

**Dipl.-Kff. 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**

**ELOKOV-Projektbericht Nr. 2**

**PIM-Projektberichte**

**ISSN 2195-3627**

**Einfache Wirtschaftlichkeitsanalyse – Aufstellung eines Katalogs  
für monetär messbare Kriterien zur Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteil-  
haftigkeit von Nutzfahrzeugen im City-nahen Güterverkehr**  
(E-Logistics für regionale Güterverteilerverkehre zur Steigerung der  
Wettbewerbsfähigkeit des Kombinierten Verkehrs)

gefördert durch:

Karl-Vossloh-Stiftung

## Abstract

In dem vorliegenden Projektbericht wird ein Katalog für monetär messbare Kriterien zur Beurteilung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Nutzfahrzeugen im City-nahen Güterverkehr aufgestellt. Für die gesamte Beurteilung der Handlungsalternative werden jedoch nicht nur monetäre Kriterien herangezogen, sondern auch nicht monetäre Kriterien. Zur besseren Übersicht werden aber die nicht monetären Kriterien in dem ELOKOV-Projektbericht Nr. 3 detailliert erörtert. Ziel des ELOKOV-Projektberichtes Nr. 2 ist es, diejenigen Kriterien zu identifizieren und zu operationalisieren, mit denen sich die Wirtschaftlichkeit von Güterverkehren auf der „ersten“ und „letzten Meile“, d.h. im Bereich der City-Logistik, beurteilen lässt. Für diese Wirtschaftlichkeitsbeurteilung werden zunächst monetäre Kriterien berücksichtigt. Die monetären Kriterien werden mithilfe von Literaturrecherchen und Interviews mit Experten aus der betrieblichen Praxis identifiziert. Schließlich werden die identifizierten Kriterien jeweils plausibel operationalisiert, um in betriebswirtschaftlich „angemessener“ Weise angewendet werden zu können.

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

	<u>Seite</u>
<b>Abstract</b> .....	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>1 Ziele des Vorhabens</b> .....	<b>1</b>
1.1 Realproblem und Stand der Forschung .....	1
1.2 Spezifizierung des wissenschaftlichen Problems .....	2
<b>2 Logistik des Güterverkehrs</b> .....	<b>5</b>
2.1 Definition der Logistik.....	5
2.2 Verkehrsträger.....	5
2.2.1 Definition der Verkehrsträger .....	5
2.2.2 Überlastung der Innenstädte .....	7
<b>3 Elektroantriebe</b> .....	<b>10</b>
<b>4 Einfache Wirtschaftlichkeitsanalyse</b> .....	<b>13</b>
4.1 Aufstellung von monetären Kriterien .....	13
4.2 Festlegung der Nutzfahrzeuge .....	14
<b>5 Fazit</b> .....	<b>18</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>19</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>25</b>

# 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 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 und die zugehörige technische Infrastruktur erörtert werden. Zwar wird oftmals erwähnt, wie wichtig die Anschaffungs- und die Betriebskosten für die zukünftige Entwicklung des Elektroautos sind, jedoch wird das betriebswirtschaftlich entscheidende Nutzen-Kosten-Verhältnis von Elektroautos nicht oder allenfalls in rudimentärer Weise betrachtet. Der Einsatz 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, kon-

zentrieren 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 das 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 es 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 den Einsatz 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 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 Nutzen-erwägungen 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 Nutzenaspekte 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 Auftragsakquisition- 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 über Investitionen in einen betrieblichen Fuhrpark wird das Bewertungsverfahren PROMETHEE<sup>1</sup> eingesetzt. Das Bewertungsverfahren ist aufgrund der verschiedenen für ein Unternehmen relevanten Ziele ein multikriterielles Bewertungsverfahren, das in einem Auswahlprozess gleichzeitig mehrere Kriterien berücksichtigt. Multikriterielle Entscheidungen be-

---

1) Es existieren in der einschlägigen Fachliteratur zu Erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen insbesondere drei Gruppen von Analysemethoden, die auch die Berücksichtigung verschiedener Nutzendimensionen erlauben: a) klassische Analysemethoden, wie z. B. AHP (Analytic Hierarchy Process) und ANP (Analytic Network Process); b) effizienzorientierte Analysemethoden, wie z. B. OCRA (Operational Competitiveness Rating) und TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution); c) entscheidungstechnologische Analysemethoden, 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 Analysemethoden und die Auswahl der geeigneten Analysemethoden für das Forschungsprojekt ELOKOV wird in dem ELOKOV-Projektbericht Nr. 1 ausführlich erörtert. Vgl. CINIBULAK (2013).

ziehen sich auf Entscheidungsprozesse,<sup>1</sup> die mehrere Ziele verfolgen. Die Ziele stehen oft in einem Konfliktverhältnis. Gewöhnlich werden die Kriterien auf unterschiedlichen Skalenniveaus gemessen,<sup>2</sup> somit besteht die Gefahr, dass eine „Unvergleichbarkeit“ zwischen den Handlungsalternativen besteht.<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup> 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, mit dem Forschungsprojekt die vernachlässigten, aber notwendigen Desiderate in den Fokus zu rücken und aufzuzeigen, unter welchen Bedingungen sich Elektro-Lkw für die regionalen Güterverteilerverkehre des Kombinierten Verkehrs aus betriebswirtschaftlicher Sicht vorteilhaft einsetzen lassen.

- 
- 1) Zur Handlungsauswahl im Rahmen von multikriteriellen Entscheidungsprozessen werden in der Regel zwei Gruppen von Bewertungsverfahren differenziert: Die einen Bewertungsverfahren beziehen sich auf Auswahlprozesse, 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 Auswahlprozesse, 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.
  - 2) Für die nachfolgenden Erklärungen der Skalenniveaus vgl. PFOHL/BRAUN (1981), S. 228 ff.; ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991), S. 11ff.; SCHNEEWEIß (1991), S. 40 ff.; KÖNIG/ROMMELFANGER/OHSE (2003), S. 148 ff. Die Kriterien können in drei Mess- oder Skalenniveaus eingeteilt werden: a) Bei einem nominalen Skalenniveau werden lediglich qualitative Daten klassifiziert, die keine Rechenoperationen über eindeutige Zuordnungen hinaus erlauben. Dies stellt das niedrigste Skalenniveau dar. Mithilfe des nominalen Skalenniveaus können Häufigkeitsverteilungen ermittelt werden. b) Bei einem ordinalen Skalenniveau werden wie bei dem nominalen Skalenniveau qualitative Daten erfasst. Jedoch nennt das ordinale Skalenniveau nicht nur die Kriterien, sondern kann den Handlungsalternativen mit Hilfe von Größenrelationen eine Rangordnung konzederieren. Die Rangordnung wird aufgrund von Bewertungen wie z. B. „besser“ und „stärker“ oder „weniger“ und „schwächer“ ausgedrückt. c) Bei einem kardinalen Skalenniveau werden die Bewertungen quantitativ erfasst, somit ist es möglich, eine Rangfolge der Kriterien aufzustellen. Des Weiteren können jetzt auch Aussagen über die Größenunterschiede zwischen z. B. zwei Rangordnungen getroffen werden. Somit bildet das kardinale Skalenniveau das höchste Messbarkeitsniveau der betrachteten Skalenniveaus. Ein Überblick sowie detaillierte Beschreibungen und Beispiele der genannten Skalenniveaus für das Forschungsprojekt ELOKOV werden in dem ELOKOV-Projektbericht Nr. 1 ausführlich erörtert. Vgl. CINIBULAK (2013).
  - 3) Vgl. ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991), S. 21 f.
  - 4) Vgl. SCHNEEWEIß (1991), S. 19.



## 2 Logistik des Güterverkehrs

### 2.1 Definition der Logistik

Unter Logistik wird in dem vorliegenden Forschungsprojekt ELOKOV das Planen, das Ausführen und die Kontrolle von Material-, Informations-, Werte-, Personen- und Energieflüssen verstanden.<sup>1</sup> Die Teilbereiche der Logistik sind z. B. Beschaffungs-, Lager-, Transport-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik.<sup>2</sup> Die Transportlogistik befasst sich mit reinen Verkehrs- und Transportsystemen zur Beförderung von Waren, Gütern und Objekten.<sup>3</sup> Der Transport dient der Überwindung räumlicher Distanzen und führt zu einer Ortsveränderung. Die Ortsveränderung kann weiterhin in außerbetriebliche sowie innerbetriebliche Transport differenziert werden.<sup>4</sup>

In diesem Forschungsprojekt wird ausschließlich der außerbetriebliche Transporte betrachtet, also der Transport zum einen vom Lieferanten zum Unternehmen oder zum anderen vom Unternehmen zum Kunden. Der innerbetriebliche Transport wird nicht betrachtet, also die Beförderung des Materials innerhalb des Unternehmens, wie z. B. von der Beschichtungsanlage zu der Lackiererei.

