Internet unter der URL: <http://www.eid-aktuell.de/2013/08/09/tankstellenzahl-in-deutschland-weiter-stabil/>, letzter Zugriff am 30.12.2014.

ENDTER (2014)

ENDTER, C.: Engpass Green Mobility — Grenzen des Mobilitätswandels versus Erfolgsfaktor Akzeptanz. Igel Verlag RWS, Hamburg 2014.

EU (2004)

EUROPÄISCHE UNION (EU): Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. Kapitel IV, Beförderung, Amtsblatt der Europäischen Union, L 139, 47. Jg., 30.04.2004, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxembourg (LU), im Internet unter der URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0852&from=DE>, letzter Zugriff am 17.12.2014.

EU (2007)

EUROPÄISCHE UNION (EU): Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 05. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Union, L 263, 50. Jg., 09.10. 2007, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxembourg (LU) 2007, im Internet unter der URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0046&from=DE>, letzter Zugriff am 06.12.2014.

FRAUNHOFER IPK (2013)

FRAUNHOFER INSTITUT FÜR PRODUKTIONSANLAGEN UND KONSTRUKTIONSTECHNIK IPK: »Nanu« — Leise Laster für die Nacht — Erstes Nutzfahrzeugprojekt startet im »Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg«. Medieninformation 1/2013, Berlin, 16. Januar 2013, im Internet unter der URL: http://www.ipk.fraunhofer.de/fileadmin/user_upload/IPK_FHG/presse-und-medien/medieninformationen/medieninfo_ipk_01_2013.pdf, letzter Zugriff am 29.12.2014.

GDV (2013)

GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT E.V. (GDV): Wie Elektroautos versichert werden. Berlin 2013, im Internet unter der URL: <http://www.gdv.de/2013/02/wie-elektroautos-versichert-werden/>, letzter Zugriff am 30.12. 2014.

GOOGLE MAPS (2014a)

GOOGLE MAPS: Im Internet unter der URL:

GOOGLE MAPS (2014b)

GOOGLE MAPS: Im Internet unter der URL: [**GOOGLE MAPS \(2014c\)**](https://www.google.de/maps/dir/Ernst-Moritz-Arndt-Stra%C3%9Fe,+41747+Viersen/Eickener+Stra%C3%9Fe,+M%C3%B6nchengladbach/Neusser+Stra%C3%9Fe,+41065+M%C3%B6nchengladbach/Wehrstra%C3%9Fe,+41199+M%C3%B6nchengladbach/Poststra%C3%9Fe,+41189+M%C3%B6nchengladbach/Hardter+Stra%C3%9Fe,+41179+M%C3%B6nchengladbach/Pastorenkamp,+41169+M%C3%B6nchengladbach/Ernst-Moritz-Arndt-Stra%C3%9Fe,+41747+Viersen/@51.1892256,6.3332981,12z/data=!3m1!4b1!4m50!4m49!1m5!1m1!1s0x47b8abd1e603dab5:0x69455f4a8da6072f!2m2!1d6.3938602!2d51.2457439!1m5!1m1!1s0x47b8ac88f8a73fc7:0x476652cd4399b9e0!2m2!1d6.4468841!2d51.2086421!1m5!1m1!1s0x47b8acfc804ed0c3:0xc945a9b0a68fcd41!2m2!1d6.4717424!2d51.2028427!1m5!1m1!1s0x47bf530fb25dd869:0x3442d3848483d4b5!2m2!1d6.4499137!2d51.1363983!1m5!1m1!1s0x47bf537e4a2bf1b3:0x9abb3a73e0b19609!2m2!1d6.4140797!2d51.1323436!1m5!1m1!1s0x47bf553056613531:0x272f5fdcf18563fd!2m2!1d6.3464862!2d51.1644666!1m5!1m1!1s0x47b8aa9157e2b0c3:0x46eee509d5caa6ab!2m2!1d6.3425071!2d51.20183!1m5!1m1!1s0x47b8abd1e603dab5:0x69455f4a8da6072f!2m2!1d6.3938602!2d51.2457439!3e0, letzter Zugriff am 09.12.2014.</p></div><div data-bbox=)

GOOGLE MAPS: Im Internet unter der URL: [**KOETHER \(2014\)**](https://www.google.de/maps/dir/Ruhrorter+Stra%C3%9Fe,+45478+M%C3%BClheim+an+der+Ruhr/Ernst-Moritz-ArndtStra%C3%9Fe+18,+41747+Viersen/@51.3358087,6.476446,11z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x47b8c08c79767de5:0x9328c5838f99218e!2m2!1d6.827341!2d51.4407061!1m5!1m1!1s0x47b8abd1ef29d503:0x99c1a339667f4080!2m2!1d6.3935!2d51.2469, letzter Zugriff am 09.12. 2014.</p></div><div data-bbox=)

KOETHER, R.: Distributionslogistik – Effiziente Absicherung der Lieferfähigkeit. 2. Aufl., Springer Gabler, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014.

KRANKE (2014)

KRANKE, A.: Elektro-LKW mit Kühlung versorgen Filialen von Lidl und Rewe. Verkehrsrundschau v. 30.09.2014, Springer Fachmedien, München 2014, im Internet unter der URL: <http://www.verkehrsrundschau.de/elektro-lkw-mit-kuehlung-versorgen-filialen-von-lidl-und-rewe-1552397.html>, letzter Zugriff am 02.11.2014.

MIETSCH (2007)

MIETSCH, F.: Verkehrstelematik. In: Schöller, O.; Canzler, W.; Knie, A. (Hrsg.): Handbuch Verkehrspolitik. VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007, S. 641-662.

MÜNCHOW-KÜSTER/BOLLENS (2012)

MÜNCHOW-KÜSTER, A.; BOLLENS, T.: Analyse des Einsatzes alternativer Antriebsarten im Bereich des Straßengüterverkehrs mit Hilfe des computergestützten Programms SEN. Verbundprojekt LOGFOR, LOGFOR-Projektbericht Nr. 2, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Duisburg-Essen, Essen 2012.

NIEGEL (2014)

NIEGEL, S.: Informationsanfrage wegen eines Kostenvoranschlags für den Neukauf eines Elektro-Lkws per E-Mail, Antwort v. 08.12.2014. Daimler AG Corporate Marketing & Sponsorship, Cooperations&Trusts.

NOW (2014a)

NATIONALE ORGANISATION WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENGEOTECHNOLOGIE (NOW GMBH): Kompendium für den interoperablen und bedarfsgerechten Aufbau von Infrastruktur für Elektrofahrzeuge – Öffentliche Ladeinfrastruktur für Städte, Kommunen und Versorger. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat UI43 „Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität“ (Hrsg.), Berlin, Februar 2014, im Internet unter der URL: http://www.saena.de/download/OEffentliche_Ladeinfrastruktur_fuer_Staedte__Kommunen_und_Versorger.pdf, letzter Zugriff am 23.11.2014.

NOW (2014b)

NATIONALE ORGANISATION WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENGEOTECHNOLOGIE (NOW GMBH): Elektromobilität in der Stadt- und Verkehrsplanung – Praxiserfahrungen aus den Modellregionen und weitere Wissensbedarfe. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat UI43 „Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität“ (Hrsg.), Berlin, Februar 2014, im Internet unter der URL: http://www.saena.de/download/Elektromobilitaet_in_der_Stadt-_und_Verkehrsplanung.pdf, letzter Zugriff am 31.12.2014.

ÖZKARA (2014a)

ÖZKARA, D.: Persönliche Expertenbefragung über das Unternehmen Özkara Logistik v. 10.09.2014. Inhaber von Özkara Logistik in Mülheim/Ruhr (D).

ÖZKARA (2014b)

ÖZKARA, D.: Kfz-Steuer und Kfz-Versicherung, mit E-Mail v. 30.12.2014 gesendete Datei. Inhaber von Özkara Logistik in Mülheim/Ruhr (D).

RAIBER/SPINDLER/FELDWIESER (2014)

RAIBER, S.; SPINDLER, H.; FELDWIESER, M.: Zusammenfassung – Elektrischer Schwerlastverkehr im urbanen Raum. Projektstudie, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO; Projektpartner: Prof. Dr. Tobias Bernecker, Hochschule Heilbronn – Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik INVL, Stuttgart/Heilbronn 2014, im Internet unter der URL: <http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/schwerlastverkehr.pdf>, letzter Zugriff am 30.12.2014.

SCHARENBERG (2015)

SCHARENBERG, A.: Kostenvoranschlag für den Neukauf eines Diesel-Lkws von MAN, mit E-Mail v. 02.01.2015 gesendete pdf-Datei. Beauftragter für den Lkw-Verkauf bei MAN Truck & Bus Deutschland GmbH Center Essen.

SCHNECK (2014)

SCHNECK, K.: Tourlisten, mit E-Mail v. 30.12.2014 gesendete Excel-Datei. Disponent der Supermarktkette (Kaiser´s Tengemann), Viersen.

STREHL (2014a)

STREHL, M.: Schriftliche Expertenbefragung über die Umrüstung von Diesel-Lkw zu Elektro-Lkw per E-Mail, Antwort v. 28.11.2014. Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D).

STREHL (2014b)

STREHL, M.: Schriftliche Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw per E-Mail, Antwort v. 08.12.2014. Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D).

STREHL (2014c)

STREHL, M.: Schriftliche Expertenbefragung über den Elektro-Lkw per E-Mail, Antwort v. 09.12.2014. Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D).

STREHL (2014d)

STREHL, M.: Schriftliche Expertenbefragung zu den Energiekosten für Elektro-Lkw per E-Mail, Antwort v. 29.12.2014. Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D).

STREICHERT/TRAUB (2012)

STREICHERT, T.; TRAUB, M.: Elektrik/Elektronik-Architekturen im Kraftfahrzeug — Modellierung und Bewertung von Echtzeitsystemen. Springer Vieweg, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2012.

STÜTZ (2014)

STÜTZ, S.: Persönliche Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw v. 19.09.2014. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund (D).

TÜV (2014)

TECHNISCHER ÜBERWACHUNGSVEREIN (TÜV) NORD AG: Entgeltliste (Auszug) — Technische Prüfstelle für den Kfz-Verkehr. Hannover 2014, im Internet unter der URL: http://www.tuev-nord.de/cps/rde/xbcr/SID-B4AE9531-BBC3CCD8/tng_de/tp-preise-apr-14.pdf, letzter Zugriff am 25.12.2014.

VBG (2013)

VERWALTUNGS-BERUFGENOSSENSCHAFT (VBG) GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG: Gesetze/Vorschriften — V. Prüfung, § 57 Prüfung. Hamburg 2013, im Internet unter der URL: <http://www.vbg.de/apl/uvv/12/57.htm>, letzter Zugriff am 26.12. 2014.

VDE (2014a)

VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK E. V. (VDE): E-Mobility: Ladekonzepte, VDE Website, VDE-Verbandsgeschäftsstelle, Frankfurt am Main 2014, im Internet unter der URL: <http://www.vde.com/de/E-Mobility/Ladeinfrastruktur/Ladekonzepte/Seiten/default.aspx>, letzter Zugriff am 04.12.2014.

VDE (2014b)

VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK E. V. (VDE): E-Mobility: Abrechnungskonzepte, VDE Website, VDE-Verbandsgeschäftsstelle, Frankfurt am Main 2014, im Internet unter der URL: <http://www.vde.com/de/e-mobility/ladeinfrastruktur/abrechnungskonzepte/seiten/default.aspx>, letzter Zugriff am 04.12.2014.

WITTE/KLUMPP (2013)

WITTE, C.; KLUMPP, M.: Betriebliche Änderungsanforderungen für den Einsatz von Elektronutzfahrzeugen — eine AHP-Expertenbefragung. Arbeitspapiere der FOM, FOM Hochschule, ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement, Schriftenreihe Logistikforschung, Band 37, Essen, Oktober 2013, im Internet unter der URL: http://www.fom.de/download/1928-FOM_ILD_Arbeitspapier_Online_37.pdf, letzter Zugriff am 21.09. 2014.

ZOLL (o. J.)

ZOLL: Kraftfahrzeugsteuer – Grundsätze der Besteuerung – Fälligkeit. Bundesministerium der Finanzen, Bonn, im Internet unter der URL: http://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verkehrsteuern/Kraftfahrzeugsteuer/Grundsaeetze_Besteuerung/Faelligkeit/faelligkeit_node.html, letzter Zugriff am 26.12.2014.

5 Anhang

Anhang 1A: Expertenbefragung über das Unternehmen Özkara Logistik (Özkara (2014a)).....	39
Anhang 1B: Kfz-Steuer und Kfz-Versicherung (Özkara (2014b))	42
Anhang 2: Tourlisten (Schneck (2014))	43
Anhang 3A: Expertenbefragung über die Umrüstung von Diesel-Lkw zu Elektro-Lkw (Strehl (2014a)).....	45
Anhang 3B: Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw (Strehl (2014b)).....	47
Anhang 3C: Expertenbefragung über den Elektro-Lkw (Strehl (2014c)).....	47
Anhang 3D: Expertenbefragung zu den Energiekosten für Elektro-Lkw (Strehl (2014d))	48
Anhang 4A: Expertenbefragung über die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw (Bamelis (2014a))	49
Anhang 4B: Kostenvoranschlag von E-Trucks Europe für die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw (Bamelis (2014b))	56
Anhang 5: Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw (Stütz (2014)).....	58
Anhang 6: E-Mail-Anfrage wegen eines Kostenvoranschlags für den Neukauf eines Elektro-Lkws (Niegel (2014))	72
Anhang 7: Kostenvoranschlag für den Neukauf eines Diesel-Lkws von MAN vom Typ TGM (Scharenberg (2015)).....	73

Anhang 1A: Expertenbefragung über das Unternehmen Özkara Logistik (Özkara (2014a))

Herr D. Özkara, Inhaber der Özkara Logistik in Mülheim/Ruhr (D); Persönliches Interview vom 10.09.2014.

