

Technische Universität Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Fachgebiet IT in Produktion und Logistik

[www.itpl.mb.tu-dortmund.de](http://www.itpl.mb.tu-dortmund.de)

## **MASTERARBEIT**

# **Ein multikriterieller Bewertungsrahmen für städtische Güterverkehrslogistiklösungen**

vorgelegt von Manuel Volkstein

Matrikelnummer: 173689

Ausgegeben am: 16.04.2019

Eingereicht am: 21.12.2019

Betreuer:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe

M.Sc. Jorge Chicaiza-Vaca

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen des städtischen Güterverkehrs.....</b>	<b>5</b>
2.1 Eingrenzung des Stadtbegriffs .....	5
2.2 Begriffsbestimmung Wirtschaftsverkehr .....	7
2.3 Externe Effekte .....	11
2.3.1 Ökologische externe Effekte .....	12
2.3.2 Ökonomische externe Effekte .....	13
2.3.3 Soziokulturelle externe Effekte .....	15
2.4 Städtische Initiativen.....	17
2.4.1 Nachtbelieferung .....	19
2.4.2 Be- und Entladeinitiative .....	20
2.4.3 Elektronutzfahrzeuge.....	21
2.4.4 Paketstationen.....	23
2.5 Interessenvertreter und Akteure.....	24
2.5.1 Der Absender.....	27
2.5.2 Der Empfänger .....	28
2.5.3 Der Logistikdienstleister .....	29
2.5.4 Der Bürger .....	31
2.5.5 Die lokale Behörde .....	32
<b>3. Multikriterielle Entscheidungsanalyse .....</b>	<b>34</b>

---

3.1 Die Multikriterienanalyse .....	34
3.2 Multi-Actor Multi-Criteria Analysis.....	35
3.3 Gesamtanalyse durch den Analytical Hierarchy Process .....	41
<b>4. Entwicklung eines Bewertungsrahmens.....</b>	<b>48</b>
4.1 Kriterien und Indikatoren.....	48
4.2 Umfragebogen .....	54
4.3 Gewichtungen .....	56
<b>5. Praktische Anwendung der MAMCA-Methodik .....</b>	<b>62</b>
5.1 Szenarien.....	62
5.2 Bewertung der Absender .....	63
5.3 Bewertung der Empfänger .....	67
5.4 Bewertung der Logistikdienstleister .....	70
5.5 Bewertung der Bürger.....	74
5.6 Bewertung der lokalen Behörde .....	77
5.7 Vorstellung der Ergebnisse .....	80
<b>6. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>86</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>90</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>104</b>
Indikatoren .....	104
<b>Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>111</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Differenzierung des Verkehrs (i. A. a. Ruesch et al., 2013, S. 17).....	8
<b>Abbildung 2:</b> Akteure und Interessenvertreter des städtischen Güterverkehrs (i. A. a. Ruesch et al., 2013, S. 43) .....	26
<b>Abbildung 3:</b> Überblick der MAMCA-Methodik (i. A. a. Macharis & Baudry, 2018, S. 7).....	37
<b>Abbildung 4:</b> Formale Beschreibung einer Bewertungsmatrix.....	42
<b>Abbildung 5:</b> Exemplarische Bewertung anhand der Prioritäten (i. A. a. Saaty & Vargas, 2013, S. 7) .....	46
<b>Abbildung 6:</b> Umfragebogen für Bürger.....	55
<b>Abbildung 7:</b> Bewertung der Absender .....	66
<b>Abbildung 8:</b> Bewertung der Empfänger .....	69
<b>Abbildung 9:</b> Bewertung der Logistikdienstleister .....	73
<b>Abbildung 10:</b> Bewertung der Bürger.....	76
<b>Abbildung 11:</b> Bewertung der lokalen Behörde .....	79
<b>Abbildung 12:</b> Gesamtergebnis.....	85