### 2.2 Verkehrsträger

#### 2.2.1 Definition der Verkehrsträger

Die Verkehrsbereiche sind Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Rohrleitungsverkehr, Binnenschifffahrt, Seeschifffahrt und Luftverkehr.<sup>5</sup> Der Güterverkehr kann jeweils mit einem der Verkehrsbereichen erfolgen oder auch in Kombination der Verkehrsbereiche (Kombinierter Verkehr) durchgeführt werden.

Der Güterverkehr wird in der Bundesrepublik Deutschland durch den Straßenverkehr dominiert. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anteile verschiedener Verkehrsbereiche von 2008 bis 2012.

---

1) Vgl. o. V. (2011), o. S.

2) Vgl. o. V. (2011), o. S.

3) Vgl. o. V. (2011), o. S.

4) Vgl. SCHULTE (2013), S. 153.

5) Vgl. KUMMER (2010), S. 41. Weiterhin zählt Kummer zu den Verkehrsbereichen die Raumfahrt und den Nachrichtenverkehr. In diesem Projektbericht werden diese nicht weiter betrachtet, sondern nur der Vollständigkeit halber genannt.

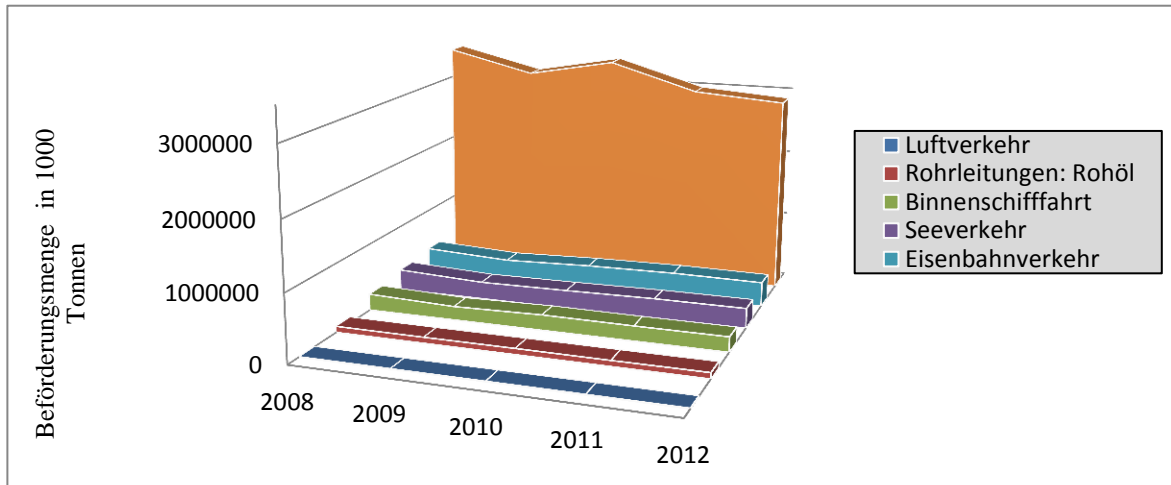


Abbildung 1: Entwicklung der Anteile der verschiedenen Verkehrsbereiche in der Bundesrepublik Deutschland (2008-2012)<sup>1</sup>

Mit 75 % des gesamten Anteils an der Güterverkehrsleistung in der Bundesrepublik Deutschland spiegelt der Straßenverkehr die Dominanz gegenüber dem anderen Verkehrsbereiche wider. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die verschiedenen Verkehrsbereiche und die jeweiligen Anteile an der Güterverkehrsleistung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2012.

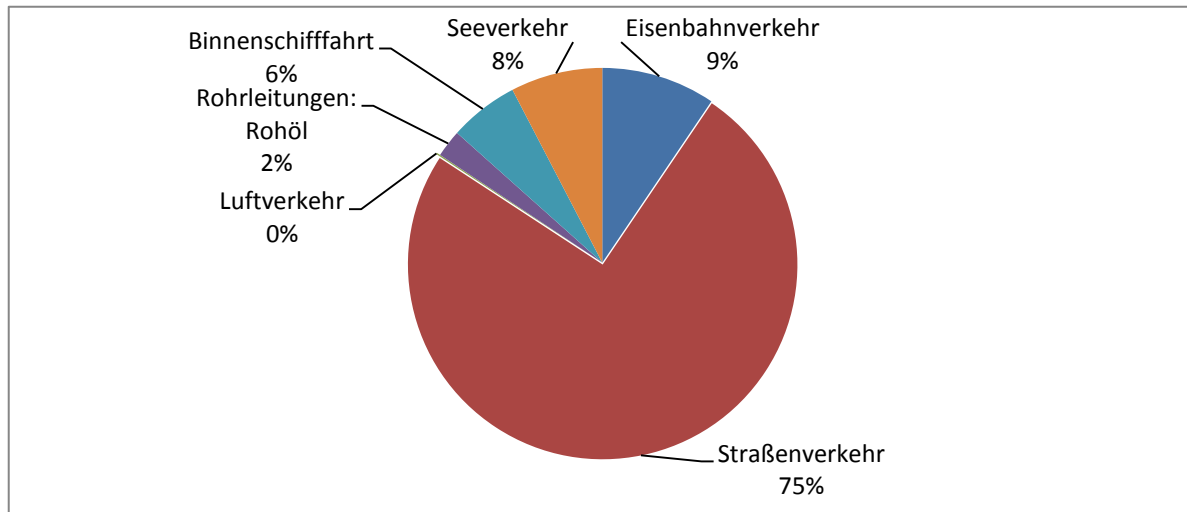


Abbildung 2: Anteile der verschiedenen Verkehrsträger an der Güterverkehrsleistung in der Bundesrepublik Deutschland (2012)<sup>2</sup>

1) Vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT (2013), S. 6 f.

2) Vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT (2013), S. 6 f.

Dem City-nahen Güterverkehr wurde – so lassen es die fundierten Recherchen vermuten – in der wissenschaftlichen Debatte kaum Beachtung geschenkt. Es bleibt zu schließen, dass der City-nahe Güterverkehr in der Nähe des Straßengüterverkehrs und des städtischen Güterverkehrs anzusiedeln ist und als Verkehr aufzufassen ist, der in und zwischen Städten innerhalb des Regionalbereiches stattfindet.

Aufgegliedert wird vom Bundesamt für Güterverkehr nach Teilmärkten, und zwar nach dem Nah-, dem Regional- und dem Fernbereich. Die konkreten Beförderungsweiten sind wie folgt:<sup>1</sup>

- Nahbereich: Beförderungsweiten bis 50 km,
- Regionalbereich: Beförderungsweiten von 51 bis 150 km,
- Fernbereich: Beförderungsweiten ab 151 km.

### 2.2.2 Überlastung der Innenstädte

Abbildung 3 illustriert die Entwicklung der transportierten Gütermengen. Insgesamt hat sich die Menge der transportierten Güter zwischen 1997 und 2011 kaum verändert:<sup>2</sup> Sie beträgt 1997 ca. 2.975 Millionen Tonnen und 2011 ca. 2.972 Millionen Tonnen.<sup>3</sup> Schwankungen sind konjunkturell bedingt vorhanden, wobei auf den Einbruch durch die Wirtschafts- und Finanzkrise der Jahre 2009 und 2010 verwiesen werden kann.<sup>4</sup> Im Regional- und im Fernverkehr werden annähernd dieselben Gütermengen transportiert (im Jahr 2012 sind es jeweils über 650 Millionen Tonnen).<sup>5</sup> Demgegenüber ist der Nahverkehr bedeutender, denn es werden zu diesem Zeitpunkt mit 1.659 Millionen Tonnen deutlich mehr Güter bewegt.<sup>6</sup> In der Tendenz wird die Bedeutung des Nahverkehrs geringer und die des Regional- und Fernverkehrs wird größer.<sup>7</sup> Während im Nahverkehr im Jahr 1997 noch vier Mal so viele Güter wie im Fernverkehr transportiert wurden, sind es 2011 ca. nur noch 2,5 mal so viele Güter.<sup>8</sup>

---

1) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 5; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 15.

2) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009), S. 19 ff.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

3) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

4) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

5) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009), S. 19 ff.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

6) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009), S. 19 ff.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

7) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.

8) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.