Ruhrorterstraße 112

45478 Mülheim an der Ruhr (D)

Interviewer = I:

Befragter = B:

I: Können Sie bitte kurz Ihr Unternehmen darstellen Herr Özkara?

B: Bei unserer Speditionsunternehmen handelt es sich um einen Familienbetrieb, der seit 2010 existiert und für eine große Supermarktkette unter Auftrag steht. Wir führen Lebensmitteltransporte im Umkreis von 30-130 km des Zentrallagers durch. Wir haben vier Lkws, zwei 40-Tonner, einen 26-Tonner und einen 18-Tonner, die bis auf den 18-Tonner jeden Tag, also sechs Tage in der Woche in Doppelschicht im Einsatz sind. Mit dem 18-Tonner wird nur in einer Schicht gearbeitet. Wir fangen generell mit dem kleinen Lkw um 05.00 Uhr morgens und mit den anderen etwas früher um 04.00 (Uhr) an. Und, ja, soweit nichts dazwischen kommt, wie zum Beispiel Staus oder irgendwelche Ereignisse, die zu einer Verspätung führen, hören wir mit dem 18-Tonner so gegen 14.00 Uhr und mit den anderen um 19 Uhr auf. In der Unternehmen sind sechs Fahrer eingestellt. Es kann aber natürlich auch vorkommen, dass ich für die Fahrer einspringen muss, sobald einer aus bestimmten Gründen nicht arbeiten kann.

I: Wie viele Touren werden am Tag gemacht und wie sieht der Ablauf der Transporte im Hinblick auf den 18-Tonnen-Lkw, den Sie als Elektro-Lkw einsetzen wollen würden, aus?

B: Mit dem 18-Tonner werden pro Tag zwei feste Touren im innerstädtischen Bereich durchgeführt, d.h., es sind im Prinzip pro Tour jeden Tag dieselben Filialen, die beliefert werden. Es kommt also sehr selten vor, dass mit dem Fahrzeug mal eine andere Tour gemacht werden muss. Wir fahren kurz nach 04.00 Uhr von unserem Betriebsgelände los, sodass wir pünktlich um 05.00 Uhr am Zentrallager sind, fahren den Lkw an die Laderampe und holen dann im Büro die Papiere, die Beladeliste, die Tourliste etc. ab und beladen den Lkw anhand der Beladeliste mit den für die Tour bereitgestellten Waren wie Trockensortiment, Mopro, Frisch-

und Fleischware. Meist sind das insgesamt 17 zu transportierende Europaletten, die im Laderaum 17 Stellplätze einnehmen. Mit der Ameise sind dann alle 18 Stellplätze des Kühlkoffers belegt. Hierbei ist darauf zu achten, dass zuerst die Ware der zuletzt aufzusuchenden Filiale in den Lkw befördert wird und die der ersten Filiale zuletzt. Was ich noch sagen kann ist, dass der Laderaum in zwei Kammern mit unterschiedlichen Temperaturen aufgeteilt ist, sodass die Güter, die evtl. unterschiedlich gekühlt befördert werden müssen, in den jeweiligen, schon vor der Verladung auf die vorgegebene Temperatur vorgekühlten Kammern dann auch transportiert werden können. Das Ganze dauert ca. eine Stunde. Dann fahren wir los zu den Filialen. Wichtig ist natürlich auch, dass die vorgegebenen Zeiten eingehalten werden, die in der Tourliste eingetragen sind, sowie die Filialen mit den Adressen, die nacheinander beliefert werden müssen. Die Entladung an jeder Filiale dauert ungefähr 15 Minuten und jede weitere Fahrt von einer zur anderen Filiale im innerstädtischen Raum, zum Beispiel für die erste Tour, im Schnitt sieben Minuten. Also, wenn wir davon ausgehen, dass wir laut der Tourliste (siehe Anhang Schneck (2014), erste Tour) sieben Filialen innerhalb einer Tour von 05.00 Uhr bis 09 Uhr 20 beliefern müssen, macht das schon mal mehr oder weniger zweieinhalb Stunden und mit dem Hin- und Rückweg zum Zentrallager kommt man so auf drei Stunden und noch was. Mit der einstündigen Beladung sind die vorgesehenen vier Stunden und 20 Minuten abgedeckt. Ja, so sehen die Touren mit einer Fahrstrecke von ca. 71 km aus, die mit dem 18-Tonner-Lkw gemacht werden. Ja, und derselbe Vorgang gilt dann auch für die zweite Tour, die aber erst nach einer Pause von einer halben Stunde anfängt.

- I: Und wie viele km legt der Lkw täglich insgesamt zurück?
- B: Täglich werden im Schnitt rund 220 km gefahren.
- I: Und wie viel Liter verbraucht der Lkw?
- B: Der Verbrauch liegt bei 27-28 Litern auf 100 km.
- I: Und um welches Modell handelt es sich genau bei dem Fahrzeug, welche Leistung und Schadstoffklasse hat es?
- B: Es ist ein MAN TGA 18.320 mit 235 kW bzw. 320 PS. Die Schadstoffklasse ist Euro 4.
- I: Und wie sieht es mit der Tourenoptimierung aus? Verwenden sie bspw. irgendwelche Informations- und Telekommunikationssysteme?
- B: Ja, wir verwenden schon seit der Gründung des Unternehmens Fahrzeugnavigationssysteme mit GPS-Ortung. Sie sind für die effiziente Transportabwicklung bei beispielsweise durch

Stau, Unfälle oder Baustellen verursachten Verkehrsbehinderungen sogar unverzichtbar, um eine neue Route zu berechnen. Von ihnen werden beispielsweise auch Brückenhöhen und bestimmte Straßen, die mit dem Lkw nicht befahren werden können, berücksichtigt sowie auch die Lkw-Maße.

I: Ich würde mich gerne noch bei Ihnen über die Ladeinfrastruktur erkundigen. Was ist für Sie in dieser Hinsicht wichtig und welche Voraussetzungen müssen Ihrer Meinung nach erfüllt werden?

B: Wichtig ist für uns natürlich, dass die Lieferungen ohne Zeitverzug durchgeführt werden können. D.h., das Fahrzeug während der Arbeitszeit stundenlang an das Stromnetz anzuschließen, wäre nicht vorstellbar. Ich muss aber wiederum auch die Möglichkeit haben, bei Gelegenheit und Bedarf eine Aufladung vorzunehmen. Daher muss ich sichergehen können, dass ich den Lkw rechtzeitig wieder aufladen kann, um während der Arbeitszeit einsatzfähig zu sein.

I: Ich hätte noch eine letzte Frage, Herr Özkara. Haben Sie auch ein Ersatzfahrzeug für den Fall, dass der Elektro-Lkw mal ausfällt?

B: Ja, das wäre natürlich eine heikle Situation. Nein, haben wir nicht. Also es bestünde auch nicht die Möglichkeit ein Ersatzfahrzeug anzuschaffen, denn das wäre dann zu kostenaufwendig. Unsere finanziellen Möglichkeiten, wären ja natürlich beschränkt, wenn wir für einen Elektro-Lkw schon so viel ausgegeben hätten.

Anhang 1B: Kfz-Steuer und Kfz-Versicherung (Özkara (2014b))

Herr D. Özkara, Inhaber der Özkara Logistik in Mülheim/Ruhr (D); E-Mail v. 30.12.2014.




Konto		Kfz-Steuern					Funktion	
Datum	BU	Gegenkto.	Buchungstext	USt %	Belegfeld 1 Belegfeld 2	Umsatz Soll	Umsatz Haben	
09.01.2013		1200	KfzSt MH-OO			556,00		
23.01.2013		1200	KfzSt MH-OO			556,00		
04.04.2013		1200	KfzSt MH-OO					
10.04.2013		1200	KfzSt MH-OO					
29.05.2013		1200	KfzSt MH-OO					
20.06.2013		1200	KfzSt MH-OO					
05.08.2013		1200	KfzSt MH-OO					
06.11.2013		1200	KfzSt MH-OO					
13.11.2013		1200	KfzSt MH-OO			556,00		
26.11.2013		1200	KfzSt MH-OO			556,00		
EB-Wert		Saldo		JVZ-Soll		JVZ-Haben		
0,00								

Konto		Kfz-Versicherungen					Funktion	
Datum	BU	Gegenkto.	Buchungstext	USt %	Belegfeld 1 Belegfeld 2	Umsatz Soll	Umsatz Haben	
02.01.2013		1200						
02.01.2013		1200						
10.01.2013		1200						
16.01.2013		1200						
22.01.2013		1200						
30.01.2013		1200						
01.02.2013		1200						
01.02.2013		1200						
01.03.2013		1200						
01.03.2013		1200						
04.03.2013		1200						
07.03.2013		1200						
02.04.2013		1200						
02.04.2013		1200						
12.04.2013		1200						
29.04.2013		1200						
02.05.2013		1200						
02.05.2013		1200						
07.05.2013		1200						
14.05.2013		1200						
03.06.2013		1200						
24.06.2013		1200						
01.07.2013		1200						
01.07.2013		1200						
29.07.2013		1200						
01.08.2013		1200	Vers.			1.723,82		
02.09.2013		1200	Vers.			1.723,82		
01.10.2013		1200	Vers.			1.723,82		
01.10.2013		1200						
14.10.2013		1200						
04.11.2013		1200	Vers.			1.723,82		
02.12.2013		1200	Vers.			1.723,82		
EB-Wert		Saldo		JVZ-Soll		JVZ-Haben		
0,00								

Anhang 2: Tourlisten (Schneck (2014))




Herr K. Schneck, Disponent der Supermarktkette in Viersen (D); E-Mail v. 30.12.2014.

Tour 5100 (erste Tour)

LDZ	Viersen		TourNr:	5100		Rollkarte	Fleisch & Frische		Datum	28. Feb 15							
Spediteur	Özkara Logistik				Tel: Versand Viersen												
LKWNr	Kennzeichen		Typ	FW Kap		TkKap		Nutzlast in t									
590	MH-OO		3-A	18				18									
Nr	KST	Filial Bezeichnung	FZ	PLZ	Telefon	Strasse	Ladezeit	Sort.	Frachtraum-kammer	kg	Lieferung	Euro	DHP	Rolli	Sonst. a. Euro	HB	Bemerkung
5100																	
1	80563	Kempen		47906		Engerstraße	05:00	Fleisch	Kammer 1	285	2						
2	80790	Krefeld		47839		Auf dem Graben	05:00	Fleisch	Kammer 1	267	2						
3	80395	Krefeld		47798		Friedrichstraße	05:00	Fleisch	Kammer 1	384	3						
4	80398	Krefeld		47799		Crakauer	05:00	Fleisch	Kammer 1	391	3						
5	80736	Krefeld		47800		Glockenspitz	05:00	Fische	Kammer 2	202	2						
6	80389	Krefeld		47800		Uerdingerstr.	05:00	Fleisch	Kammer 1	398	3						
7	80390	Krefeld		47800		Uerdingerstr.	05:00	Fische	Kammer 2	213	2						
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
Anz. Liefer	7											17	0	0	0		
TourNr	5100		Stellplatz Nr	62		Gesamt		17,00									
Abfahrt	06:00		Name	Özkara		Versand Unterschrift											
Rückkehr	09:20		Name			Fahrer Unterschrift											



Tour 5200 (zweite Tour)

LDZ	Viersen		TourNr:	5200	Rollkarte	Fleisch & Frische	Datum	28. Feb 15										
Spediteur	Özkara Logistik				Tel: Versand Viersen													
LKW Nr	Kennzeichen	Typ	FW Kap	TkKap	Nutzlast in t													
590	MH-OO	3-A	18		18													
Nr	KST	Filial Bezeichnung	FZ	PLZ	Telefon	Strasse	Ladezeit	Sort.	Frachtraum-kammer	kg	Lieferung	Euro	DHP	Rolli	Sonst. a. Euro	HB	Bemerkung	
5100																		
1	80431	Mönchengladbach		41063		Eickenerstraße	09:50	Fleisch	Kammer 1	423		3						
2	80423	Mönchengladbach		41065		Neusserstraße	09:50	Fleisch	Kammer 1	278		2						
3	80284	Mönchengladbach		41199		Wehrstraße	09:50	Frische	Kammer 2	327		3						
4	80475	Mönchengladbach		41189		Poststraße	09:50	Fleisch	Kammer 1	449		3						
5	80467	Mönchengladbach		41179		Hardter Straße	09:50	Frische	Kammer 2	332		3						
6	80256	Mönchengladbach		41169		Pastorenkamp	09:50	Fleisch	Kammer 1	451		3						
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
anz. Liefer	6											17	0	0	0			
											Gesamt		17,00					
TourNr	5200		Stellplatz Nr	63														
Abfahrt	10:50		Name	Özkara		Versand		Unterschrift										
Rückkehr	13:25		Name			Fahrer		Unterschrift										

Anhang 3A: Expertenbefragung über die Umrüstung von Diesel-Lkw zu Elektro-Lkw (Strehl (2014a))

Herr M. Strehl, Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D); E-Mail vom 28.11.2014.