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Definitionsparameter einer Stadt (Fassmann, 2009, S. 44–45).....	7
<b>Tabelle 2:</b> Struktur der Initiativarten im städtischen Güterverkehr (i. A. a. Quak, 2011, S. 43).....	19
<b>Tabelle 3:</b> Neun-Punkte-Bewertungsskala (i. A. a. Saaty & Vargas, 2013, S. 3) .....	43
<b>Tabelle 4:</b> Kriterienkatalog zur Bewertung von Initiativen.....	53
<b>Tabelle 5:</b> Kriterienrahmen des Akteurs Absender .....	57
<b>Tabelle 6:</b> Kriterienrahmen des Akteurs Empfänger.....	58
<b>Tabelle 7:</b> Kriterienrahmen des Akteurs Logistikdienstleister .....	59
<b>Tabelle 8:</b> Kriterienrahmen des Akteurs Bürger .....	60
<b>Tabelle 9:</b> Kriterienrahmen des Akteurs Lokale Behörde.....	61
<b>Tabelle 10:</b> Indikatoren für das Kriterium Kundenzufriedenheit .....	104
<b>Tabelle 11:</b> Indikatoren für das Kriterium Transportkosten.....	105
<b>Tabelle 12:</b> Indikatoren für das Kriterium Rentabilität .....	106
<b>Tabelle 13:</b> Indikator für das Kriterium Umweltbewusstsein .....	106
<b>Tabelle 14:</b> Indikator für das Kriterium Ressourcenverbrauch .....	107
<b>Tabelle 15:</b> Indikatoren für das Kriterium Mobilität.....	107
<b>Tabelle 16:</b> Indikator für das Kriterium Lebensqualität .....	108
<b>Tabelle 17:</b> Indikator für das Kriterium Sicherheit .....	108
<b>Tabelle 18:</b> Indikatoren für das Kriterium Lärm .....	109
<b>Tabelle 19:</b> Indikator für das Kriterium Emissionen.....	109
<b>Tabelle 20:</b> Indikator für das Kriterium Geschäftsklima.....	110
<b>Tabelle 21:</b> Indikator für das Kriterium Aufwendungen.....	110

## Abkürzungsverzeichnis

AHP	Analytical-Hierarchy-Process
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BESTUFS	BEST-Urban-Freight-Solutions
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
CEO	Chief Executive Officer
CIVITAS	CIty-VITAlity-Sustainability
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
dB	Dezibel
DHL	Dalsey, Hillblom, Lynn
E-Commerce	Electronic Commerce
ELECTRE	ELimination Et Choice Translation REality
EU	Europäische Union
etc.	et cetera
exkl.	Exklusiv
i. A. a.	in Anlehnung an
KEP-Dienstleister	Kurier-, Express- und Paketdienstleister
km	Kilometer
KPI	Key Performance Indicator
Lkw	Lastkraftwagen
MAMCA	Multi-Actor Multi-Criteria Analysis
MCA	Multi-Criteria-Analyse
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
o. Ä.	oder Ähnliche
STRAIGHTSOL	Strategies and measures for smarter urban freight solutions

---

Pkw	Personenkraftwagen
PM	particulate matter
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations
vgl.	vergleiche

---

## Formelverzeichnis

(1):	Formel zur Berechnung der Spaltensumme einer Bewertungsmatrix.....	44
(2):	Normierung einer Bewertungsmatrix.....	44
(3):	Formel zur Berechnung der Gewichtungen .....	45
(4):	Formel zur Berechnung der Gesamtpriorität.....	46
(5):	Formel zur Berechnung des geometrischen Mittelwerts.....	47



## 1. Einleitung

Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt derzeit in Städten und zwischen 2018 und 2050 wird die weltweite Einwohnerzahl in den Städten um 2,5 Milliarden Menschen wachsen (United Nations, 2019, S. 1). Allein in Deutschland wohnen derzeit rund 77 Prozent aller Menschen in einer Stadt und bis 2030 soll dieser Anteil auf knapp 79 Prozent steigen. Das bedeutet ein Bevölkerungswachstum in Städten innerhalb von ca. zehn Jahren um rund 1,6 Millionen Menschen, was in etwa der Bevölkerungszahl von München entspricht. Auch weiterhin wird demnach die Zukunft der Bevölkerungsentwicklung in Städten liegen (United Nations, 2019, S. 1). Angesichts dieser Tatsache bestimmt die Urbanisierung die räumliche Verteilung der Weltbevölkerung und ist einer der vier demografischen Megatrends.