Die bisher vorgestellten Daten des BUNDESAMTES FÜR GÜTERVERKEHR erweisen sich als unzureichend, um die Belastung der Innenstädte zu erklären. Etwas deutlicher wird die Situation, wenn die Tonnenkilometer betrachtet werden. Insgesamt kann von 1997 bis 2011 eine Steigerung der Straßengüterverkehrsleistung deutscher Unternehmen von 223.000 auf 294.000 Millionen Tonnenkilometer verzeichnet werden. Im Nahverkehr ist keine Änderung zu bemerken, denn sowohl 1998 als auch 2011 notiert das BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR 29.500 Millionen Tonnenkilometer.<sup>1</sup>

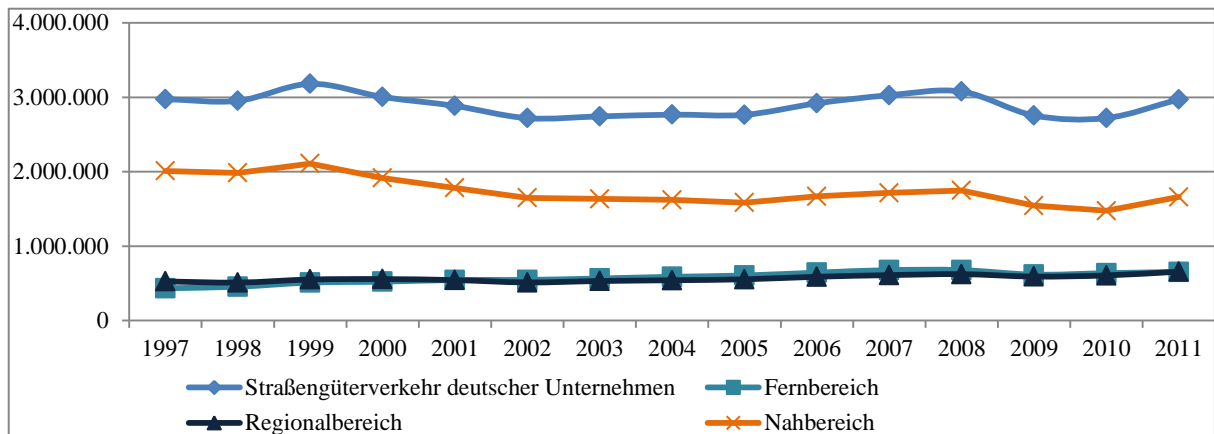


Abbildung 3: Entwicklung der beförderten Gütermengen Straßengüterverkehr in 1000 Tonnen nach Entfernungsbereichen (1997 bis 2011)<sup>2</sup>

Es kann festgestellt werden, dass ein Erfassungsmangel vonseiten der deutschen Ämter vorliegt, der folgende Punkte umfasst:

- Grundlage der Berechnungen des BUNDESAMTES FÜR GÜTERVERKEHR sind Stichproben, bei denen lediglich Lkws mit mehr als 3,5 Tonnen Gewicht berücksichtigt werden, aber in den Städten und zwischen ihnen fahren viele Transporter mit einem geringeren Gewicht.<sup>3</sup>
- Erfasst werden nur Lkws deutscher Unternehmen, aber in einem Europa fast ohne Grenzen sind sie nur für einen Teil des Verkehrs verantwortlich.<sup>4</sup>
- Bei der Berechnung wird der Straßengüterverkehr im Nahverkehr beachtet, aber nicht der City-nahe Güterverkehr. Da die Städte die Versorgungsfunktion<sup>5</sup> des Umlandes mit erfüllen, konzentriert sich hier der Güterverkehr. Der City-nahe Güterverkehr kann zudem wachsen, weil

1) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6; (1999), S. 4.

2) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5 f.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009), S. 19 ff.; BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999), S. 4 ff.

3) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011), S. 5.

4) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012), S. 6.

5) Zu den Grunddaseinsfunktionen des Menschen zählen wohnen, arbeiten, sich bilden, Freizeitwahrnehmung und sich versorgen. Diese Aktivitäten sind in allen sozialen Schichten immanent, räumlich und zeitlich messbar und raumwirksam. Vgl. LESER et al. (1993), S. 224.

heute andere Güter als früher nachgefragt werden. Das BUNDESAMT weist darauf hin, dass mittlerweile Verpackungen und Sammelgüter sowie Lebens- und Fortbewegungsmittel stärker nachgefragt werden. Dies sind Güter, die für die Städtebewohner bedeutend sind.<sup>1</sup>

Im Zuge dieser Argumentation kann nun auf den Begriff städtischer Güterverkehr abgestellt werden. Dessen Merkmale sind ein beschränkter Zugang zu Innenstädten infolge enger und überlasteter Straßen sowie Verkehrsbeschränkungen aufgrund der Dichte der Besiedlung und von Umweltbelastungen. Bedingt dadurch, dass der Güterverkehr in und zwischen Städten innerhalb des Regionalbereiches am Ende der Transportkette steht, sind die Frachten klein und Lieferungen häufig vorzunehmen.<sup>2</sup>

---

1) Vgl. BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009), S. 10 f.

2) Vgl. SCHÄFFELER/WICHSER (2003), S. 9.

### 3 Elektroantriebe

Wie in der Einleitung kurz angeklungen ist, meint der Begriff Elektromobilität ein Antriebskonzept für Fahrzeuge, die mit einem Elektromotor angetrieben werden.<sup>1</sup> Die Bundesregierung definiert genauer: „Im Kontext des nationalen Entwicklungsplans wird der Begriff Elektromobilität auf den Straßenverkehr begrenzt. Hierbei handelt es sich insbesondere um Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge, ebenso werden aber auch Zweiräder (Elektroroller, Elektrofahrräder) und Leichtfahrzeuge einbezogen. Die Strategie zur Elektromobilität kann auch Stadtbusse und andere Fahrzeuge umfassen. Kurz- und mittelfristig bieten auch Hybridkonzepte CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparpotenziale, die nicht zu vernachlässigen sind.“<sup>2</sup>

Momentan sind bei Pkws und Nutzfahrzeugen verschiedene Antriebskonzepte am Markt erhältlich oder in der Entwicklung und Erprobung. Sie sollen im Folgenden vorgestellt werden. Sie unterscheiden sich darin, ob und inwieweit beim Antrieb elektrische Energie genutzt wird (siehe Abbildung 4). Während der konventionelle Verbrennungsmotor keine elektrische Energie anwendet, ist der Grad ihrer Verwendung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen unterschiedlich. Differenziert werden kann zwischen klassischen Hybridfahrzeugen (Hybrid Electric Vehicle, HEV), Plug-In-Hybridfahrzeugen (Plug-In Hybrid Electric Vehicle, PHEV), seriellen Hybridfahrzeugen (REEV) und rein batterieangetriebenen Fahrzeugen (Battery Electric Vehicle, BEV).<sup>3</sup>

In HEV sind sowohl ein Verbrennungs- als auch ein Elektromotor eingebaut, wobei Letzterer verhältnismäßig schwach ist.<sup>4</sup> Im Wesentlichen ist es seine Funktion, den Verbrennungsmotor zu unterstützen.<sup>5</sup> In Abhängigkeit von der einzelnen Fahrsituation wird je einer der Motoren oder es werden beide zusammen genutzt.<sup>6</sup> Rein elektrisch sind nur wenige Kilometer Fahrt möglich.<sup>7</sup> Hierin liegt der wesentliche Unterschied zum PHEV, bei dem die Akkus größer sind, wodurch die Reichweite verlängert wird. Kennzeichen des REEV ist es, dass die Antriebsleistung vollständig vom Elektromotor generiert wird.<sup>8</sup> Mithilfe des Verbrennungsmotors wird allein die Batterie aufgeladen.<sup>9</sup> Damit größere Strecken bewältigt werden können, besitzen die Batterien eine beachtliche

---

1) Vgl. WALLENTOWITZ/FREIALDENHOVEN (2011), S. 71.

2) BUNDESREGIERUNG (2009), S. 6.

3) Vgl. SCHULER (2011), S. 24 f.

4) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

5) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

6) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

7) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

8) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

9) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

Größe und sie können extern geladen werden.<sup>1</sup> BEV bilden die letzte Variante; bei ihnen wird das Fahrzeug nur mittels eines batteriebetriebenen Antriebsstrangs bewegt.<sup>2</sup>

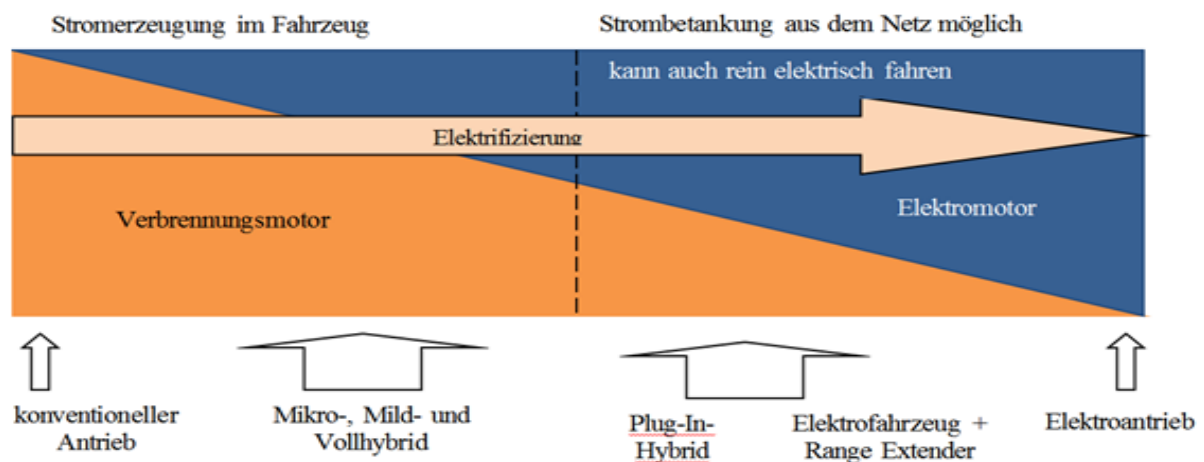


Abbildung 4: Antriebsunterscheidung (Verbrennungsmotor versus Elektromotor)<sup>3</sup>