1. Was ist unter der Umrüstung eines konventionellen Lkws auf Elektro-Lkw allgemein zu verstehen?

Der Ausbau des herkömmlichen Antriebsaggregats Dieselmotor inkl. Getriebe und weitere Komponenten. Umrüstung auf einen reinen Elektromotor ohne Schaltung und Kupplung.

2. Wie lange dauert die Umrüstzeit bei einem konventionellen Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse von 18 Tonnen?

In unserem Fall müssen Sie mit einer ca. 7-wöchigen Umbauzeit bei Bereitstellung der notwendigen Komponenten rechnen.

3. Wie teuer ist eine Umrüstung eines 18 Tonnen konventionellen Lkws?

Die Anschaffung eines rein elektrischen 18to Lkws ist derzeit rund 2/3 teurer als die Anschaffung eines vergleichbaren Diesel-Lkw.

4. Welche Batterien werden bei der Umrüstung eingesetzt?

Lithium-Eisenphosphat-Akkus, 120 kWh, 400V.

Welche Vor- und Nachteile haben diese Batterien?

Lange Lebensdauer, beschränkte Ladekapazität, „Witterungs-Empfindlichkeit“, hohe Kosten.

5. Welche Dimensionierung (Größe/Gewicht) der Batterien kommt bei Elektro-Lkw mit einer zGM von 18 Tonnen in Frage und welche Kapazität (kWh) weisen diese Batterien auf?

2 x 1300 kg schwere Batterieblocks mit jeweils 120 Zellen, Kapazität 120 kWh, 400 V.

6. Inwiefern wird die Laderaumkapazität/Nutzlast des Lkws durch die eingesetzten Batterien beeinflusst?

Die Laderaumkapazität wird überhaupt nicht beeinflusst. Die Nutzlast ist in etwa um 1000 kg geringer als bei herkömmlichen Fahrzeugen.

7. Wie viele km beträgt die maximale Reichweite mit den entsprechenden Batterien?

Bis zu 350 km Reichweite pro Batterieladung.

8. Wie viele km werden mit dem Elektro-Lkw pro Tour und insgesamt nach Anzahl der Touren täglich zurückgelegt?

Einsatz der Fahrzeuge im Zweischichtsystem. Durchschnittliche Tourlänge ca. 120 km. Ca. 4 Touren/Tag.

9. Wie viele kWh verbraucht der Elektro-Lkw im Durchschnitt auf 100 km/h?

Auf der Autobahn ca. 80-110 kWh/100km [entspricht 8-11 Liter Diesel/100 km]. Im Überland- bzw. Stadtverkehr 60-90 kWh/100 km [entspricht 6-9 Liter Diesel/100 km].

10. Wie lange dauert eine Vollladung der Batterien und wie sieht die optimale Aufladung/der optimale Ladevorgang für die Leistungserbringung aus?

Ladezeit bei einem Anschluss mit 400V/63A, 44 kW = ca. 6 Stunden – bei 400V/32A, 22 kW = ca. 12 Stunden. Kompletter Batteriewechsel innerhalb von 5 Minuten möglich. Besonderheit: durch die Rückgewinnung von Bremsenergie [Rekuperation] werden die Batterien während des Einsatzes „ständig“ wieder geladen.

11. Welche Ladetechnik (induktiv/konjunktiv, Wechselstrom/Gleichstrom) wird bei der Batterieaufladung angewandt?

Keine Antwort.

12. Wie sieht die Ladeinfrastruktur für die Batterieaufladung aus und mit welchen Kosten ist der Ausbau einer Ladeinfrastruktur verbunden?

Ladeinfrastruktur am Betriebshof entweder vorhanden oder muss geschaffen werden. Legung eines zuvor genannten Ladestrompunktes. Kosten +/- 5 T€. Eine „generelle Infrastruktur“ gibt es nicht.

13. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich beim Einsatz des Elektro-Lkws hinsichtlich der Leistungserbringung?

Nicht Fernverkehr geeignet, hohe Anschaffungskosten – sehr geringe Geräusentwicklung [45 dB(A)], keine direkten CO₂-Emissionen, kein Schadstoffausstoß, geringer Energieverbrauch [ca. ein Drittel eines vergleichbaren Diesel-Lkw].

14. In welchen Abständen fallen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an? Welche Kosten fallen dafür an?

Noch keine Erfahrungswert

Anhang 3B: Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw (Strehl (2014b))

Herr M. Strehl, Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D); E-Mail vom 08.12.2014.

AW: Nachfrage nach Elektro LKW

←   Vollansicht schließen

Von: [Strehl Matthias](#)

08.12.2014 um 08:38 Uhr

An: [selma oezkara](#)

Sehr geehrte Frau Özkara,

bei den Fahrgestellen handelt es sich um Iveco Stralis Euro 6 AD 190 S 31 P [4x2]. Auf diesen Fahrgestellen haben wir Frische-Aufbauten inkl. Ladebordwand sowie Kälteaggregate verbaut [Typ Frigoblock FK25i]. Sie werden für unsere Kunden REWE und Lidl im Frischdienst bei bis zu vier Touren in der Doppelschicht eingesetzt. Die Batterieladung erfolgt zum einen während der Tour durch die Rekuperation. Zum anderen wird bei jedem Beladevorgang am Lager das Fahrzeug immer wieder an das Stromnetz angeschlossen und in der Zeit wo es nicht bewegt wird [Schichtwechsel], hängt es ebenfalls an der Ladesteckdose. „Googeln“ Sie mal nach der E Force one AG und/oder nach der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG im Internet und Sie werden ein wenig Bildmaterial finden.

Mit freundlichen Grüßen

Matthias Strehl

Ludwig Meyer GmbH & Co. KG
Logistik Services
Otto-Hahn-Straße 11
61381 Friedrichsdorf

www.meyer-logistik.com

Anhang 3C: Expertenbefragung über den Elektro-Lkw (Strehl (2014c))

Herr M. Strehl, Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D); E-Mail vom 09.12.2014.

AW: AW: Nachfrage nach Elektro LKW

  Vollansicht schließen

Von: [Strehl Matthias](#)

09.12.2014 um 15:00 Uhr

An: [selma oezkara](#)

Sehr geehrte Frau Özkara,

die Fahrzeuge haben eine Leistung von 300 kW = 408 PS. Beim Drehmoment muss ich leider passen, die Info liegt mir nicht vor.

Mit freundlichen Grüßen

Matthias Strehl

Ludwig Meyer GmbH & Co. KG
Logistik Services
Otto-Hahn-Straße 11
61381 Friedrichsdorf

m.strehl@meyer-logistik.com
www.meyer-logistik.com

Kommanditgesellschaft HR Bad Homburg,
Komplementärin: Ludwig Meyer GmbH, HR Bad Homburg,
Geschäftsführer Heinz Meyer, Markus Bappert, Matthias Strehl

Anhang 3D: Expertenbefragung zu den Energiekosten für Elektro-Lkw (Strehl (2014d))

Herr M. Strehl, Geschäftsführer der Ludwig Meyer GmbH & Co. KG in Friedrichsdorf (D); E-Mail vom 29.12.2014.

AW: Anfrage auf Energiekosten für den Elektro-LKW



Von: Strehl Matthias +

29.12.2014 um 10:44 Uhr

An: selma oezkara

Sehr geehrte Frau Özkara,

wenn Sie von +/- 0,20 €/kWh ausgehen, können Sie anhand der bereits übermittelnden Informationen zum Verbrauch und Einsatzdauer sehr leicht die Stromkosten errechnen.

Ihnen alles Gute, Gesundheit und Erfolg für 2015

Mit freundlichen Grüßen

Matthias Strehl

Ludwig Meyer GmbH & Co. KG
Logistik Services
Otto-Hahn-Straße 11
61381 Friedrichsdorf

www.meyer-logistik.com

Anhang 4A: Expertenbefragung über die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw (Bamelis (2014a))

Herr F. Bamelis, Projektkoordinator von E-Trucks Europe in Lommel (B); drei Telefonate, erstes Telefonat am 11.09.2014, zweites Telefonat am 26.11.2014 und drittes Telefonat am 05.01.2015.

Balendijk 221

B-3920 Lommel

info@e-truckseurope.com

Interviewer = I:

Befragter = B:

Erstes Telefonat am 11.09.2014:

I: Ich möchte für ein privates Unternehmen einen Diesel-Lkw zu einem Elektro-Lkw umrüsten. Welche Möglichkeiten bieten sich?

B: Ja, natürlich ist es möglich. Wir bauen Lastwagen um, alte oder neue Lastwagen, die bei uns reinkommen, die bauen wir um.

B: Man kann es auch als Privatunternehmen durchführen. Wir haben einen Diesellaster in einem grenzüberschreitenden Projekt, das war eine Zusammenarbeit, aber das kann man auch privat machen, natürlich.

I: Ich würde gerne wissen, wie die Umrüstung generell aussieht, also was dabei genau gemacht wird?

B: Der Verbrennungsmotor geht raus. Das Gesamtbetriebe bleibt drin und wir bauen einen Elektromotor ein und auch noch die Antriebe, den Luftkompressor und auch die Längssteuerung, Steuerbekräftigung, natürlich kommen Batterien drauf und dann noch einige Umwandler. Das ist so das, was wir machen. Wir machen noch eine Software drauf.

I: Ok, wie sieht es denn mit den Batterien aus? Was sind das für Batterien, die da eingesetzt werden?

B: Es sind Lithium-Ionen-Batterien, die sind dann in den Dieselreservoirs untergebracht. Da sind die Batterien montiert auf Chassi, links und rechts.

- I: Okay, wie schwer sind sie? Wie viel wiegen sie?
- B: Insgesamt hat das Fahrzeug Gewichtsmaße wie am Anfang. Der Motor geht raus, der ist schwer und es kommen die Batterien rein, die Batterien insgesamt sind 200 kg, eine wiegt 100 kg. Dann haben wir noch den Tank, der raus muss. Diesel ist auch Gewicht. Also das ist es.
- I: Ja klar. Also die Nutzlast ändert sich dann nicht, die bleibt dann auch so wie vorher?
- B: Wie vorher, richtig.
- I: Das ist schön. Und wie lädt man die Batterien, dafür braucht man ja bestimmt so eine Ladestation zum Aufladen?
- B: Bei uns nicht. Unser Konzept ist so aufgebaut, dass das Aufladen überall geht, wenn man eine 32 Ampere Steckdose hat, einfach einstecken kann. Sie brauchen keine Ladestation bei uns.
- I: Und wie lange dauert so eine Aufladung, Vollauffladung?
- B: Bei einer normalen Steckdose von 32 Ampere ungefähr sechs Stunden, wenn es ganz leer ist.
- B: Es geht auch schneller, aber manchmal ist dann die Elektrizität in der Nation, also die Ströme, die wirklich durch die Dose gehen, begrenzt.
- I: Und wie teuer ist so eine Umrüstung?
- B: Das ist nicht so einfach. Ein normaler Lastwagen, wo man nicht Zweiachser hat oder bei Müllfahrzeugen oder...?
- I: Es ist ein Lkw mit 18 Tonnen.
- B: Zweiachser?
- I: Ja.
- B: Normal ist Zweiachser. Ja gut, hat es auch Kühlsystem drauf, oder?
- I: Ja, mit Kühlsystem.
- B: Ist das auch für Ware zu transportieren oder nur für Verpflegung?
- I: Das ist für Ware. Wir transportieren Lebensmittel, wie gesagt, er hat auch einen Kühlkofferraum.
- B: Ein Kühlkofferraum. Das ist so ein ähnliches Fahrzeug wie bei Hintzen, das muss auch elektrifiziert werden. Das muss man auch machen, aber das machen wir, ist kein Problem. Da ist

man so ungefähr, wenn Ihr das Fahrzeug hier rein fährt und dann bauen wir es um, dann muss man rechnen mit ungefähr 230.000 Euro.

I: Und noch eine wichtige Frage: Welche maximale Reichweite hat denn dann so ein Lkw?

B: Also man muss denken, dass das 200 km ist.

I: 200 km, also ohne Zwischenladung?

B: Ohne Zwischenladung. Was man tun kann, weil unser System kann man in jede Steckdose reinstecken, wenn man irgendwo ankommt, dann muss das Fahrzeug länger stillstehen, wenn ich nicht fahre.

I: Es hat ja auch viele Vorteile, glaube ich, im Vergleich zu einem normalen Lkw, zu einem Herkömmlichen.

B: Ja natürlich hat es Vorteile. Es ist ohne Geräusch, es ist ohne Emission. Man kann überall hinfahren, ohne Emission, da sind die Vorteile enorm natürlich.

I: Wie sieht es mit der Zulassung aus? wissen Sie auch, wie es hier in Deutschland aussieht mit der Zulassung?

B: Das geht über den TÜV. Hier bei uns, was wir immer machen, ist, dass wir mit dem RDW arbeiten, weil jedes Fahrzeug, was wir reinbekommen, ist ein altes Fahrzeug. Wir müssen irgendwo prüfen und das machen wir bei RDW in Middelstadt in den Niederlanden und weil man das in der EU nutzen wird, ist es akzeptiert überall. Und dann muss man das Fahrzeug anmelden und dann ist das akzeptiert.