Die städtische Logistik, die innerhalb eines Stadtgebiets die Güterdistribution übernimmt, ist grundlegend für die Versorgung und die Lebensqualität in der Stadt (Roland Berger GmbH, 2018, S. 4). Dabei werden unter dem Begriff Logistik alle Tätigkeiten zur integrierten Planung, Steuerung, Ausführung und Überwachung des Güterflusses sowie der damit verbundenen Informationen von der Quelle bis zur Senke zusammengefasst (Hompel & Heidenblut, 2008, S. 174; Krieger, 2018). Durch die stetige Urbanisierung werden die Rahmenbedingungen für den städtischen Güterverkehr intensiviert. Als Beispiel lässt sich das Verbraucherverhalten im E-Commerce durch die große und weiter wachsende Bedeutung von Online-Versandhändlern hervorheben, infolgedessen sich das innerhalb der Städte gelieferte Volumen erhöht hat (Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., 2019b, S. 3). Die Folge dieser Entwicklung sind Staus, die den Verkehrsfluss stören, Mobilitätsengpässe verursachen und zu einem erheblichen Störfaktor für die Menschen führen. Darüber hinaus verursacht der zunehmende Güterverkehr schädliche Emissionen wie Lärm, Schadstoffe und Partikel. Ferner umfasst die Stadt für Händler sowie Industrie- und Verkehrsunternehmen zentrale Produktionsstandorte mit idealer infrastruktureller Anbindung und gleichzeitig wichtige Absatzmärkte für ihre Waren und Dienstleistungen (Schoemaker, Allen, Huschebeck & Monigl, 2006, S. 6). Die daraus resultierenden wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen zeigen deutlich, dass das Thema der Güterverteilung von großer Bedeutung ist und für die Beteiligten von beträchtlichem Interesse sein sollte. Letztere erwarten eine Verbesserung des Managements des städtischen Güterverkehrs und

einen entscheidenden Beitrag zur besseren Koordination der oft widersprüchlichen wirtschaftlichen und ökologischen Ziele (Schoemaker et al., 2006, S. 7; Oexler, 2002, S. 1).

Verschiedene Projekte sind an der Entwicklung von Lösungen für diese Herausforderungen beteiligt. Dazu gehören Handlungsempfehlungen, Initiativen sowie Maßnahmen zur Optimierung und Regulierung des städtischen Güterverkehrs (Roland Berger GmbH, 2018, S. 4–5). Aufgrund der Komplexität, die Interessen aller Beteiligten innerhalb des städtischen Güterverkehrs adäquat zu berücksichtigen, werden sie für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zunehmend wichtiger. Koordinationsmechanismen und Entscheidungsmodelle sind erforderlich, um unterschiedliche Interessen und Standpunkte verschiedener gesellschaftlicher Gruppen aufzugreifen und in Einklang zu bringen (OECD, 2003a, S. 26). Da nicht immer alle Beteiligten mit ihren teilweise konfliktären Ansichten einbezogen werden, können bei groß angelegten oder langfristigen Maßnahmen unerwartete und negative Effekte auftreten. Darüber hinaus existiert bis jetzt keine systematische Bewertung der Auswirkungen verschiedener Maßnahmen, weshalb ein Ansatz zur Bewertung städtischer Initiativen innerhalb des urbanen Kontextes erforderlich ist (Macharis, Milan & Verlinde, 2014, S. 75).