Wie schon in Kapitel 1.1 (Realproblem und Stand der Forschung) erörtert besteht ein Handlungsbedarf. Hierfür ist ein Umdenken vonnöten. Weiterhin ist zu unterstreichen, dass sich der Handlungsbedarf auf drei Aspekte erstrecken kann:<sup>4</sup>

- Verhaltensänderungen (z. B. durch den Einsatz erneuerbarer Energien),
- Verwendung aktueller Energietechniken unter Benutzung erneuerbarer Energien,
- Energieeffizienzvergrößerungen und demnach eine Reduktion der Energieverschwendung.<sup>5</sup>

Durch ein Elektrofahrzeug kann den drei Aspekten Rechnung getragen werden: Sein charakteristisches Merkmal ist die Emissionsfreiheit, sofern erneuerbare Energien verwendet werden. Ein weiterer Vorzug ist die geringe Lautstärke, die es für den innerstädtischen Betrieb prädestiniert. Ferner ist die hervorragende Ausbeute der Energie hervorzuheben, denn beim Verbrennungsmotor wird nur 35 Prozent der Energie in den Vortrieb umgesetzt, beim Elektromotor sind es 60 Prozent mehr.<sup>6</sup>

Beim Elektrofahrzeug ist der Anwender nicht auf die Nutzung nur eines Energieträgers beschränkt, er kann diverse Energieträger für die Erzeugung elektrischer Energie heranziehen.<sup>7</sup> Bei der Verwendung von kohlenstoffneutral produzierter elektrischer Energie tritt zudem eine Minderung der

1) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

2) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274; LIENKAMP (2012), S. 27 ff.

3) In Anlehnung an BMU (2008), S. 8; SCHULER (2011), S. 24.

4) Vgl. PETERMANN (2008), S. 194 ff.

5) Vgl. PETERMANN (2008), S. 194 ff.

6) Vgl. DUDENHÖFFER et al. (2012), S. 274.

7) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

Klimagasemissionen ein.<sup>1</sup> Ermöglicht wird zudem die Rückgewinnung von Bremsenergie.<sup>2</sup> Dies hat zur Folge, dass vorwiegend im Stadtverkehr der Energieverbrauch gemindert wird.<sup>3</sup>

Hinzuweisen ist allerdings auch auf die bisher vorhandenen elementaren Nachteile der Elektromobilität:<sup>4</sup> Da die Speicherdichten für die Energie und die Leistung unter den Werten für die gegenwärtig gängigen Kraftstoffe liegen, kommt es zu einer Begrenzung der Reichweite. Hinzu tritt, dass sehr hohe Fahrzeugmassen schwer zu bewegen sind. Die Erfahrungen mit den neuen Akkutechnologien sind beschränkt, weswegen die Haltbarkeit der Akkus noch nicht hoch ist.<sup>5</sup> Die Zuverlässigkeit der Systeme muss gesteigert werden.<sup>6</sup> Außerdem gilt es, die Lebensdauer der Akkus zu steigern, damit ein kostenintensiver Austausch lange hinausgezögert werden kann. Damit sind auch die erheblichen Kosten der Batterieanfertigung angesprochen.<sup>7</sup> Da sehr lange Ladezeiten auftreten, bedarf es besonders verteilter, akzeptabler Ladestationen und Ladestrategien oder ausgefeilter Batteriewechseltechniken.<sup>8</sup>

---

1) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

2) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

3) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

4) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

5) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

6) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

7) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.

8) Vgl. ACATECH (2010), S. 18, vgl. auch BUNDESREGIERUNG (2009), S. 8 f.



## 4 Einfache Wirtschaftlichkeitsanalyse

### 4.1 Aufstellung von monetären Kriterien

Die Wirtschaftlichkeit stellt eine Kennzahl dar, die das Verhältnis von Output zu Input misst. Nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip ist die Handlungsoption auszuwählen, die für das Verhältnis von Output zu Input den größten Wert annimmt. Das Wirtschaftlichkeitsprinzip gibt für das Verständnis und die Beurteilung der Angemessenheit von Wirtschaftlichkeitsanalysen keine inhaltlichen Bewertungsmaßstäbe vor. Infolgedessen bleiben die Art und die Anzahl der Ziele und der daraus abzuleitenden Kriterien für die Bewertung von Handlungsalternativen offen.<sup>1</sup> Die Kriterien können in monetäre und nicht-monetäre Kriterien unterschieden werden.

In Hinblick auf Wirtschaftlichkeitsanalysen wird zwischen traditionellen und erweiterten Analysekonzepten unterschieden. Die traditionellen Wirtschaftlichkeitsanalysen oder auch einfache Wirtschaftlichkeitsanalyse beschäftigen sich ausschließlich mit monetären Kriterien. Vorteilhaft ist die einfache und „griffige“ Bestimmung von Kennzahlen für die Wirtschaftlichkeit. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Sie sind eindimensional und beruhen auf einer rein monetären Betrachtungsweise (z.B. Kosten zu minimieren).<sup>2</sup>

Finanziell entscheidend sind die Anschaffungskosten sowie Ladestationen, vor allem, weil sie bei Batteriefahrzeugen vergleichsweise hoch sind, die Treibstoffkosten und die sonstigen laufenden Kosten. Unter laufenden Kosten sind in der Tabelle 2 und in der Tabelle 3 die Kfz-Steuer, Batteriemiete, kalkulatorische Kosten sowie Versicherungs- und Wartungskosten erfasst.

Die kalkulatorischen Kosten bestehen aus den kalkulatorischen Abschreibungen und den kalkulatorischen Zinsen. Zur Berechnung der kalkulatorischen Abschreibungen und Zinsen werden die Anschaffungskosten als Basis angesetzt. Die kalkulatorischen Abschreibungen stellen den Wertverzehr des Fahrzeuges dar, der im Laufe der Nutzungsdauer<sup>3</sup> auftritt.<sup>4</sup> In diesem Forschungsbericht kommt die lineare Abschreibungsmethode zur Anwendung und die jährlichen Abschreibungsbeträge werden mit der folgenden Formel berechnet:

$$\left( \frac{\text{Anschaffungskosten}}{\text{Nutzungsdauer}} \right)$$

---

1) Vgl. ZANGEMEISTER(2000), S.2 ff.

2) Vgl. ZANGEMEISTER (2000), S. 5.

3) Die Nutzungsdauer für die Lastkraftwagen unter 7,5 Tonnen beträgt 6 Jahre und wurde der amtlichen AfA-Tabelle entnommen. Vgl. BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (1998), S. 3.

4) Vgl. EBERLIN (2010), S. 85.

Die Opportunitätskosten für die Bereitstellung des durchschnittlich gebundenen Kapitals werden durch die kalkulatorischen Zinsen berücksichtigt<sup>1</sup>. Um diese auszurechnen, wird ein kalkulatorischer Zinssatz von 8 Prozent<sup>2</sup> angenommen. Es wird folgende Formel eingesetzt:

$$\left( \frac{\text{Anschaffungskosten}}{2} * \text{kalkulatorischer Zinssatz} \right)$$

## 4.2 Festlegung der Nutzfahrzeuge

Zwecks einer besseren Orientierung in Bezug auf die Festlegung der Fahrzeugalternativen wurden in Deutschland initiierte Elektrofahrzeugprojekte<sup>3</sup> des Logistikunternehmens DEUTSCHE POST AG herangezogen, da es innerstädtisch sowie City-nah tätig ist. In dem ELOKOV-Projektbericht werden zwei Nutzfahrzeugmodelle gewählt, und zwar der Renault Kangoo Maxi Z.E. und der Mercedes-Benz Vito E-CELL. Es handelt sich um zwei gängige Fahrzeugmodelle, die im City-nahen Verkehr oft Verwendung finden. Die Nutzung der Eigenkonstruktion der Deutschen Post AG offeriert keine Vergleichsmöglichkeiten mit anderen marktüblichen Modellen und fällt deswegen aus den weiteren Überlegungen heraus. In der Analyse werden die Elektronutzfahrzeuge, Erdgasnutzfahrzeuge und Dieselnutzfahrzeuge mit etwa gleichen Nutzlasten herangezogen sowie verglichen. Hierzu folgt eine ausführliche Darstellung der Nutzfahrzeugmodelle und der Kriterien in der Tabelle 2 und Tabelle 3.

---

1) Vgl. GÖTZE (2011), S. 55.

2) Telefoninterview mit einer Bankmitarbeiterin.