I: Also Sie machen das vor Ort, dann ist das einfacher, ansonsten wäre das schon sehr schwierig, wenn ich hier in Deutschland noch mal versuchen würde, eine Zulassung zu bekommen, meinen Sie?

B: Ja, ja.

I: Ach so, ja super. Dann hätte ich hier mit der Zulassung auch kein Problem, könnte den Wagen sofort anmelden.

B: Wir haben mal eine Prüfung gemacht, das dauerte noch vier Tage, bis Sie die Papiere von der Prüfung haben und dann kannst du mit diesen Papieren das Fahrzeug wieder anmelden, weil es schon ein Fahrzeug ist, was schon angemeldet ist.

Zweites Telefonat am 26.11.2014:

B: Ein 18 Tonner war das Fahrzeug?

I: Ja, ein 18 Tonner mit Kühlkoffer, Kühlanlage.

B: Da können wir rechnen mit 230.000 Euro.

I: Ok, dann können wir auch einen MAN nehmen.

B: Da ist die Schwierigkeit nicht nur der technologische Ausgangspunkt, aber das Thema Mobilisation ist schwieriger, es soll schwieriger sein, weil ich weiß gar nicht, ob wir dort bei MAN die richtigen Kontakte haben, dass die uns die Homologations-Prozeduren von ihren alten Fahrzeugen freigeben. Die müssen das machen, anders gibt es für uns keine Chance, um das Fahrzeug geprüft zu bekommen.

I: Ach so, Sie brauchen hier von MAN Daten, also Informationen. Habe ich das richtig verstanden?

B: Ja, von MAN technische Informationen, die es für alle Fahrzeuge gibt die brauchen wir nicht. Aber das, was wir wirklich brauchen, ist die Unterstützung von MAN, um die Homologation zu machen, das heißt, wir müssen alle Teilprüfungen, Teilhomologationen bekommen, das MAN vorher mit dem Fahrzeug gemacht hat.

B: Wenn wir das nicht haben, dann ist es unmöglich ein umgebautes Elektro-Fahrzeug prüfen zu lassen. Das ist wirklich etwas, was wir jetzt sehen, wenn man ein Fahrzeug baut, dann ist es ganz sicher, dann gibt es keine Probleme, ist nicht gefährlich, aber nur von Administrationsseite aus, ist es enorm schwierig etwas anderes umzubauen, weil wir nicht diese Teilprüfungen haben. Den Prüfungsreport müssen wir haben. Wenn wir das nicht haben, können wir nicht damit anfangen. Wir können es umbauen, aber dann kannst du nicht auf dem Weg damit fahren.

I: Könnte ich Sie noch etwas fragen? Wie viel Kilowatt Leistung hat denn so ein Elektro-Lkw, ein 18 Tonner?

B: So ein 18 Tonner bringt um die 150 Kilowatt elektrische Leistung. Es ist unterschiedlich mit einem Dieselmotor, was eine Leistung von einem Elektromotor angeht, das heißt man kann nicht immer stundenlang diese Leistung liefern. Wenn es nötig ist, kann man eine höhere Leistung bekommen, für 10, 15 oder zwei Minuten, die viel höher ist. Weil man im Kopf 150 Kilowatt hat, kann man damit momentan so ungefähr 250 Kilowatt draus ziehen. Die maxi-

male Kilowatt-Leistung ist 250, aber das kann man nicht stundenlang liefern. Wenn man stundenlang Kapazität, Leistung braucht, dann soll man ungefähr 150 Kilowatt stundenlang liefern.

I: Welche Kapazität haben die Batterien?

B: Bei uns ist das 136 kWh.

I: 136?

B: 136, ja. Dann kommt immer die Frage: Kann man da weniger als eine Stunde fahren, weil wir einen Motor haben von 150 Kilowatt und nur 136 Kilowattstunden Energie in der Batterie, stimmt auch nicht, eben weil man 90 km/h unsere Autos auf der Autostraße fahren, braucht ihr nur zwischen 80 und 70 Kilowatt Motorleistung.

I: Sie sagten, dass man das an Steckdosen auch aufladen kann. Wie viel Ampere waren es nochmal?

B: 32.

I: 32 Ampere?

B: Ja.

I: Und Volt?

B: 400. Das ist ja ein normaler 3-Phasen-Anschluss. Das ist nicht eine Haussteckdose. Das sind die Steckdosen, die im Geschäft sind. Das sind eigentlich Hochleistungsstecker, weil die normale Hausanlage mit zwei Zehnern Elektrizität, die liefern nicht genügend Energie. Das reicht nicht genügend. Wenn man sich in der Werkstatt umsieht, dann sieht man immer die Roten, die mit 400 Volt in drei Phasen rein sind. Die brauchen wir.

I: Die 400 Volt und 32 Ampere Steckdosen?

B: Ja, das ist das, was wir brauchen.

I: Sechs Stunden beträgt die Aufladedauer?

B: Ja, wenn wir 32 Ampere aus der Steckdose rausziehen können. Aber unsere Erfahrung ist, dass wir oft das nicht tun sollen, weil die Installation im Werk, in der Werkstatt das nicht liefern kann.

I: Aber sechs Stunden über Nacht müsste man den Lkw doch aufladen können, oder?

- B: Ja über Nacht normal, ja. Unter Nacht ist nicht viel Aktivität und die Meisterwerkstatt hat nicht viel Aktivität und dann kann man nehmen an Volt.
- I: Ja, noch eine Frage. Wie viel macht das denn im Durchschnitt auf 100 km? Wie viele kWh im Durchschnitt auf 100 km?
- B: Man muss rechnen mit ungefähr 0,9 Kilowattstunden pro Kilometer. Und alle 100 km prüft man ungefähr die Real-kW.
- B: Das ist natürlich eine Panik von sehr Vielen. Kann man eine sehr große Ladung rein haben? Wenn ich 90 km/h fahre, ist auch ganz unterschiedlich oder 30 oder 40 km/h. Eigentlich kann man das nicht so sagen, wie viel er verbraucht.
- I: An Nutzlast verliert der nichts, hatten Sie gesagt gehabt zuletzt. Da wird sich jetzt an dem Gewicht nichts ändern, an dem Gewicht des Lkws?
- B: Nutzlast von einem Unterbau der Lkw ist wie neu. Ein Diesel- und ein Elektro-Lkw unterscheiden sich nicht in der Nutzlast. Wenn man ein 18 Tonner-Fahrzeug hat, kann er acht bis neun Tonnen fahren, so etwa.
- I: Noch eine Frage, Herr Bamelis? Wie lange dauert denn so eine Umrüstung?
- B: Man muss, ja, das ist natürlich wie mit welchem Fahrzeug man reinfährt, aber normal sollte es in drei Monate umgebaut sein, weil dann braucht man noch drei Monate zur Homologation.
- I: Ach so für die Prüfung meinen Sie dann, die letzten drei Monate.
- B: Eine Prüfung dauert lange Zeit, da hat man nicht viel Arbeit dran. Man kann es nur als Fahrzeug anbieten für die Prüfung, wenn man meint, dass es ganz fertig ist. Und jeder sagt mal: Ja, das muss man noch anschauen. Das müssen wir noch anschauen. Es müssen alles Einzelprüfungen sein.
- I: Ja, deswegen dauert es auch so lange, sagen Sie? Also insgesamt sechs Monate ungefähr?
- B: Insgesamt sechs Monate, ja. Wir sagen aber auch immer: Drei Monate soll das Fahrzeug bei uns sein und danach kann das Fahrzeug nach hier kommen. Aber es ist noch nicht geprüft. Da soll es noch drei Monate in einer Ecke stehen, um das Fahrzeug prüfen zu lassen. Wenn es dann geprüft ist, geht es ins Ausland. So ähnlich, wie der Niederländer sagt: Op geht. TÜV nach zwei Wochen, wenn man all die Papiere hat und dann geht es los.
- I: Sie klären das alles?

- B: Ja, ja. Einmal wenn die Papiere von RDW dort sind, eigentlich macht der Kunde selbst. Aber wir machen das auf Ihren Namen, dass wir die ganzen Papiere, das ganze Buch nach dem TÜV schicken und dann geht es raus.
- I: Noch eine Frage: Wie sieht es mit der Wartung aus, Herr Bamelis? In welchen Abständen macht man die Wartung oder wo kann ich das machen lassen oder machen Sie das auch später?
- B: Normal ist es so, dass alles was Original ist am Lkw, das macht der Kunde oder macht der Lieferung vom Lkw, Bremsen, 24-Volt-Spannungsnetz oder Licht und so, das machen die Leute, die normale Werkstatt selbst. Alles, was mit Elektronik und Elektrizität zu tun hat, machen wir.
- I: Und in welchen Abständen muss man dann so eine Wartung machen lassen? So die Reparatur beispielsweise?
- B: Reparatur, mit Elektro-Fahrzeugen hast du nicht so viel Reparaturen.
- I: Also der muss noch mal zur Kontrolle, meine ich jetzt?
- B: Die normale Kontrolle, die Technik-Kontrolle, so wie bei uns die APK, die technische Kontrolle, die muss man natürlich unbedingt wie andere Lkws machen. Nachschauen, ob alles gut ist, das können wir machen.
- I: Das können Sie machen. Und in welchen Abständen ungefähr? Sechs Monate oder in einem Jahr oder...?
- B: Das sind Daten vom Lkw gesammelt, die wir jeden Tag anschauen können. Normal machen wir das jeden Monat oder so, aber einen Turnus gibt es nicht.
- I: Dann muss es nicht zwingendermaßen immer jeden Monat sein, sagen Sie?
- B: Nein, nein, nein.

Drittes Telefonat am 05.01.2015:

I: Kann man die Batterien auch schnell aufladen mit 63 A und 400 V in ungefähr drei Stunden (Vollladung)?

B: Ja, das geht.

Anhang 4B: Kostenvoranschlag von E-Trucks Europe für die Umrüstung eines Diesel-Lkws zu einem Elektro-Lkw (Bamelis (2014b))

Herr F. Bamelis, Projektkoordinator von E-Trucks Europe in Lommel (B); E-Mail v. 24.12.2014.



Lommel, 24 december 2014

Balendijk 221
3920 Lommel
Belgium
info@e-truckseurope.com
Tel: +32 11 555520
Fax: +32 11 555590

Concerns: Unverbindlichen Angebot 1 E-Truck Oezkara GmbH

To: Selma Oezkara
Oezkara Logistic GmbH
Ruhrorterstrasse 112
D-45478 Mülheim an der Ruhr

Dear Frau Oezkara,

We can offer you the next solution for an E-Trucks with Kohlkoffer.

Subject

E-Trucks Europe is asked to offer for an E-Trucks with a total load capacity of minimal 6tons. There is a requirement for additional power take-off for cooling. An action range of 180km daily should be sufficient and there is enough time and electrical power available to be recharged during day.

Budget

The budget for the reconversion of 1 truck towards an E-Truck that can fulfill the requirements discussed above is 230.000,-€, the truck chassis, cooling system and isolated container itself not included. The reconversion can be done on an existing (diesel) chassis that is owned by the future owner, or can be delivered by E-Trucks Europe. The budget to be foreseen depends on the state of the truck to be reconverted.

E-Trucks Europe foresees all paperwork and certification of the vehicle, training of drivers, local technicians and fire brigade (in case required).

The customer has to consider that these vehicles consume an important amount of electrical power during charging (25Amps on 3phases during slow charging, and up to 100Amps during fast charging), what might require changes in the grid connection in the vehicle depot. The charge rate can be adapted to the requirements of the user, an adaptation of the charge rate affects the total charge time and hence has to be considered for operational purposes.

Remark

In general, the Trucks we offer are part of a collaborative project in which E-Trucks Europe participates as a supplier. The setup of a collaborative project is justified by the important difference between an electric heavy duty vehicle and a traditional diesel vehicle. It is our experience that customers judge E-vehicles as diesel vehicles during presales phases, what can create disappointment and/or unexpected situations later at acceptance or during operations. Such a collaborative project includes test drives at your spot to evaluate the E-Trucks' capability to answer to the final users' demands. Only with a real life evaluation and a discussion about the future driving operations prior to production, we are able to select the best able battery capacity and motor power to produce the best suitable vehicle for your demands. Therefore, this offer should not be seen as a final offer but a first yardstick for the size of budgets. Budgets can increase or decrease based on requirements in a final offer.



Lommel, 24 december 2014

With kind regards,

Flip Bamelis
+32 476 555509

Balendijk 221
3920 Lommel
Belgium
info@e-truckseurope.com
Tel: +32 11 555520
Fax: +32 11 555590

Anhang 5: Expertenbefragung über den Einsatz von Elektro-Lkw (Stütz (2014))

Herr Dr. S. Stütz, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund (D); Persönliches Interview vom 19.09.2014.

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4

44227 Dortmund (D)

Interviewer = I:

Befragter = B:

B: Sie wollen wissen, wie Ihre kleine Spedition vorgehen muss, um zu beurteilen, ob elektrische Lkw für sie eine Option sind? Ja, dazu müsste ich jetzt im ersten Schritt wissen, welche Verkehre Sie in Ihrer Spedition, welche Dienstleistung Ihr Speditionsunternehmen anbietet. Also, wenn Sie jetzt sagen, wir bieten jetzt alles an, kommen wir nicht weiter. Ich meine, bieten Sie so was an oder haben Sie Fahrzeuge im Regionalverkehr, oder sagen Sie...