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Bewertungsrahmen zu entwickeln, der auf den verschiedenen Akteuren des städtischen Güterverkehrs basiert, die in den Entscheidungsprozess für die Auswahl von verschiedenen Initiativen einbezogen werden sollten. Für diese Arbeit werden vier Unterziele formuliert. Als erstes Unterziel umfasst, ein Verständnis für den städtischen Güterverkehr und die aus ihm resultierenden externen Effekte sowie die Ansprüche zu schaffen, die an die Initiativen gestellt werden.

Für das zweite Unterziel werden Akteure und Interessenvertreter sowie ihre Charakteristika im städtischen Güterverkehrskontext identifiziert und dargestellt. Hierbei soll festgestellt werden, welche Interessensvertreter und Akteure sowie welche Zusammenhänge und Abhängigkeiten im städtischen Umfeld bestehen, um die Initiativen in Bezug auf die wesentlichen Akteure bewertbar zu machen.

Das dritte Unterziel umfasst die Entwicklung eines Bewertungsrahmens, der auf dem zweiten Unterziel aufbaut. Dieser Bewertungsrahmen hat auf Grundlage verschiedener Kriterien das Ziel,

die Interessen und die Anliegen jedes Akteurs widerzuspiegeln, um die Auswahl unterschiedlicher Initiativen des städtischen Güterverkehrs zu erleichtern und zu unterstützen.

Im vierten und letzten Unterziel wird der entwickelte Bewertungsrahmen auf der Grundlage einer Musterstadt anhand verschiedener Szenarien erprobt und beispielhaft angewendet. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden diskutiert, was in einer Handlungsempfehlung resultieren soll, die im städtischen Güterverkehr verwendet werden kann.

Zur Bearbeitung der Problemstellung werden im zweiten Kapitel zunächst die Grundlagen zur Differenzierung und die Parameter zur Kategorisierung verschiedener städtebaulicher Merkmale vorgestellt. Darüber hinaus wird der städtische Güterverkehr auf den thematischen Schwerpunkt eingegrenzt und kurz erläutert. Anschließend werden die externen Effekte des städtischen Güterverkehrs vorgestellt. In diesem Teilabschnitt werden die negativen Auswirkungen unter ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten diskutiert, um Maßnahmen zur Verbesserung der städtischen Verkehrssituation ableiten zu können. Darüber hinaus werden die Akteure identifiziert, die bei der Einführung von Verkehrsmaßnahmen eine wichtige Rolle spielen. In einem weiteren Schritt werden allgemein gültige Verkehrsmaßnahmen dargestellt und differenziert. Im Folgenden werden vier Verkehrsmaßnahmen im Detail vorgestellt, die im fünften Kapitel anhand der Akteure und ihrer Kriterien bewertet werden.

Im dritten Kapitel wird die multikriterielle Entscheidungsanalyse einschließlich der Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) vorgestellt, die als Bewertungsmethode herangezogen wird. Im Rahmen dieser Analyse kann zwischen verschiedenen Berechnungsansätzen unterschieden werden, weshalb der in dieser Arbeit verwendete Ansatz und seine AHP-Methodik (Analytical Hierarchy Process) im Folgenden ebenfalls vorgestellt werden. Dies soll ein Verständnis der Methodik zur Bewertung der ausgewählten Verkehrsmaßnahmen vermitteln und erklären, wie die zur Auswertung der Ergebnisse verwendete Software funktioniert.

Nach der Betrachtung des methodischen Ansatzes ist das vierte Kapitel der Entwicklung eines Bewertungsrahmens für die verkehrsbezogenen Maßnahmen zur Optimierung der Verkehrssituation gewidmet. Die Entwicklung des Bewertungsrahmens erfolgt unter Berücksichtigung der externen Effekte des städtischen Güterverkehrs und der im zweiten Teilziel identifizierten

Interessen und Ziele der Akteure. Hierbei werden zwölf Kriterien herausgestellt und beschrieben, die den fünf Akteuren anhand ihrer Bedeutung zugeordnet werden. Darüber hinaus wird ein Fragebogen entwickelt, der als repräsentative Grundlage zur Bewertung für die Kriterien der Akteure dient. In einem weiteren Schritt werden Gewichtungen der Kriterien aus der Literatur verwendet und aggregiert, um eine Basis für die Bewertung der Verkehrsmaßnahmen im folgenden fünften Kapitel zu erhalten.