3) Die Elektronutzfahrzeug-Flotte der Deutschen Post AG besteht zurzeit aus 9 Nutzfahrzeugen: Street Scooter (Eigenkonstruktion), Ford E-Transit, Ford Transit connect, Renault Kangoo Z.E., VW eT, VW eCaddy, Mercedes-Benz Vito E-CELL, Iveco Daily Electric und VW Caddy Maxi. Vgl. DEUTSCHE POST AG (2013) S. 2.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die zugeordneten Nutzlasten in 1 Kategorie sowie 2 Kategorie und die zu vergleichenden Nutzfahrzeuge in den jeweiligen Kategorien.

Nutzfahrzeuge			
Nutzlasten	Elektronutzfahrzeuge	Dieselnutzfahrzeuge	Erdgasnutzfahrzeuge
Kategorie 1 (ca. 650-800 kg)	Renault Kangoo Maxi Z.E.	Renault Kangoo Rapid Maxi (Extra dCi 90)	Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural
Kategorie 2 (ca. 850-1000 kg)	Mercedes-Benz Vito E-CELL	Mercedes-Benz Vito 113 CDI	Mercedes-Benz Sprinter 316

Tabelle1: Überblick über die betrachteten Nutzfahrzeugmodelle

Die Tabellen 2 und 3 auf der nächsten Seite fassen die Bewertungen der sechs Nutzfahrzeugmodelle, die in der Tabelle 1 als (Handlungs-) Alternativen vorgestellt wurden, im Hinblick auf die monetären Kriterien zusammen, die in Kapitel 4.1 (Aufstellung von monetären Kriterien) eingeführt wurden.

Kriterien	Anschaffungskosten			Treibstoffkosten pro 100 km			laufende Kosten pro Jahr						
	Kaufpreis	Ladestation	Gesamt	Verbrauch kWh/100 km	€/kWh <sup>1</sup>	€/100 km	Versicherung <sup>2</sup>	Kfz-Steuer <sup>3</sup>	Batteriemiete	Wartung <sup>4</sup>	Abschreibung <sup>5</sup>	kalk. Zinsen <sup>6</sup>	Gesamt
<b>Elektronutzfahrzeuge</b>													
Renault Kangoo Maxi Z.E.	21.500,00 € <sup>7</sup>	924,00 € <sup>8</sup>	22.424,00 €	15,50 <sup>9</sup>	0,20	3,10	3.670,17 €	0,00 €	1.272,00 € <sup>10</sup>	360,00 €	3.737,33 €	896,96 €	9.936,46 €
Mercedes-Benz Vito E-CELL	57.600,00 € <sup>11</sup>	710,00 € <sup>12</sup>	58.310,00 €	25,20 <sup>13</sup>	0,20	5,04	4.536,20 €	0,00 €	1.740,00 € <sup>14</sup>	576,00 €	9.718,33 €	2.332,40 €	18.902,93 €

Tabelle 2: Kriterien und Alternativen der Nutzfahrzeuge mit Elektroantrieb

- 1) Der Preis bezieht sich auf Naturstrom aus Erneuerbaren Energien. Vgl. WEMAG AG (2013), S. 1.
- 2) Die Versicherungskosten in den Tabellen 2 und 3 wurden durch die Wüstenrot & Württembergische AG berechnet.
- 3) Lt. Telefoninterview mit Finanzamt Essen-NordOst beträgt die Kfz-Steuer 0,- €. Für die ausführlichen Berechnungen der Kfz-Steuer (Tabelle 3) siehe Anhang 6.
- 4) Vgl. REGNIET (2013). Die Quelle gilt für die gesamten Wartungskosten in den Tabellen 2 und 3 Die Wartungskosten der Nutzfahrzeuge mit Elektroantrieb sind geschätzt worden. Es wurde bei den Berechnungen als Basis eine Fahrleistung von 25.000 km/Jahr genommen. Ausführliche Berechnungen siehe Anhang 2.
- 5) Ausführliche Berechnungen siehe Anhang 3.
- 6) Ausführliche Berechnungen für Tabelle 2 und 3, siehe Anhang 4.
- 7) Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013a), S. 2.
- 8) Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013a), S. 7.
- 9) Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013a), S. 10.
- 10) Die monatliche Batteriemiete beläuft sich auf 106,- € (pro Jahr sind es 1.272,- €). Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013a), S. 2.
- 11) Hier wird von einer Zusammensetzung des Kaufpreises ausgegangen, die sich wie folgt darstellt: monatliche Netto-Leasingrate von 1.069,- € abzgl. 263,- € (Versicherung 70,- € + Batteriemiete 145,- € + Wartung 48,- € = 263,- €) = 806,- € ≈ 800,- € x 12 Monate x 6 Jahre (ND) = 57.600,- €.
- 12) Vgl. DAIMLER AG (2013a), S. 1
- 13) Vgl. DAIMLER AG (2013a), S. 1.
- 14) Die Kosten der Batteriemiete wurde zu 1.740,- € / Jahr geschätzt, da die Daimler AG hierzu keine Angaben gemacht hat. Ausführliche Berechnung siehe Anhang 5.

Kriterien	Anschaffungskosten	Treibstoffkosten pro 100 km			laufende Kosten pro Jahr					
		Verbrauch l/100 km	€/l <sup>1</sup>	€/100 km	Versicherung	Kfz-Steuer	Wartung	Abschreibung	Kalk.Zinsen	Gesamt
<b>Dieselnutzfahrzeuge</b>	Kaufpreis									
Renault Kangoo Rapid Maxi (Extra dCi90)	18.400,00 € <sup>2</sup>	5,20 <sup>3</sup>	1,24	6,46	3.224,41 €	124,00 €	528,00 €	3.066,67 €	736,00 €	7.679,08 €
Mercedes-Benz Vito 113 CDI	27.360,00 € <sup>4</sup>	9,30 <sup>5</sup>	1,24	11,56	4.043,43 €	185,00 €	828,00 €	4.560,00 €	1.094,40 €	10.710,83 €
<b>Erdgasnutzfahrzeuge</b>		kg/100 km	kg/€							
Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural	18.600,00 €	6,9 <sup>6</sup>	0,92	6,31	3.576,30 €	148,00 €	576,00 €	3.100,00 €	744,00 €	8.144,30 €
Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT	38.060,00 €	10,8	0,92	9,88	4.333,37 €	210,00 €	996,00 €	6.343,33 €	1.522,40 €	13.405,10 €

Tabelle 3: Kriterien und Alternativen der Nutzfahrzeuge mit Diesel- und Erdgasantrieb

- 
- 1) Für Dieselnutzfahrzeuge wurde der Lkw-Diesel-Preis zugrunde gelegt. Vgl. ARAL AG (2013), S. 1. Ausführliche Berechnung siehe Anhang 9.
  - 2) Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013b), S. 2.
  - 3) Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013b), S. 11.
  - 4) Vgl. DAIMLER AG (2013c), S. 12.
  - 5) Der Verbrauch beträgt innerorts 9,5 l - 9,1 l, durchschnittlich 9,3 l [(9,5 l + 9,1 l)/2]. Vgl. DAIMLER AG (2013c), S. 47.
  - 6) Vgl. FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG (2013a), S. 46.

## 5 Fazit

Ziel des vorliegenden Projektberichtes war die Identifizierung und Operationalisierung von monetär messbaren Kriterien hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Güterverkehren auf der „ersten“ oder „letzten Meile“ im Bereich der City-Logistik.

Die intendierten Ziele, zum einen Nutzfahrzeuge aus unterschiedlichen Antrieben (Elektronutzfahrzeuge, Dieselnutzfahrzeuge sowie Erdgasnutzfahrzeuge) festzulegen, und zum anderen, die dabei entstehenden Kosten der verschiedenen Nutzfahrzeuge mit Hilfe gemeinsamer Kriterien darzustellen.

Durch die monetären Kriterien konnte gezeigt werden, dass die Elektronutzfahrzeuge unter Kostenaspekten gegenüber Dieselnutzfahrzeuge sowie Erdgasnutzfahrzeugen unterlegen sind, jedoch wurden nur monetäre Kriterien herangezogen. Die nicht monetären Kriterien wurden in diesem Projektbericht vollkommen außer Acht gelassen. Daher erweist sich der Kriterienkatalog als unvollständig.

## Literaturverzeichnis

### Vorbemerkungen:

- Alle Quellen werden im Literaturverzeichnis wie folgt aufgeführt: In der ersten Zeile wird der *Referenztitel* der Quelle angegeben. Er entspricht der Form, die im Text Verwendung findet, wenn auf die Quelle hingewiesen wird.
- Bei der Vergabe der Referenztitel wird bei *einem* Autor dessen Nachname, gefolgt von dem Erscheinungsjahr der Quelle in Klammern, verwendet. Existieren *zwei* oder *drei* Autoren, werden diese getrennt von einem Schrägstrich („/“) aufgeführt. Bei mindestens *vier* Autoren werden nur die ersten drei Autoren mit dem Zusatz „et al.“ aufgeführt.
- Zu *Internetquellen* wird die dafür verantwortliche Instanz aufgeführt. Dies können sowohl natürliche als auch juristische Personen sein. Zu den Internetquellen werden die zum Zugriffsdatum gültige Internetadresse (URL) und das Zugriffsdatum angegeben.