I: Im City-Nahverkehr, ja.

B: Im citynahen Verkehr, gut. Denn hätten Sie jetzt gesagt, wir bewegen uns ausschließlich im Vorladungsbereich und fahren quer durch Deutschland, hätte ich Ihnen direkt gesagt, diese Fahrzeuge wären für Sie aufgrund der beschränkten Reichweite schwierig. Das Kernproblem ist, dass Sie in einem Batteriespeicher zwar hinreichend Fahrenergie für einige Kilometer reinbekommen, auch für einige Hundert, wenn es sein muss, je nach Modell. Allerdings unterscheiden sich die Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb immer noch so stark von den Fahrzeugen mit batterieelektrischem Antrieb, dass deren Reichweiten deutlich höher sind und selbst, wenn man annähme, dass sie gleich wären, braucht es immer noch sehr viel mehr Zeit, ein batterieelektrisches Fahrzeug wieder fahrbereit zu bekommen, wenn die Batterie fast leer ist im Vergleich zu einem Dieselfahrzeug. Ein Dieselfahrzeug können Sie innerhalb von einer Viertelstunde wieder bequem volltanken. Bei einem elektrischen Fahrzeug können Sie das nicht unbedingt. Sie können zwar über Schnellladeverfahren relativ schnell, ich glaube in 20 Minuten, halbe Stunde maximal Fahrbatterien bis zu 80 Prozent wieder aufladen. Das würde aber bedeuten, Sie brauchen einen Schnelllader. Das heißt auf einer Langstrecke haben Sie eher ein Problem, weil die Verbrennungsfahrzeuge, ich meine jetzt nicht exklusiv Diesel, aber

ich sage mal alles, was einen klassischen Tank hat, ob das jetzt ein Gastank oder ein Dieseltank ist, spielt da gar keine Rolle. Für die existiert erstens die Infrastruktur, dass die nirgends liegen bleiben, dass sie meistens unterwegs irgendwo eine Tankstelle finden und weiterfahren können und die Maximaldistanzen, die Sie da fahren können, sind deutlich höher. Das heißt, ein Elektrofahrzeug hätte auf einer Langstrecke nicht nur mehrere Tankstopps, sondern auch noch länger dauernde Tankstopps. Deswegen wären auf einer Langstrecke Elektro-Lkw, ich sage mal nur sehr zurückhaltend eingesetzt beziehungsweise mehr innerhalb im Rahmen von Versuchen. Da, wo elektrische Lkw oder überhaupt Verteilerfahrzeuge tatsächlich schon genutzt werden, ist nämlich der Nah- und Regionalverkehr, weil sie dort nämlich in einem Kilometerradius unterwegs sind, der Sie als Nutzer, als Unternehmen, das diese Fahrzeuge betreibt, als Firmenbetreiber nicht zwingend unter der Reichweitenbegrenzung leiden lässt. Ich mache Ihnen ein konkretes Beispiel: Wenn Sie ein Fahrzeug haben, was von Ihrem Depot aus jeden Tag 50, 60 km fährt, gleich welcher Antrieb dahinter steckt, und diese Touren deswegen so kurz sind, weil Sie am Tag fünf bis zehn Kunden beliefern, die Belieferung jeweils eine halbe, dreiviertel Stunde dauert, dann werden Sie niemals ein Problem mit der Reichweite kriegen.

Also müssen Sie im Grunde bei sich, bei Ihren Belieferungsverkehren erst mal eine Analyse machen über die Touren, die Sie fahren, welche Längen diese Touren haben.

I: Wir machen zwei Touren am Tag.

B: Pro Lkw müssen Sie zwei Touren fahren? Da bekommen Sie möglicherweise schon wieder das Problem der Nachladung.

I: Genau. Gehen wir mal folgendermaßen an die Sache ran. Ich habe in Deutschland eigentlich mehrere Firmen angerufen, die für so eine Umrüstung zuständig sind. Man sagte mir, dass es aufgrund der Batterielast auch eigentlich gar nicht sinnvoll ist, so einen Lkw umzurüsten.

B: O.k., da empfehle ich Ihnen mal die Unternehmen TEDI-Logistik in Dortmund anzusprechen. Die haben nämlich einen 12-Tonner. Der Punkt ist, dass TEDI pro Tag deren Fahrzeug Filialbelieferung nutzt und Rundtouren, auch zwei Rundtouren fährt. Die machen das nämlich so, dass ihr Fahrzeug über Nacht geladen, also morgens vollgeladen bereit steht, die Liefertour beginnt und wenn neues Stückgut aufgenommen werden muss, also man zum Depot zurückfährt, nutzt man einen Schnelllader, um das Fahrzeug wieder voll zu machen und das macht man parallel zur Ladung der Ladefläche mit Stückgut. Also insofern nutzt man im Grunde die Zeit, die das Fahrzeug sowieso steht im Cross, um wieder beladen zu werden. Da verliert man

also nichts. Ich kann mir denken, woher die Aussage kommt, dass sich das per se nicht lohnt. Diese Leute gehen davon aus, dass Sie das Fahrzeug in der gleichen Art und Weise belasten wollen wie ein Verbrennungsmotorfahrzeug. Die vermuten einfach, so gehe ich davon aus, dass Sie ins Depot zurückkommen und bereits nach zehn Minuten wieder weiterfahren wollen. Aber das ist ja bei einem 16-Tonnen-Lkw nicht zu schaffen, innerhalb von zehn Minuten mit 34 Paletten zu bestücken. Das geht nicht, da werden Sie eher eine halbe Stunde brauchen, wenn nicht sogar mehr. Abgesehen davon, dass ja nicht nur die Beladung zu machen ist, sondern möglicherweise sind ja auch noch irgendwelche organisatorischen Absprachen mit dem Fahrer zu tun, dass ihm eine Rollkarte gegeben werden muss oder dergleichen. Insofern würde ich das nicht pauschal verneinen, dass das nicht geht. Das würde ich nicht pauschal sagen. Es hängt eben davon ab, wie Sie das Fahrzeug nutzen wollen. Wenn Sie sagen, ich habe hier ein Nutzungsprofil eines unserer Dieselfahrzeuge und das schmeiße ich jetzt raus und setze jetzt an dieser Stelle eins zu eins ein Elektrofahrzeug, sage ich grundsätzlich: Vorsicht! Hängt natürlich von Ihrem Prozess ab, was Sie da machen. Wenn Sie aber bei der Wiederbeladung Ihres Fahrzeuges auf jeden Fall eine halbe Stunde stehen und Sie nutzen Schnellladungsverfahren, würde ich erst mal sagen, ist die Zwischenladung kein organisatorisches und auch kein technisches Problem. Dann müssen Sie natürlich schauen, wie viel Energie Sie im Rahmen der Schnellladung wieder in die Traktionsbatterien reinbekommen und ob das wiederum reicht, um die restliche Tour zu fahren. Also brauchen Sie im Grunde nicht nur Informationen darüber, was das Fahrzeug, oder wie auch das Fahrzeug schnellgeladen werden kann, sondern Sie müssen auch wissen, wie viel Sie mit einer voll- oder teilgeladenen Batterie an Touren sicher abdecken können. Das ist im Augenblick noch eine gewisse Schwierigkeit. Das Problem ist nur, bei einem Dieselfahrzeug interessiert es Dienstleister praktisch kaum, ob dieser Verbrauch im Winter mal raufgeht oder unter schlechten Bedingungen, nicht nur im Winter. Schlechte Bedingungen sind für mich zum Beispiel, wenn Sie sich durch dichten Verkehr bewegen oder wenn Sie ein hügeliges Gelände haben. Ich sagte eben schon, dass die Energie, die so ein Dieselfahrzeug mit sich rumschleppt, einfach mal bezogen auf die gesamte Tourlänge unglaublich viel ist. Sie werden wahrscheinlich ein Dieselfahrzeug am Tag nicht einmal vollbetanken. Das ist aber eine Sache, die müssen Sie bei einem Elektro-Fahrzeug in Betracht ziehen, weil im Verhältnis dessen Reichweite natürlich deutlich geringer ist. Insofern brauchen Sie saubere Erfahrungswerte, was die Reichweite angeht, und Sie müssen im Grunde nicht nur das haben, sondern Sie müssen diese Erfahrungswerte ja unter verschiedenen Bedingungen kennen. Es reicht nicht zu wissen, im Jahresmittelverbrauch braucht der 16-Tonnen-Lkw 80 Kilowattstunden, denn der Verbrauch kann relativ volatil sein. Und die Volatilität

im Verbrauch vermutet man im Augenblick nicht nur in der Temperatur und Umgebungssituation, die vielfältige Einflüsse darauf hat.

I: Die Fahrweisen auch.

B: Die Fahrweise kann eine Rolle spielen, also nach unseren Ergebnissen ist der Fahrer nicht unbedingt der maßgebende Einfluss. Bei uns legen auch die Messdaten nahe, dass sich im Winter die Reichweite reduziert. Also wenn ich bei uns im Projekt die Tourlängen, die effektiv gefahrenen Tourlängen in ihrer Verteilung nebeneinander stelle, könnte ich zu der These gelangen, dass die Tourlängen sich im Winter signifikant unterscheiden. Konnte ich bisher lustigerweise statistisch nicht nachweisen. Also, es sieht so aus, aber es lässt sich, ich sage mal auf Basis von statistischen Tests, nicht belegen. Es ist aber auch eine physikalische Geschichte, dass unter ungünstigen Umgebungstemperaturen die chemischen Prozesse einer Batterie langsamer ablaufen. Also, je kälter die Außentemperatur, umso weniger belastungsfähig ist eine Batterie. Batterien können mit weiter absinkender Temperatur schon ein Problem darstellen. Bei unseren Breiten geht das bisweilen. Dennoch müssen Sie im Grunde Aussagen darüber haben, wie die Verbrauchsspannweite ist. Unter verschiedenen Nutzungsszenarien, also wie viel Stopps macht er pro Tour, wie lang ist die Tour, wie ist die Umgebungstemperatur. Sie müssen also diese Werte kennen und diese Werte müssen Sie meiner Erfahrung nach auch im täglichen Gebrauch möglichst nachhalten, um dem Disponenten ein Gefühl dafür zu geben und auch eine Erfahrungsbasis aufzubauen, wie viel man dem Fahrzeug tatsächlich zumuten kann. Wir haben im Augenblick, also bei unserem Forschungsprojekt bisher sehr unterschiedliche Zuverlässigkeiten der Fahrzeuge feststellen können. Also, wir haben sowohl Serienfahrzeuge sowie auch spezielle Umbaufahrzeuge im Einsatz und wir können bisher nicht sagen, Serienfahrzeuge sind auf jeden Fall zuverlässiger. Wir können aber auch nicht sagen, Umbaufahrzeuge sind in jedem Fall zuverlässiger. Das ist unglaublich streuend und deswegen müssen Sie, das ist so mein Zwischenergebnis, in jedem Falle damit rechnen, wenn Sie ein Fahrzeug haben, dass Sie plötzlich und unerwartet einen technischen Defekt haben.

Ein technischer Defekt ist jetzt eine Sache, da würden Sie bei einem Dieselfahrzeug wahrscheinlich sagen, ja gut, das ist eben so, jetzt rufe ich die Werkstatt an und einen halben Tag später ist das Fahrzeug wieder auf der Straße oder vielleicht am nächsten Morgen oder spätestens am nächsten Tag. Dieses Servicenetz haben Sie bei einem Elektrofahrzeug nicht. Wenn Sie ein großer Flottenbetreiber sind, kann es sein, dass Sie eine eigene Werkstatt unterhalten. Selbst dort haben Sie dann das Problem, das derjenige, der an einem Antriebsteil ar-

beiten soll, zwingend eine bestimmte Qualifikation benötigt. Der muss nämlich Hochvoltelektroniker sein, ich glaube, so heißt das. Er muss auf jeden Fall eine Qualifikation haben, eine formelle Qualifikation besitzen, um den Antriebsstrang bearbeiten zu dürfen. Ich sage mal, einfache Arbeiten darf schon jemand machen, ich sage mal, der eine relativ einfache Qualifikation hat. Das ist, glaube ich, die elektrotechnisch unterwiesene Person. Allerdings, sobald das Fahrzeug wirklich gewartet werden muss im Sinne der Beseitigung eines Defekts, brauchen Sie eine speziell geschulte Person. Das ist für Sie, wenn Sie eine Flotte betreiben, natürlich zu machen, wenn Sie wissen, Sie wollen sowieso diese Art von Fahrzeugen kaufen, dann würden Sie im Vorfeld diese Leute schulen. Wenn Sie aber diese Fahrzeuge kaufen und Sie haben keine eigene Werkstatt, sind Sie auf die Dienstleistung von außen angewiesen und da ist es derzeit so, dass das Servicenetz für elektrische Fahrzeuge ausgesprochen dünn ist.

Sie müssen also im Vorfeld sicherstellen, dass Sie einen Service gewährleisten können, der für Sie akzeptabel ist. Das ist schwierig. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass selbst Zusagen von Fahrzeugherstellern sich mit hier vorhandenen Werkstattnetzten zusammenzuschließen, über die dann ihren Service anzubieten, nicht reibungslos funktionieren. Das heißt, selbst wenn Sie so einen Partner bei der Hand haben und der hat kaum Erfahrung mit elektrischen Fahrzeugen, bringt Ihnen das nichts, obwohl das eine Werkstatt ist. Ein sehr schwerwiegendes Problem in dem Fall ist, wenn Sie jetzt eine passende Werkstatt gefunden haben, müssen Sie Ihr Fahrzeug dahin bringen und wieder holen. Ein elektrisches Fahrzeug dahin zu bringen, bedeutet im Extremfall einen Tieflader anzufordern.

Wenn Sie eine Werkstatt haben, die einen Defekt im Antrieb beseitigen soll, können Sie das Fahrzeug ja logischerweise nicht dahin fahren. Je nach Antriebsstrang können Sie das Fahrzeug auch nicht dahin schleppen. Ein Diesel-Fahrzeug können Sie auskuppeln und dahinschleppen. Ich bin nicht sicher, ob das bei jedem Antriebsstrang, der in elektrischen Fahrzeugen vorhanden ist, auch so geht. Also, insbesondere gibt es ja Direktantriebs-Modelle, bei denen der Elektromotor direkt auf die Antriebsachse geht. Ich weiß nicht, ob der sich Entkoppeln lässt über die normale Kupplung. Wenn das nicht geht, könnte es möglich sein, dass Sie das Fahrzeug tatsächlich kranen müssen, auf einen Tieflader setzen müssen, weil Sie ja sonst den Antrieb drehen würden. Und wenn Sie einen Ausfall haben, müssen Sie ja damit rechnen, dass aufgrund von Engpässen im Servicenetz die Wartungsdauern höher sind. Das ist im Augenblick noch ein Phänomen, das daran liegt, dass die Technik halt nicht verbreitet ist. Bei den elektrischen Fahrzeugen führt das in der Regel dazu, dass wenn man eine Werkstatt gefunden hat, die das kann, Sie nicht die Einzige sind, die diese Werkstatt gefunden hat. Die Werkstatt

wird in der Regel nicht den Mitarbeiterstab mit Hochvoltelektrikern aufgewertet haben, sondern nur einen Teil der Belegschaft. Dann haben wir einen Teil der Belegschaft, der sich um sämtliche Anfragen zu kümmern hat.

I: Und wo wir schon mal bei den technischen Komponenten sind. Ich habe eine Unternehmen gefunden, die bereit wäre, so eine Umrüstung vorzunehmen. Die Frage ist jetzt, ob ich mich auf deren Informationen stützen kann. Ist es so, dass die Batterietechnologie so weit ist, dass man sagen, o.k., an Gewicht (Nutzlast) wird sich da nichts ändern?

B: O.k., das kann man natürlich so pauschal nicht beantworten, weil es bei der Batterietechnologie unterschiedliche Alternativen gibt. Je nachdem, welche Art von Energiespeicher Sie nehmen, haben Sie unterschiedliche Energiedichten und das bedeutet, ich sage mal, eine Gesamtkapazität von 200 kWh anpeilen, dann kann das bedeuten, dass Sie plötzlich eine halbe Tonne Nutzlast verlieren, das muss es aber nicht. Je nachdem, was Sie an Batterie benutzen.

I: Lithium-Ionen-Batterien.

B: Ja. Lithium-Ion ist ja im Grunde eine sehr etablierte Technologie. Soweit ich weiß, gibt es da einiges mehr mit höherer Energiedichte. Ich mag mich jetzt nicht aus dem Fenster lehnen, weil ich kein Chemiker oder Physiker bin, um da detailliert drauf eingehen zu können. Ich weiß bloß, dass man natürlich bei dieser ganzen Geschichte wie folgt saldieren muss. Du musst den Motorblock rausrechnen, den Dieselmotor, den man ja loswird. Man kann im Grunde Schaltgetriebe, alles Mögliche, könnte man im Grunde alles ersetzen, alles rauswerfen und das Einzige, was übrig bliebe an der Stelle, wäre der Batteriepack, Batteriemanagement und die Elektromotoren. An dem Beispiel des TEDI-Lkws, das ist ein 12-Tonner, haben wir, ich glaube, nur einige hundert Kilogramm an Nutzlastverlust. Ein Umbau eines Fahrzeugs ist im Grunde ja eine Einzelproduktion für Sie. Sie kriegen ja ein Einzelstück. Das heißt, er (Hersteller) muss sich in die Konstruktionspläne des Verbrennungsmotors erst mal einlesen und überhaupt schauen, an welchen Stellen er Veränderungen vornehmen kann, um hinreichend die Batterie zu platzieren. Konkretes Beispiel anhand eines der TEDI-Lkws. Dieses Fahrzeug hat ein wenig länger gebraucht in der Umrüstung, einfach deswegen, weil der Umbauer genau diese Erfahrung nicht hatte und der die Batterie in dem Fahrzeug so platziert, dass es zwar wie ein Lkw aussah und auch hätte benutzt werden können, allerdings nicht vollgeladen werden darf, weil an einzelnen Stellen des Chassi eine Überlastung aufgetreten wäre, weil die Paletten in Kombination mit den Batterien das Fahrzeug punktuell überlastet hätten. Das heißt, man muss beim Platzieren der Batterie auch zusehen, dass man sie gleichmäßig oder so verteilt,

dass die Last den Rahmen des Fahrzeugs nicht überlastet. Das kann natürlich zu irgendwelchen obskuren Hilfskonstruktionen führen und da dann auch ein Mehraufwand an Zeit sowieso, aber auch möglicherweise an Material bedeuten und da pauschal dann zu sagen, wir verlieren keine Nutzlast, halte ich für nicht so seriös. Dass das als Ergebnis rauskommen kann, halte ich nicht für unmöglich.

I: Man sagte, dass es doch möglich ist und dass da nicht viel an Nutzlast verloren geht und man könne die Batterien ganz normal an der Steckdose aufladen.

B: Selbstverständlich können Sie eine Batterie an der Steckdose laden, auch eine Traktionsbatterie Ihres Autos, nur das ist der ungünstigste aller Fälle, weil eine normale Haushaltssteckdose, ich bin jetzt kein Elektrotechniker, aber man kann natürlich relativ schnell ausrechnen, dass sie bei 220 Volt und wenigen Ampere, ich glaube 4 kW oder was zur Verfügung stellt, und damit kann man einfach ausrechnen, wenn 4 kW angeboten werden und die Traktionsbatterie hat gefühlt 200 kWh durch 4 kW, grob abgeschätzt, dauert ein bisschen. Das war jetzt ein ganz simpler Dreisatz für Ökonomen wie mich, die in der Elektrotechnik nicht so drin sitzen, aber Sie können im Grund auf die Art und Weise berechnen, wie lange das brauchen wird, ungefähr. Das ignoriert natürlich jetzt völlig, dass Sie auch einen gewissen Ladeverlust haben könnten. Kann man im Augenblick nicht so als kritische Größe betrachten, vor wenigen Jahren war der noch sehr stark im Vordergrund, da ging sehr viel Abwärme, Energieabwärme verloren, mittlerweile haben wir einen Ladeverlust zwischen Ladesäule und Batterie von nicht mal zehn Prozent. Also wenn Sie, ich sage mal, 100 Einheiten Energie anlegen, kommen 90 in der Batterie an, das ist schon ein ganz gutes Verhältnis. Allerdings, ich sage mal, um ein plastisches Bild zu verwenden, an einer Tankstelle werden Sie in der Regel nicht das Benzin daneben schütten. Sie werden von 50 Litern auch 50 in den Tank bekommen. Hier bekommen Sie dann eben, eben nicht die vollen 50, sondern nur 45. Das ist eine Sache, die muss man im Kopf behalten, allerdings ist jetzt nicht so besonders Magenschmerzen produzierend wie vor sechs, sieben Jahren, da war das wirklich signifikant höher.

I: Also Sie meinen, es ist schon möglich zu sagen, da geht nicht sehr viel an Nutzlast verloren.

B: Man kann anhand von Beispielen zeigen, dass es sehr nah in diese Richtung geht. Wie gesagt, der TEDI-Lkw hat seinen, ich meine der hatte 6 Tonnen maximale Zuladung, als kommerzielles Fahrzeug und hat davon, ich glaube, 5,6 Tonnen nachher über. Ich glaube, dass der Wert dort liegt. Man müsste es vielleicht mal nachschauen. Ich meine, der Verlust liegt bei wenigen 100 Kilogramm.

Das ist insofern nicht dramatisch, da Sie ja nicht bei jeder Fahrt Ihr Fahrzeug bis an die Grenze des zulässigen Gesamtgewichtes auslasten. Ist übrigens auch noch ein Aspekt, den Sie vielleicht berücksichtigen könnten. Was Sie typischerweise für Ladungsgewicht haben. Also die Sendungsgrößen und Ihr Ladungsgewicht wären vielleicht mal interessant zu schauen, wie stark lasten Sie Ihr Fahrzeug aus. Also wenn wir das mal als unkritisch abhaken würden, das Fahrzeug ist zu beschaffen, das Fahrzeug ist geeignet mit der Reichweite, die Ladung ist kein Problem, wir haben einen Wartungsvertrag mit garantierter Bereitstellung als Ersatzfahrzeug, zum Beispiel, dass man auch gegen Ausfall abgesichert ist. Jetzt nehmen wir mal einfach an, das Fahrzeug fährt bei Ihnen. Dann sind Sie natürlich in der glücklichen Lage, dass Ihr Fahrzeug deutlich wartungsärmer ist. Ich blende jetzt erst mal sämtliche Kinderkrankheiten von dieser Technologie aus. Alleine aufgrund der Tatsache, dass Sie einen Verbrennungsmotor ersetzt haben, haben Sie nicht mehr Probleme, viele mechanische Komponenten am Laufen zu halten. Also in einem Verbrennungsmotor arbeiten zahlreiche Komponenten, die geschmiert werden müssen, die Verschleiß unterliegen und so weiter und so fort. Diese ganzen Problematiken haben Sie nicht mehr. Sie werden dieses Fahrzeug nicht mehr zum Ölwechsel geben müssen. Allein aufgrund des Wegfalls vieler, Ausfall anfälliger Komponenten. Das prominenteste Beispiel ist der Zahnriemen. Das heißt, solche typischen Verschleißteile eines Verbrennungsfahrzeugs fallen weg. Ich sage mal, konservative Schätzungen gehen davon aus, dass man auf diese Art und Weise mindestens 50 Prozent des Wartungsaufwands spart.

Aufwand wohl gemerkt. Das heißt, man könnte jetzt damit schlussfolgern, statt eine Jahresinspektion, statt eine, ja einer Instandhaltungsphase im Jahr, haben wir nur noch eine Instandhaltungsphase alle zwei Jahre. Sie müssen ja bedenken, dass im Augenblick ja noch die Techniker, die die Wartung durchführen, eine Höherqualifikation benötigen. Das heißt, möglicherweise wird Ihnen eine Werkstatt zwar zur Verfügung stehen, auch nur alle zwei Jahre für Sie diese Wartung durchführen können, allerdings kann es sein, dass diese Wartung etwas höher gepreist wird, weil Sie ja auf den Mechaniker zugreifen, der, ich sage mal, als ein Besonderer in der Belegschaft dasteht, nämlich der eine oder derjenige, der eine Sonderqualifikation hat. Vielleicht lassen die sich das speziell vergüten. Da müsste man sich das mal anschauen. Also das sind Erfahrungen, die ich aus der Praxis kenne, dass jemand sagte, ja, wir haben tatsächlich auch bei der jährlichen Inspektion deutlich weniger Arbeitsstunden gehabt, aber weil die einen Spezialtechniker rangelassen haben, haben wir unter dem Strich denselben Betrag gezahlt. Das Fahrzeug haben wir zwar schneller wieder aus der Inspektion, weil der weniger Teile checken musste, aber der Techniker war, ich weiß nicht, Faktor so und so teurer,

de facto waren die Wartungskosten die gleichen. Kann man natürlich langfristig spekulieren, dass sich das angleichen wird, allerdings im Augenblick ist das für Sie eine Sache, die Sie berücksichtigen müssen. Also die Wartungsintervalle können Sie tendenziell größer ansetzen, allerdings bei den Wartungskosten, die dann pro Intervall anfallen, ob Sie dann was sparen, ist die Frage. Möglicherweise sparen Sie unterm Strich nichts. Die meisten Ersparnisse generieren Sie im laufenden Betrieb, das heißt, wenn das Fahrzeug fährt. Haben Sie ja einfach gegenzurechnen, was hat Ihr aktuelles Dieselfahrzeug an kilometerbezogenen Verbrauch auf einer Tour und wenn ich jetzt diese Tour nehme oder lasse sie durch ein E-Fahrzeug bearbeiten, können Sie ja messen, im simpelsten Falle, lesen Sie das an der Ladesäule ab, die Sie installieren, lesen Sie ab, wie viele Kilowattstunden das Fahrzeug fährt, gleichen das mit dem Tachografen ab und wissen, aha, so und so viele Kilometer gefahren, so und so viele Kilowattstunden verbraucht.

Also dann haben Sie die Betriebskosten, die bei einem Dieselfahrzeug hauptsächlich eben durch die Kraftstoffkosten jetzt repräsentieren müssen, weil der Fahrer, der auf dem Fahrzeug sitzt, ist nicht entscheidungsrelevant. Sie müssen jetzt im Grund die Kostenkomponenten gegen das Elektrofahrzeug saldieren und dann fällt eine ganze Menge raus. Ihre ganzen Verwaltungskosten würden Sie bei beiden ansetzen, weg. Sie würden jeweils einen Nahverkehrsfahrer einsetzen, das ist auch nicht entscheidungsrelevant. Also bleiben nachher, relativ alleine übrig auf Seiten des Dieselfahrzeugs Kraftstoffkosten im weiteren Sinne Diesel, Schmierstoff, Steuer, bleibt auch noch übrig, weil das Fahrzeug besteuert wird. Ein e-Fahrzeug ist, soweit ich weiß, die nächsten zehn Jahre steuerfrei.