### ACATECH (2010)

ACATECH – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften: Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann. Status quo – Herausforderungen – Offene Fragen. acatech BEZIEHT POSITION – Nr. 6. Berlin – Heidelberg 2010.

### BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (1999)

BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR: Marktbeobachtung Güterverkehr – Jahresbericht 1998, Köln 1999. Online-Publikation im Internet unter der URL: „[http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst\\_und\\_Jahresberichte/Marktbericht\\_1998Jahresber.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst_und_Jahresberichte/Marktbericht_1998Jahresber.pdf?__blob=publicationFile)“, Zugriff am 02.05.2013.

### BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2009)

BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR: Marktbeobachtung Güterverkehr – Entwicklung des gewerblichen Güterkraftverkehrs und des Werkverkehrs deutscher Lastkraftfahrzeuge. Im Internet unter der URL: „[http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Sonderberichte/Sonderbericht\\_01\\_10.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Sonderberichte/Sonderbericht_01_10.pdf?__blob=publicationFile)“, Zugriff am 02.05.2013.

### BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2011)

BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR: Marktbeobachtung Güterverkehr – Jahresbericht 2010, Köln 2011. Online-Publikation im Internet unter der URL: „[http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst\\_und\\_Jahresberichte/Marktbericht\\_2010\\_Jahresber.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst_und_Jahresberichte/Marktbericht_2010_Jahresber.pdf?__blob=publicationFile)“, Zugriff am 02.05.2013.

BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (2012)

BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR: Marktbeobachtung Güterverkehr – Jahresbericht 2011, Köln 2012. Online-Publikation im Internet unter der URL: „[http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst\\_und\\_Jahresberichte/Markt\\_2011\\_Jahresber.html?nn=13132](http://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Herbst_und_Jahresberichte/Markt_2011_Jahresber.html?nn=13132)“, Zugriff am 02.05.2013.

BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (1998)

BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN: AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig „Personen- und Güterbeförderung (im Straßen- und Schienenverkehr)“. Im Internet unter der URL: „[http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuer-themen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/1998-01-26-afa-99.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuer-themen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/1998-01-26-afa-99.pdf?__blob=publicationFile&v=1)“, Zugriff am 09.07.2013

BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (2007)

BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN: Übersicht zur Kraftfahrzeugsteuer für Nutzfahrzeuge. Im Internet unter der URL: „[http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Steuerarten/Kraftfahrzeugsteuer/Merkblaetter\\_und\\_Uebersichten/Kfz-steuer-fuer-nutzfahrzeuge-anlage.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Steuerarten/Kraftfahrzeugsteuer/Merkblaetter_und_Uebersichten/Kfz-steuer-fuer-nutzfahrzeuge-anlage.pdf?__blob=publicationFile&v=1)“, Zugriff am 09.07.2013

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (2006)

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE: Verfügbarkeit und Versorgung mit Energierohstoffen. Im Internet unter der URL „[www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energie-rohstoffbericht,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energie-rohstoffbericht,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)“, Zugriff am 23.05.2013.

BUNDESREGIERUNG (2009)

BUNDESREGIERUNG: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Ohne Ortsangabe, 2009. Online-Publikation im Internet unter der URL: „[www.bmbf.de/pubRD/nationaler\\_entwicklungsplan\\_elektromobilitaet.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf)“, 24.05.2013.

BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG (2012)

BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG: Energieabhängigkeitsquote. Im Internet unter der URL: „[www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/europa/135829/energieabhaengigkeits-quote](http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/europa/135829/energieabhaengigkeits-quote)“, Zugriff am 28.05.2013.

CINIBULAK (2013)

CINIBULAK, P.: Analysemethoden sowie Konzeptausarbeitung das für Forschungsprojekt ELOKOV. ELOKOV-Projektbericht Nr. 1, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Essen 2013.



DAIMLER AG (2013a)

DAIMLER AG: Mercedes Benz – Vito E-CELL Kastenwagen – Technische Daten. Im Internet unter der URL: „[http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc\\_germany\\_website/de/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/vito\\_639/e-cell/data/data.html](http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/e-cell/data/data.html)“, Zugriff am 09.07.2013.

DAIMLER AG (2013b)

DAIMLER AG: Mercedes Benz – Vito E-CELL Kastenwagen - Produktvorteile - Einsatzgebiete – Nachhaltig ohne Einschränkungen. Im Internet unter der URL: „[http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc\\_germany\\_website/de/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/vito\\_639/e-cell/advantages/application\\_area.html](http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/e-cell/advantages/application_area.html)“, Zugriff am 09.07.2013

DAIMLER AG (2013c)

DAIMLER AG: Mercedes-Benz Transporter – Vito - Kastenwagen - Beratung & Kauf - Preisliste. Im Internet unter der URL: „[http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc\\_germany\\_website/de/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/vito\\_639/panel\\_van/advice\\_sales/pricelist.html](http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/panel_van/advice_sales/pricelist.html)“, Zugriff am 09.07.2013

DAIMLER AG (2013d)

DAIMLER AG: Mercedes-Benz Transporter – Sprinter - Kastenwagen - Beratung & Kauf - Preisliste. Im Internet unter der URL: „[http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc\\_germany\\_website/de/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/sprinter\\_906/panel\\_van/advice\\_sales/pricelist.html](http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/van/home/new_vans/models/sprinter_906/panel_van/advice_sales/pricelist.html)“, Zugriff am 09.07.2013

DEUTSCHE POST AG (2010)

DEUTSCHE POST AG (Hrsg.): delivering tomorrow – Zukunftstrend Nachhaltige Logistik – Wie Innovation und „grüne“ Nachfrage eine CO<sub>2</sub>-effiziente Branche schaffen. Studie, Bonn 2010. Online-Publikation im Internet unter der URL: „[http://www.dp-dhl.com/content/dam/logistik\\_populaer/trends/StudieSustainableLogistics/dpdhl\\_delivering\\_tomorrow\\_studie.pdf](http://www.dp-dhl.com/content/dam/logistik_populaer/trends/StudieSustainableLogistics/dpdhl_delivering_tomorrow_studie.pdf)“.

DEUTSCHE POST AG (2013)

DEUTSCHE POST AG: Elektrofahrzeuge im innerstädtischen Zustellverkehr. In: GGEMO (die Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung): Elektromobilität bewegt weltweit – Internationale Konferenz der Bundesregierung – Programm 28.05.2013 - 9:45 Uhr, Forum 2. Im Internet unter der URL: „<http://www.konferenz-elektromobilitaet.de/programm/vortraege/Wessels.pdf?PHPSESSID=62aad8455b038372775d08cb1944548b>“, Zugriff 29.06.2013.

DUDENHÖFFER et al. (2012)

DUDENHÖFFER, F.; BUSSMANN, L.; DUDENHÖFFER, K.: Elektromobilität braucht intelligente Förderung. In: Wirtschaftsdienst: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 92 (2012) 4, S. 274-279.

EBERLIN (2010)

EBERLIN, J.: Betriebliches Rechnungswesen und Controlling. 2. Auflage, München 2010.

EUROPÄISCHES STATISTIKAMT (EUROSTAT) (2011)

EUROPÄISCHES STATISTIKAMT (EUROSTAT): Energieerzeugung und -einführen, ohne Ortsangabe. Im Internet unter der URL: „[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports/de#Einfuehren](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports/de#Einfuehren)“, Zugriff am 25.05.2013.

FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG (2013a)

FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG: Modelle – Prospekte & Preise - Doblo Cargo Warentransport – Preisliste. Im Internet unter der URL „[http://www.fiatprofessional.dede/CMSDE/Pdf/Doblo\\_Preisliste.pdf](http://www.fiatprofessional.dede/CMSDE/Pdf/Doblo_Preisliste.pdf)“, Zugriff am 16.07.2013

FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG (2013b)

FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG: Technische Daten. In: Karabag CCF Centro Commerciale GmbH Transporter- & Wohnmobil-Fachbetrieb: Fahrzeuge – Modelle - Doblo Kastenwagen – Technische Daten. Im Internet unter der URL: „[http://www.karabag.de/uploads/media/120725\\_FP\\_DobloCargo\\_Kastenwagen\\_1.4\\_T-Jet\\_16V\\_NaturalPower\\_88kW\\_TD\\_05.pdf](http://www.karabag.de/uploads/media/120725_FP_DobloCargo_Kastenwagen_1.4_T-Jet_16V_NaturalPower_88kW_TD_05.pdf)“

GELDERMANN (2012)

GELDERMANN, J.: Multikriterielle Optimierung. In: Kurbel, K.; Becher, J.; Gronau, N.; Sinz, N.; Suhl, S. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Im Internet unter der URL <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/technologien-methoden/Operations-Research/Mathematische-Optimierung/Multikriterielle-Optimierung> (letzter Zugriff: 15.12.2012).