I: Ja, für zehn Jahre.

B: Gut, das haben Sie dann, die Steuer dabei. Sie müssen die Versicherung noch rechnen. Ich gehe stark davon aus, dass die Versicherung für e-Fahrzeuge wie für Verbrennungsmotoren unterschiedliche Sätze haben.

I: Genau das wollte ich fragen. Da steht ja auch nichts fest. Wüssten Sie, wie das mit der Versicherung abläuft, dazu habe ich nicht wirklich große Informationen bekommen.

B: Mein Tipp ist an der Stelle, wahlweise, ich würde wahrscheinlich von zwei Seiten rangehen. Ich würde wahrscheinlich einen Anbieter für elektrische Nutzfahrzeuge kontaktieren, einen Größeren, also ich würde in dem Fall wahrscheinlich mal mit Nissan sprechen, die jetzt den NV 200 als Kleinlieferwagen platzieren. Das ist das eine Idee, dass man sozusagen mal eine

Aussage hat von jemandem, der eigentlich durch seine Aussage sein Fahrzeug günstig darstellen möchte, und dann sollte man vielleicht mal bei einem Versicherer nachfragen, der sicherlich die Anfrage schon hatte, elektrische Fahrzeuge zu versichern. Wie gesagt, da haben wir Kraftstoff at blue, Schmierstoffe, Versicherung und Steuern und auf der anderen Seite eben Fahrstrom und das war es. Fahrstrom und Versicherung natürlich, klar. Diese beiden Kostengrößen müssen Sie gegeneinander saldieren und schauen, was passiert. Die Ersparnisse hängen natürlich sehr stark davon ab, was Sie für einen Stromtarif haben, denn Sie können am Dieselverbrauch kaum drehen, denn die Dieseldkosten nehmen Sie so hin. Weitere Kraftstoffkosten nehmen Sie auch so hin und Versicherung nehmen Sie auch so hin. Beim Stromtarif ist es ja nicht so, dass wir alle denselben Stromtarif haben. Größere Firmen als Sie werden einen günstigeren Stromtarif haben, wenn Sie eine Unternehmen haben, die ausschließlich nachts produziert, wie eine Bäckerei zum Beispiel, die wird wahrscheinlich einen sehr günstigen Stromtarif haben, weil sie Nachtstrom regelmäßig abnimmt und so weiter. Das heißt, da gibt es massive Unterschiede. Um Ihnen mal zu zeigen, bis wo hin das runtergehen kann: Der Verband der Kühlhausbetreiber zahlt weniger als zehn Cent für eine kWh. Ich glaube, im Bereich von achteinhalb Cent zahlen die. Müssten wir noch mal googeln, um den genauen Preis rauszukriegen, aber das ist eine Einkaufsgemeinschaft aller Kühlhausbetreiber, die kaufen gemeinsam Strom an der Strombörse sein. Und kommen dementsprechend aufgrund ihrer Einkaufsmacht auf sehr, sehr günstige Konditionen. Wenn Sie allerdings, ich sage mal, ein Einzelhandelsgeschäft betreiben, sind Sie vermutlich für so einen Stromanbieter ein kleines Licht, ein kleiner Kunde. Da werden Sie wahrscheinlich deutlich mehr zahlen als 10, 12, 15 Cent auf die Kilowattstunde. Das klingt jetzt alles nicht viel, aber damit steht und fällt möglicherweise Ihre Kalkulation. Der Punkt ist nur, dann müssen Sie hingehen und sagen, so, ich habe jetzt gerechnet, ich habe Touren, da passt das, ich habe Infrastrukturmaßnahmen einberechnet wie Ladestruktur und so weiter. Ich habe durchgerechnet, dass es bei mir funktioniert, zeitlich, dass es strommäßig funktioniert, ich habe geschaut, die Verbräuche meines Dieselfahrzeugs habe ich sauber aufgeschrieben. Ich habe jetzt mal geschaut, dass ich ein Fahrzeug habe, das meine Touren auf jeden Fall abwickeln kann, kenne den Verbrauchswert und habe mal ausgerechnet, dass ich pro Tour im Schnitt diese Kilowattstundenzahl oder pro Kilometer diese Kilowattstundenzahl anzusetzen habe. Habe den Kilowattstundenpreis und vergleiche mal die variablen Kosten miteinander. So, und dann haben Sie die sauberen Ersparnisse und die setzen Sie natürlich ins Verhältnis zu dem Wert, der rauskommt, wenn Sie sagen, ich schaffe anstelle des Dieselfahrzeugs ein Elektrofahrzeug an. Da werden Sie einen deutlich höheren Preis für den Elektrowagen bezahlen. Das ist ganz einfach dem Umstand geschuldet,

dass diese Fahrzeuge nicht in Klein- oder Mittelserien produziert werden im Gegensatz zu anderen Nutzfahrzeugen. Das sind meistens sogar individuelle Kleinserien oder Einzelstücke, im Falle von TEDI ist es ein Einzelstück, was jetzt noch mal aufgelegt wird. Diese Fahrzeuge sind dementsprechend, was ein Einzelstück schon andeutet, sehr teuer. Allerdings, wenn Sie ein Einzelstück abnehmen, werden Sie auch einen Premiumpreis für das Fahrzeug bezahlen. Nichtsdestoweniger könnte es sich trotzdem lohnen. Sie müssen nur mal systematisch da drüber schauen. Ist es technisch geeignet, jetzt gucken Sie, wenn es technisch geeignet ist, welche Kosten sind entscheidungsrelevant, die sind wir gerade durchgegangen, die saldieren Sie gegen den Diesel, kommen möglicherweise auf Ersparnisse. Wenn Sie da noch keine generieren können, können Sie direkt abrechnen und zum Schluss, wenn Sie tatsächlich sagen, jawohl, ich spare so und so, dann müssen Sie natürlich schauen, was zahlen Sie mehr für das Batteriefahrzeug. Mehr für das Batteriefahrzeug heißt jetzt, was zahlen Sie im Grunde, damit das Batteriefahrzeug bei Ihnen fahren kann. Sie haben aber auch andere Einmalkosten. Sie müssen ja auch noch die Ladestruktur bauen, das ist jetzt keine astronomisch hohe Summe, aber das, ja, ist auch eine Sache, die man mit einkalkulieren muss. Das sind bestimmt 500 oder 1.000 Euro, die man für die Ladesäule braucht. Wenn Sie allerdings eine Halle haben, wo die Fahrzeuge abends alle reinfahren, kann es durchaus auch ausreichend sein, eine Kraftsteckdose zu haben und einfach ein Kabel zu verlegen. Das ist dann keine Ladesäule in dem Sinne, würde aber das Fahrzeug auch laden können.

Also beispielsweise unser Projektpartner UPS macht das so. Die haben in ihrer Halle, weil da verschiedene Maschinen auch vorhanden sind, haben die diese Steckdosen an verschiedenen Punkten und die haben einfach nur ein Kabel gelegt. Wenn ein Fahrzeug ankommt, wird das Kabel eingestöpselt, das Fahrzeug wird geladen. Die haben keine Säule irgendwohin gepackt. Das macht das Ganze auch flexibel, weil das Fahrzeug nicht immer am selben Platz parken muss. Gut, aber das ist jetzt eine Sache, die sollte Sie jetzt nur von der Vorgehensweise interessieren, nicht wie man es tatsächlich technisch löst. Sie müssen nur wissen, wenn Sie die Einmalkosten haben, sind Sie mit dem Fahrzeug dabei, Sie brauchen Infrastruktur. Wenn Sie nämlich planen, beispielsweise Fahrzeuge im Pendelverkehr einzusetzen zwischen zwei Standorten, sollten Sie nämlich direkt über zwei dieser Ladepunkte nachdenken. Öffentliche Ladepunkte kann ich Ihnen gleich ausreden, weil Sie im Grunde sicherstellen müssen, dass Ihr Fahrer an einer bestimmten Stelle seine Pause machen muss, um die Ladung dort durchzuführen. Das organisatorisch hinzubiegen, das kann an den einfachsten Gründen scheitern. Sie können damit auch auf Akzeptanzprobleme stoßen bei Ihren Leuten. Sobald Fahrzeuge

nicht mehr das so machen, wie der Fahrer das gewohnt ist, kommen Sie nämlich auch in ein Akzeptanzproblem rein. Das müssen Sie auch berücksichtigen. Ich denke, Sie haben mittlerweile durchblickt, wie ich Sie hier durchführe. Von wegen, eignet es sich aufgrund unserer Transportanforderung, jawohl, und so weiter. Kriege ich das mit meinen Touren abgedeckt, dann einen Kostenvergleich anzustellen, was die variablen und die fixen Kosten angeht, und zum Schluss, wenn Sie sagen, hm, ich habe jetzt also Bedingungen, unter denen kann sich das für mich lohnen, dann müssen Sie natürlich noch auf weitere Faktoren mal achten, was Ihnen jetzt noch das positive Geschäft noch verhaseln könnte. Sie müssen also unter verschiedenen Gesichtspunkten, verschiedenen Szenarien das Ganze durchdeklinieren. Aber in den Szenarien werden Sie in der Regel nur betriebswirtschaftliche und technische Kriterien der Kundenanforderungen mit reinbauen, also sprich, welche Touren muss ich fahren, wie viele Stopps muss ich machen, wie weit muss ich fahren.

- I: Ja, ich muss ja auch die Touren planen. Darauf wollte ich auch noch mal zurückkommen. Die Tourenplanung muss ich dann auch noch mal optimieren dementsprechend.
- B: Ja, bei der Tourenplanung müssen Sie im Grunde die Reichweiten viel stärker berücksichtigen als bei den Verbrennungsmotoren. Es ist im Grunde so, es beschäftigen sich schon die ersten Wissenschaftler damit, das klassische Routenplanungs-, Tourenplanungsproblem um Aspekte aufzubereiten und zu ergänzen, die alleine nur Spezifika elektrischer Fahrzeuge mit einbeziehen. Das wird für mich im Grunde nichts anderes bedeuten, als Reichweitenbeschränkung in das Modell zu integrieren, das heißt, das Fahrzeug muss es unter allen Bedingungen immer schaffen, zum Depot zurückzukehren. Das ist im Vergleich zum Dieselfahrzeug eine sehr kritische Restriktion und wenn man mit mehreren Touren pro Tag plant, dass wir ein Zwangszeitfenster zur Wiederaufladung haben.

Wie gesagt, in der Disposition ist es halt aus unserer Sicht ein Problem, weil die Erfahrungswerte des Verbrauchs hier ganz kritisch sind. Der Disponent muss wissen, ich habe heute den und den Tag mit der und der Last, die und die Stopps, die und die Umgebungsbedingungen, also kann ich dem Fahrzeug so und so viel Kilometer zumuten. Das ist eine Überlegung, die muss der Disponent vorher und mit einem Dieselfahrzeug nie machen. Das heißt, von dem verlangen Sie im Grunde mehr. Was wird also der Disponent machen, der wird verhindern, dass ihm ein Fahrzeug irgendwo unterwegs liegen bleibt. Also wird er den Verbrauch konservativ angeben. Er wird auf jeden Fall Werte übersetzen, als sie möglicherweise nötig sind. Das ist auch ein Verhalten, das können wir auch in unserem Projekt bestätigen, dass es einen gewissen Konservatismus gibt.

Man versucht dem vorzubeugen als Disponent. Man sagt, ich habe bei einzelnen Fahrzeugen schlechte Erfahrung, also ich weiß nicht, welches Fahrzeug es als nächstes trifft und ob das jetzt tatsächlich nur Zufall ist, dass das jetzt gestern und vorgestern, letzte Woche besser gefahren ist, also gehe ich bei allen Fahrzeugen jeweils vom schlimmsten Fall aus. Das heißt, man rutscht in so einen Automatismus des sehr pessimistischen Tourenplanes rein.

I: Also wird das Potential dann sozusagen auch nicht ausgeschöpft?