GÖTZE (2008)

GÖTZE, U.: Investitionsrechnung – Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 6. Aufl., Heidelberg 2008.

KÖNIG ET AL (2003)

KÖNIG, W.; ROMMELFANGER, H.; OHSE, D.; WENDT, O.; HOFMANN, M.; SCHWIND, M.; SCHÄFER, K.; KUHNLE, H.; PFEIFER, A.: Taschenbuch der Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsmathematik. 2. Aufl., Frankfurt am Main 2003.

KUMMER (2010)

KUMMER, S.: Einführung in die Verkehrswirtschaft. 2. Aufl., Stuttgart 2010.

LESER et al. (1993)

LESER, H.; HAAS, H.-D.; MOSIMANN, T.; PAESLER, R.: Diercke Wörterbuch der allgemeinen Geographie. 7. Auflage, München / Braunschweig 1993.

LIENKAMP (2012)

LIENKAMP, M.: Elektromobilität. Berlin – Heidelberg 2012.

o. V. (2011)

o. V.: Logistik-Lexikon. unter der URL <http://www.logistik-lexikon.de/ccLiid175.html> (letzter Zugriff am 17.01.2011).

PETERMANN (2008)

PETERMANN, J. (Hrsg.): Sichere Energie im 21. Jahrhundert, 2. Auf., Hamburg 2008.

PFOHL/BRAUN (1981)

PFOHL, H.-C.; BRAUN, G.: Entscheidungstheorie – Normative und deskriptive Grundlagen des Entscheidens. München 1981.

REGNIET, (2013)

REGNIET, B.: Der Autokostencheck – wie teuer ist mein Auto im Unterhalt. Im Internet unter der URL“ <http://www.autokostencheck.de>“, Zugriff am 13.07.2013.

RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013a)

RENAULT DEUTSCHLAND AG: Der Renault Kangoo Z.E. – Preise und Ausstattungen. Im Internet unter der URL „[http://www.renault-preislisten.de/fileadmin/user\\_upload/Preisliste\\_Kangoo\\_ZE.pdf](http://www.renault-preislisten.de/fileadmin/user_upload/Preisliste_Kangoo_ZE.pdf)“, Zugriff am 08.07.2013.

RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013b)

RENAULT DEUTSCHLAND AG: Der Renault Kangoo Rapid – Broschüre und Preisliste als Download – Preisliste. Im Internet unter der URL [http://www.renault-preislisten.de/fileadmin/user\\_upload/Preisliste\\_Kangoo\\_LKW.pdf](http://www.renault-preislisten.de/fileadmin/user_upload/Preisliste_Kangoo_LKW.pdf), Zugriff am 08.07.2013.

SCHNEEWEIß (1991)

SCHNEEWEIß, C.: Planung 1. Systemanalyse und entscheidungstheoretische Grundlagen. Berlin 1991.

SCHULTE (2013)

SCHULTE, C.: Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain. 6. Aufl., München 2013.

STIEGELER (2007)

STIEGELER, J.: Entwicklung des Güterverkehrs. Saarbrücken 2007.

WALLENTOWITZ/FREIALDENHOVEN (2011)

WALLENTOWITZ, H.; FREIALDENHOVEN, H.: Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges – Technologien, Märkte und Implikationen. 2. Auflage, Wiesbaden 2011.

WEMAG AG (2013)

WEMAG AG: Gewerbekunden. Im Internet unter der URL „<https://www.wemio.de/?kt=gewerbe>“, Zugriff am 07.07.2013.

ZANGEMEISTER (1976)

ZANGEMEISTER, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. Berlin 1976.

ZANGEMEISTER (2000)

ZANGEMEISTER, C.: Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalyse (EWA) – Grundlagen, Leitfaden und PC-gestützte Arbeitshilfen für ein „3-Stufen-Verfahren“ zur Arbeitssystembewertung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund 2000.

ZIMMERMANN/GUTSCHE (1991)

ZIMMERMANN, H.-J.; GUTSCHE, L.: Multi-Criteria Analyse – Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen. Berlin / Heidelberg 1991.

## Anhang

### Anhang 1: Berechnung der Treibstoffkosten

- LKW-Diesel in €/l: Preis in Brutto 1,479 € pro Liter / 1,19  $\approx$  1,243 (Netto)
- Erdgas in kg/€: Preis in Brutto 1,089 € pro kg / 1,19  $\approx$  0,915 (Netto)

### Anhang 2: Wartungskosten

Annahme für die monatlichen Wartungskosten für Nutzfahrzeuge mit Elektroantrieb: 30 % geringere Wartungskosten als bei einem vergleichbaren Dieselfahrzeug.

- Berechnung der Wartungskosten für Renault Kangoo Maxi Z.E.: Wartungskosten für Renault Kangoo Rapid Maxi (Diesel) abzgl. 30 %  $\Rightarrow$  44,- € abzgl. 30 % (13,20 €) = 30,80 €  $\approx$  30,- €, jährliche Wartungskosten: 12 \* 30,- € = 360,- €
- Berechnung der Wartungskosten für Mercedes-Benz Vito E-CELL: Wartungskosten für Mercedes-Benz Vito 113 CDI (Diesel) abzgl. 30 %  $\Rightarrow$  69,- € abzgl. 30 % (20,70 €) = 48,30 €  $\approx$  48,- €, jährliche Wartungskosten: 12 \* 48,- € = 576,- €

### Anhang 3: Berechnung der Abschreibungsbeträge

Renault Kangoo Maxi Z.E.:	22.424,- € / 6 Jahre = 3.737,33 €
Mercedes-Benz Vito E-CELL:	58.310,- € / 6 Jahre = 9.718,33 €
Renault Kangoo Rapid Maxi:	18.400,- € / 6 Jahre = 3.066,67 €
Mercedes-Benz Vito 113 CDI:	27.360,- € / 6 Jahre = 4.560,00 €
Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural:	18.600,- € / 6 Jahre = 3.100,00 €
Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT:	38.060,- € / 6 Jahre = 6.343,33 €

### Anhang 4: Berechnung der kalkulatorischen Zinsen

Renault Kangoo Maxi Z.E.:	22.424,- € / 2 * 8 % = 896,96 €
Mercedes-Benz Vito E-CELL:	58.310,- € / 2 * 8 % = 2.332,40 €
Renault Kangoo Rapid Maxi:	18.400,- € / 2 * 8 % = 736,00 €
Mercedes-Benz Vito 113 CDI:	27.360,- € / 2 * 8 % = 1.094,40 €
Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural:	18.600,- € / 2 * 8 % = 744,00 €
Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT:	38.060,- € / 2 * 8 % = 1.522,40 €

## **Anhang 5: Berechnung der Batteriemiete**

Die monatliche Batteriemiete des Renault Kangoo Z.E. i. H. v. 106,- € (bei einer Laufleistung v. 25.000 km/Jahr) wurde durch die Motorleistung geteilt, um die Batteriemiete pro kW Motorleistung auszurechnen. Zur Motorleistung des Renault Kangoo Maxi Z.E. = 44 kW vergleiche Renault Deutschland AG (2013a), S. 2.

Die Motorleistung des Mercedes-Benz Vito E-CELL beträgt 60 kW [vgl. Daimler AG (2013a), S. 1]. Berechnung: monatliche Batteriemiete Vito E-CELL :  $106,- / 44 \text{ kW} \times 60 \text{ kW} = 144,55 \text{ €} \approx 145,- \text{ €}$

**=> Batteriemiete pro Jahr:  $12 * 145,- \text{ €} = 1.740,- \text{ €}$**

## **Anhang 6: Berechnung der Kfz-Steuer**

Lt. telefonischem Interview mit dem Finanzamt Essen-NordOst vom 09.07.2013 wurde die „Übersicht zur Kraftfahrzeugsteuer für Nutzfahrzeuge“ (siehe Abbildung 5 auf Seite 27 ) als Berechnungsgrundlage genommen.

### Kfz-Steuer für Renault Kangoo Rapid Maxi (Diesel):

Zulässiges Gesamtgewicht ist 2.200 kg. Vgl. RENAULT DEUTSCHLAND AG (2013b), S. 11.

⇒ D. h., es gibt 11 „je angefangene 200 kg“, 10-mal bis 2.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 11,25 €), 1-mal 2.000-3.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,02 €).  
 $= (10 \times 11,25 \text{ €}) + (1 \times 12,02 \text{ €}) = 124,52 \text{ €}$ , abgerundet auf volle Euro => 124,- €

### Kfz-Steuer für Mercedes-Benz Vito 113 CDI (Diesel):

Zulässiges Gesamtgewicht ist 3.050 kg. Vgl. DAIMLER AG (2013c), S. 47.

⇒ D. h., es gibt 16 „je angefangene 200 kg“, 10-mal bis 2.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 11,25 €), 5-mal 2.000-3.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,02 €) und 1-mal 3.000 – 4.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,78 €).  
 $= (10 \times 11,25 \text{ €}) + (5 \times 12,02 \text{ €}) + (1 \times 12,78 \text{ €}) = 185,38 \text{ €}$ , abgerundet auf volle Euro => 185,- €

### Kfz-Steuer für Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural (Erdgas):

Zulässiges Gesamtgewicht ist 2.470 kg. Vgl. FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG (2013a), S. 21.

⇒ D. h., es gibt 13 „je angefangene 200 kg“, 10-mal bis 2.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 11,25 €), 3-mal 2.000-3.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,02 €).  
 $= (10 \times 11,25 \text{ €}) + (3 \times 12,02 \text{ €}) = 148,56 \text{ €}$ , abgerundet auf volle Euro => 148,- €

### Kfz-Steuer für Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT (Erdgas):

Zulässiges Gesamtgewicht ist 3.500 kg. Vgl. DAIMLER AG (2013d), S. 10.

⇒ D. h., es gibt 18 „je angefangene 200 kg“, 10-mal bis 2.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 11,25 €), 5-mal 2.000-3.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,02 €) und 3-mal 3.000 – 4.000 kg-Stufe (die Steuer beträgt 12,78 €).

= (10 x 11,25 €) + (5 x 12,02 €) + (3 x 12,78 €) = 210,94 €, abgerundet auf volle Euro => 210,- €

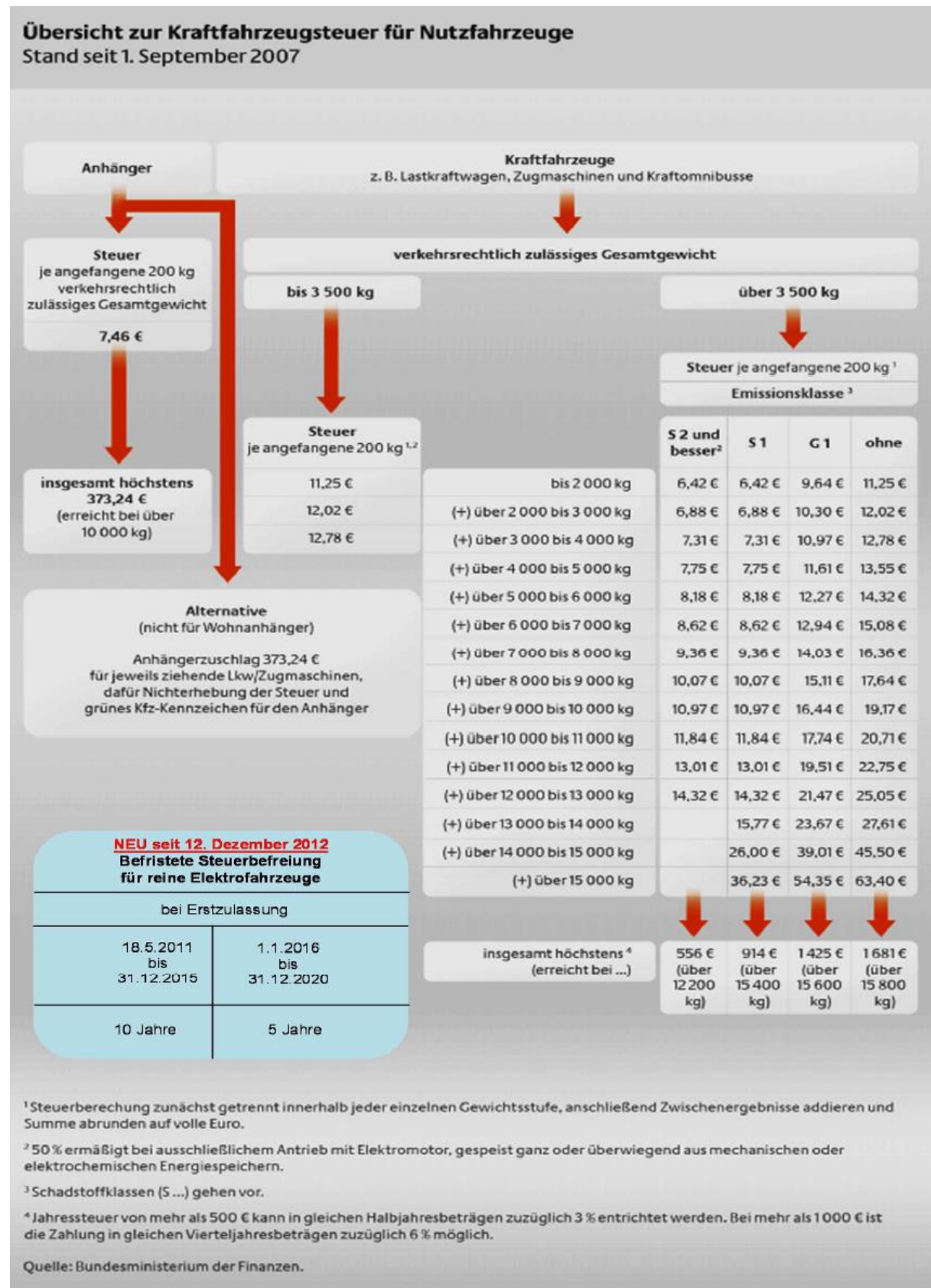


Abbildung 5: Übersicht zur Kraftfahrzeugsteuer für Nutzfahrzeuge<sup>1</sup>

1) BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (2007).



## Anhang 7: Berechnung der Reichweite für Dieselfahrzeuge

Die Reichweite wird durch die folgende Formel berechnet:

$$\text{Reichweite} = \text{Tankvolumen} / \text{Verbrauch} * 100 \text{ km.}$$

- Renault Kangoo Rapid Maxi:  $60 \text{ l} / 5,2 \text{ l} * 100 \text{ km} = 1.153,85 \text{ km} \approx 1.154 \text{ km}$   
[Tankvolumen ist 60 l, vgl. Renault Deutschland AG (2013b), S. 11.]
- Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT:  $75 \text{ l} / 9,3 \text{ l} * 100 \text{ km} = 806,45 \text{ km} \approx 806 \text{ km}$

## Anhang 8: Berechnung der Tankzeiten für Erdgasfahrzeuge

Die Tankzeit vom Erdgasfahrzeug (VW Caddy) beträgt 4,5 Minuten und hat ein Tankvolumen von 26 kg, vgl. AUTOHAUS GLINICKE GMBH & CO. VERTRIEBS KG (2008), S. 6 f.

D. h. Tankzeit pro kg = 4,5 Minuten / 26 kg = 0,173 Minuten

- Fiat Doblò Cargo Maxi Basis Natural:  $0,173 * 20,8 \text{ kg} = 3,6$  aufgerundet auf volle Minute = 4 Minuten. [Tankvolumen beträgt 20,8 kg. Vgl. FIAT GROUP AUTOMOBILES GERMANY AG (2013b), S. 2.]
- Mercedes-Benz Sprinter 316 NGT:  $0,173 * 19,7 \text{ kg} = 3,41$  aufgerundet auf volle Minuten = 3 Minuten.
- Mittelwert für Erdgasfahrzeuge:  $4 + 3 = 7 \text{ Minuten} / 2 \Rightarrow 3,5 \text{ Minuten} \approx 3 \text{ Minuten}$
- Annahme für Dieselfahrzeuge: Die Tankzeiten sind gleich wie bei den Erdgasfahrzeugen, daher wird hier auch ein Wert von 3 Minuten angenommen.

## Anhang 9: Berechnung der Nettobeträge Treibstoffkosten

Bruttobeträge (inklusive 19 % Mehrwertsteuer) am 25.07.2013: vgl. ARAL AG (2013), S. 1.

Diesel	1,489
LKWDiesel	1,479
Normal	1,669
Super	1,629
SuperPlus	1,729
Erdgas	1,089
Autogas	0,689

- LKW-Dieselpreis (netto) pro Liter:  $1,479 \text{ €} / 1,19 = 1,2428 \text{ €} \approx 1,243 \text{ €}$
- Erdgaspreis (netto) pro Liter:  $1,089 \text{ €} / 1,19 = 0,9151 \text{ €} \approx 0,915 \text{ €}$

**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

**Hülya Aliusta, B. Sc.**

E-Mail: haliusta@hotmail.de

**Senay Batasul, B. Sc.**

E-Mail: senaybatasul@yahoo.de

**Impressum:**

Institut für Produktion und  
Industrielles Informationsmanagement (PIM)

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

Website (PIM): [www.pim.wiwi.uni-due.de](http://www.pim.wiwi.uni-due.de)

ISSN: 2195-3627

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

**Projektberichte des Forschungsprojekts ELOKOV**

ISSN2195-3627

- Nr. 1 Perihan Cinibulak: Analysemethoden sowie Konzeptausarbeitung für das Forschungsprojekt ELOKOV. ELOKOV-Projektbericht Nr.1. 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. ELOKOV-Projektbericht Nr. 2. Essen 2013.