B: Das Potential der Fahrzeuge wird nicht ausgeschöpft, ganz genau. Wie gesagt, diese Ausschöpfung steht natürlich auch Unzuverlässigkeiten gegenüber, klar, die passieren und sind auch nicht von der Hand zu weisen. Bei uns im Projekt sind die Projektpartner auch mit der Auslastung eigentlich nicht zufrieden, gemessen an dem, was sie am Fahrzeug erwarten. Sie sind beeindruckt, was die Fahrzeuge können, aber wenn sie die messen an normalen Dieselfahrzeugen, kommen sie einfach noch nicht da ran. Es fällt auch im Winter ein bisschen ab. Da liegen die teilweise auch bewusst still. Das ist auch ein großer Unsicherheitsfaktor. Also wenn Sie mich jetzt völlig ohne diese allgemeine Diskussion gefragt hätten. Wir haben hier vier Lkws am Fahren, empfehlen Sie mir, oder würden Sie mir empfehlen, mich damit zu beschäftigen, würde ich sagen, nur wenn Sie das finanzielle Polster haben, das auszuhalten. Weil Sie müssen es ins Verhältnis setzen, ein großer Flottenbetreiber, wie DHL, Deutsche Post, Schenker, die haben einen Fuhrpark, der sowieso einen bestimmten Anteil an Ersatzfahrzeugen beinhaltet, einfach deswegen, weil aus verschiedenen Gründen ein Fahrzeug mal nicht verfügbar ist. Ob es jetzt einen technischen Defekt hat oder ob es zu irgendwelchen anderen Zwecken abgezogen wird, ob es zur HU muss, sei dahingestellt, aber irgendwelche Fahrzeuge sind immer aus irgendwelchen Gründen gerade nicht greifbar, also braucht man einen gewissen Pool an Reservefahrzeugen. Wie gesagt, ein Pool wird bei Ihnen nicht vorhanden sein, wenn dieser Pool aber da ist, tut es Ihnen nicht weh, ein elektrisches Fahrzeug zu haben, das dann und wann mal ausfällt. Sie sehen, worauf ich hinaus will, je größer Ihre betriebene Flotte, umso weniger tut es Ihnen weh, ein Fahrzeug hinzuzufügen, was möglicherweise nicht die Auslastung erreicht, die es erreichen sollte. Ich denke mal, dass sich gerade große Flottenbetreiber, wie DHL und Deutsche Post und UPS, gerne mit solchen Fahrzeugen auch zeigen, die können es sich einfach mal rein statistisch auch erlauben, weil die Ausfallwahrscheinlichkeit ihres normalen Fuhrparks kennen die gut, haben die Ersatzfahrzeuge und wenn mal ein e-Fahrzeug ausfällt, dann springt halt Iveco oder so was ein. Das ist eine Sache, die können die abfedern, aber Sie als kleine Unternehmen mit einem Fuhrpark von vier Fahrzeugen ist mit dem Ausfall von einem Fahrzeug schon 25 Prozent Ihrer Kapazität beraubt.

Das ist eine Sache, die Ihnen möglicherweise existenziell Probleme macht. Deswegen sagte ich gerade, wenn Sie ein finanzielles Polster haben, und Sie können das abfedern, kein Problem. Deswegen ist es für Sie noch ein größeres Problem oder von noch größerem Interesse, die Auslastung von einem Fahrzeug hochzuhalten. Dementsprechend sollten Sie eben auch dafür sorgen, wenn Sie so ein Fahrzeug kaufen und wenn Sie nach technischer und betriebswirtschaftlicher Analyse dazu gekommen sind, aha, das scheint Sinn zu machen, dann sollten Sie sich ein Rundum-sorglos-Paket geben lassen, also sprich, dann sollten Sie von einem Hersteller oder einem Anbieter ein Paket bekommen, was wie bei einem Fahrzeug eine Art Mobilitätsgarantie beinhaltet. Also wenn Sie feststellen, heute Morgen um Acht haben wir einen Fahrzeugausfall zu vermeiden, dass dann spätestens um zwölf, beispielsweise vielleicht auch früher, nach einer bestimmten Zeit, ein Ersatzfahrzeug da ist, während das andere Fahrzeug weggeholt wird oder instand gesetzt wird, so was zum Beispiel. Also, wenn Sie so ein Paket bekommen können, haben Sie die Unsicherheit weg, dass es nicht fährt. Diese Unsicherheit ist für Sie als kleiner Flottenbetreiber wesentlich schwerwiegender als für einen großen. Das ist insofern für Sie die Konsequenz, die daraus zu ziehen ist, wenn Sie feststellen, das ist ein Modell, mit dem können Sie leben, dann brauchen Sie auf jeden Fall die Garantie, dass Sie die Auslastung hinbekommen.

Anhang 6: E-Mail-Anfrage wegen eines Kostenvoranschlags für den Neukauf eines Elektro-Lkws (Niegel (2014))

Frau S. Niegel, Daimler AG Corporate Marketing & Sponsorship, Cooperations&Trusts; E-Mail v. 08.12.2014.

Selma Özkara Anfrage auf Information

Von: sybille.niegel

An: selmaoezkara@gmx.de



Vollansicht schließen

08.12.2014 um 14:47 Uhr

PDF IAA 2014_Long ... Mehr Speicherplatz für Anhänge

Sehr geehrte Frau Özkara,
die Daimler AG hat in dem angefragten Tonnage-Bereich aktuell keinen Elektro-Lkw im Angebot.
Zur IAA Nutzfahrzeuge 2014 in Hannover wurde der **Fuso Canter E-Cell** (siehe beigefügte Presse-Information, Seite 14 ff) vorgestellt.
Der Leicht-Lkw verfügt über ein zulässiges Gesamtgewicht (zGG) von 6 Tonnen.

Leider habe ich nicht mehr Infos für Sie. Ich hoffe, wir konnten Ihnen behilflich sein und wünschen viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen / Best Regards

Sybille Niegel
Daimler AG
Corporate Marketing & Sponsorship, Cooperations&Trusts
COM/M&CT
096-E402
70546 Stuttgart/Germany

Anhang 7: Kostenvoranschlag für den Neukauf eines Diesel-Lkws von MAN vom Typ TGM (Scharenberg (2015)) [Auszug mit den wichtigsten Seiten]

Herr A. Scharenberg, Beauftragter für den Lkw-Verkauf bei MAN Truck & Bus Deutschland GmbH Center Essen (D); E-Mail v. 02.01.2015.

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH

Center Essen



MAN Truck & Bus Deutschland GmbH
Johanniskirchstr. 111 | 45329 Essen

Özkara Logistik
Inh. Deniz Özkara
Friedrich-Ebert-Str. 38
45468 Mülheim an der Ruhr

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH
Center Essen

Andreas Scharenberg
Johanniskirchstr. 111
45329 Essen
Tel. 0201-8342567
Fax 0201-8342592
Mobil 0173-2922911
Mail Andreas.Scharenberg@man.eu

Ihr Tel.
0208/8827184

Fahrzeugbeschreibung

Ihr Fax
0208/8827186

TGM 18.340 4X2 BL

ZGP-Nummer
7000613137

Essen
02.01.2015

Freibleibendes Angebot

Angebotsnummer: UV3AS_00597C_01C

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für Ihr Interesse an unseren MAN Produkten.

Auf den nachfolgenden Seiten erhalten Sie eine detaillierte Lieferumfangsbeschreibung für Ihren MAN TGM 18.340 4X2 BL, sowie ein auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittenes Angebot. Diese Unterlagen und unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen für den Verkauf von fabrikneuen Kraftfahrzeugen würden als Grundlage für Ihre Bestellung dienen.

Mit dem MAN TGM 18.340 4X2 BL bieten wir Ihnen ein Fahrzeug mit dem Motor D08R6S mit 340 PS und der Schadstoffklasse EURO6 an.

Passend zum Fahrzeug und zur vorgesehenen Nutzung bietet Ihnen MAN Finance ein für Ihre Bedürfnisse maßgeschneiderter Full-Service-Leasingpaket an. Unser Angebot finden Sie auf den nächsten Seiten Ihres MAN Gesamtpakets.

Soll das Fahrzeug zudem umfangreich abgesichert werden? Dann kombinieren Sie unsere Finanzierungslösung mit MAN Premium Cover, der Nutzfahrzeugversicherung von MAN Finance.

Für weitere Fragen zu diesem Angebot stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Andreas Scharenberg

Vorsitzender des Aufsichtsrates: Heinz-Jürgen Löw
Geschäftsführung: Reinhard Pöllmann (Vorsitzender)
Peter Altin - Arndt Stegmann

Sitz der Gesellschaft: München
Registergericht: Amtsgericht München, HRB 62355 | USt-IdNr. DE811125407

Commerzbank Aktiengesellschaft, Dachau BLZ 700 400 41 Konto 1410000 00
IBAN: DE42 7004 0041 0141 0000 00 BIC: COBADEFF700

Ein Unternehmen der MAN Truck & Bus AG. - www.mantruckandbus.de

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH

Center Essen
Johanniskirchstr. 111
45329 Essen
www.man.eu

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH

Center Essen



Inhalt dieser Zusammenstellung

	Inhalt dieser Zusammenstellung	2
Fahrzeug	Fahrzeugbeschreibung	3
	Fahrzeug Standarddaten	3
	Zulässige Gewichte	3
	Konfiguration für: TGM 18.340 4X2 BL / LN18SG07	4
	Farben	9
	Preis Fahrzeug	10
	Allgem. Geschäftsbedingungen für den Verkauf von fabrikneuen Krafffahrzeugen	11
Service	Angebot Comfort Super Wartungs- und Reparaturvertrag	12
	Allgem. Geschäftsbedingungen für den Verkauf von Service-Leistungen	15
Finance	Unv. Angebot - Leasing (KM)	16
Preisübersicht	Preisübersicht	17

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH



Center Essen

Fahrzeugbeschreibung**Fahrzeug Standarddaten**

Variante- beschreibung	TGM 18.340 4X2 BL
Grundfahrzeug- nummer	LN18SG07
Schadstoffklasse	EURO6
Fahrzeugart	Pritschenwagen und Fahrgestelle
Fahrerhaus	C Compact Fahrerhaus
Radstand	5775 mm
Überhang	3075 mm
Lenkungsanordnung	Links

Zulässige Gewichte

	NATZU	TECHN	TECH+
Gesamtgewicht	18000 Kg	18000 Kg	18000 Kg
Zuggesamtgewicht	33000 Kg	33000 Kg	33000 Kg
Vorderachse	7100 Kg	7100 Kg	7100 Kg
Hinterachse	11500 Kg	11500 Kg	11500 Kg

Legende

NATZU : Nationale Zulassungsgewichte

TECHN : Technisch zulässige Gewichte

TECH+ : Technisch zulässige Gewichte inkl. Auflastung für Sondereinsatz

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH

Center Essen

**Preis Fahrzeug**

	EUR
Angebotspreis (Netto)	69.500,00 EUR

Alle Preise verstehen sich zzgl. Umsatzsteuer.

Unverbindlicher Lieferzeitraum: April 2015

Zahlungskonditionen: sofort zahlbar ohne Abzug, die Zahlung erfolgt jedoch vor der Zulassung. Bei einer Finanzierung über die MAN Financial Services GmbH bzw. MAN Financial Services SAS Zweigniederlassung Deutschland gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen unserer Finanzierungsgesellschaften.

Preisvorbehalt: Es gilt in jedem Fall der am Tag der Lieferung gültige Preis des Verkäufers. Änderungen des Umsatzsteuersatzes berechtigen beide Teile zur entsprechenden Preisanpassung.

Bonitätsklausel: Der Verkäufer ist berechtigt, vom Kaufvertrag zurückzutreten, falls der Käufer dem Verkäufer bis spätestens 8 Wochen vor dem voraussichtlichen Liefertermin keine unwiderrufliche Finanzierungszusage eines Bankinstituts innerhalb der EU für den Kaufgegenstand schriftlich vorlegt.

Autoren:

Dipl.-Kffr. Perihan Cinibulak

Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für
Produktion und Industrielles Informationsmanagement

Tel: +49(0)201/183-4919

Fax: +49(0)201/183-4017

E-Mail: Perihan.Cinibulak@pim.uni-due.de

Selma Özkara, B. Sc.

Impressum:

Institut für Produktion und
Industrielles Informationsmanagement (PIM)

Universität Duisburg-Essen, Campus Essen
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Universitätsstraße 9, 45141 Essen

Website (Institut PIM): www.pim.wiwi.uni-due.de

Website (Projekt ELOKOV):
<http://www.elokov.wiwi.uni-due.de/>

ISSN: 2195-3627

Universität Duisburg-Essen – Campus Essen
Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement

Projektberichte des Forschungsprojekts ELOKOV

ISSN 2195-3627

- Nr. 1 Perihan Cinibulak: Analysemethoden sowie Konzeptausarbeitung für das Forschungsprojekt ELOKOV. Essen 2013.
- Nr. 2 Perihan Cinibulak / Hülya Aliusta / Senay Batasul: Einfache Wirtschaftlichkeitsanalyse–Aufstellung eines Katalogs für monetär messbare Kriterien zur Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Nutzfahrzeugen im City-nahen Güterverkehr. Essen 2013.
- Nr. 3 Perihan Cinibulak / Hülya Aliusta / Senay Batasul: Erweiterung einer einfachen Wirtschaftlichkeitsanalyse – Aufstellung eines Katalogs für Nutzenkriterien zur Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Nutzfahrzeugen im City-nahen Güterverkehr. Essen 2013.
- Nr. 4 Perihan Cinibulak: Wirtschaftlichkeitsanalyse von Nutzfahrzeugen im City-nahen Güterverkehr – Validierung der Kriterien zur Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit. Essen 2014.
- Nr. 5 Perihan Cinibulak: Wirtschaftlichkeitsanalyse für monetäre sowie nicht monetäre Kriterien des Einsatzes von Elektroantrieben im City-nahen Güterverkehr – Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit mithilfe der Analysemethode PROMETHEE. Essen 2014.
- Nr. 6 Perihan Cinibulak / Daniela Nießen: Überprüfung der Praktikabilität von zertifiziertem Ökostrom bei Elektro-Lkw. Essen 2015.
- Nr. 7 Perihan Cinibulak / Selma Özkara: Konzeptimplementierung für den Einsatz von Elektro-Lkw am Beispiel der Özkara Logistik. Essen 2015.