Anschließend wird der entwickelte Bewertungsrahmen anhand einer Musterstadt erprobt. Dabei werden alle Kriterien mit Hilfe einer computergestützten Software und der vorgestellten Initiativen individuell bewertet und diskutiert. Nach Analyse der Ergebnisse schließt das Kapitel mit einem Fazit ab und gibt eine Handlungsempfehlung für städtische Güterverkehrslogistiklösungen. Das letzte Kapitel beinhaltet eine Zusammenfassung und schließt mit einem Ausblick ab.

## 2. Grundlagen des städtischen Güterverkehrs

In diesem Kapitel wird zunächst definiert, was eine Stadt auszeichnet und welchen Verkehrsbewegungen diese ausgesetzt ist. Zu beachten ist hierbei, dass eine allgemein gültige Abgrenzung des städtischen Güterverkehrs von dem gesamten Verkehrsaufkommen innerhalb einer Stadt durch unterschiedliche Perspektiven wie beispielsweise jene der Bürger, der Unternehmen oder der öffentlichen Hand nicht möglich ist, da die Interessen verschiedener Akteure oft stark voneinander abweichen (Ballantyne, Lindholm & Whiteing, 2013, S. 94). Der Inhalt, der im Zusammenhang mit dem Verkehr in Städten verwendeten Begriffe wird in der Praxis und in der Theorie unterschiedlich interpretiert. Um ein einheitliches Verständnis zu schaffen, werden daher im Folgenden relevante Definitionen vorgestellt.

### 2.1 Eingrenzung des Stadtbegriffs

Eine abschließende Definition des Begriffs Stadt stellt sich als schwierig heraus, da dieser Kulturen und Regionen umfasst. (Deckert, 2016, S. 32; Fassmann, 2009, S. 42; Mieg, 2013, S. 9; Parnreiter, 2013, S. 51). Einen vereinfachten Zugang zur Definition von Städten bietet das statistische Amt der Europäischen Union mit Sitz in Luxemburg. Somit ist eine Stadt definiert als die grundlegendste Ebene, die eine lokale Verwaltungseinheit hat und durch ihr Stadtzentrum mit einer Mindestbevölkerung von 50 000 Einwohnern definiert ist und aus einer Gruppe von zusammenhängenden Gitterzellen von einem km<sup>2</sup> mit einer Bevölkerungsdichte von mindestens 1500 Einwohnern pro km<sup>2</sup> besteht (Koceva et al., 2016, S. 26).

Aus stadtgeografischer Sicht kann eine Ortschaft als Stadt beschrieben werden, wenn sie gewisse strukturelle, soziale und wirtschaftliche Charakteristiken besitzt (Fassmann, 2009, S. 44). Die Ansiedlung sollte durch Dichte und Zentralität, einen funktionalen Bedeutungsüberschuss, eine spezifische sozioökonomische Struktur und eine intensive Beziehung zwischen der Stadt und ihrer Umgebung gekennzeichnet sein (Fassmann, 2009, S. 44). In Bezug auf Dichte und Zentrierung sollten Städte eine bestimmte Einwohnerzahl vorweisen, wobei sich der stadtgeografische Ansatz auf die statistische Definition einer Stadt stützt (Fassmann, 2009, S. 44). Darüber hinaus sollte die Anzahl der Einwohner pro Flächeneinheit vermehrt sein und keine ländlichen Merkmale aufweisen. Die städtische Dichte hängt vom individuellen kulturellen Umfeld ab (Fassmann, 2009,

S. 44). Eine hohe Bevölkerungsdichte ist zudem durch dichte und mehrstöckige Gebäude gekennzeichnet, wobei die höchsten Dichtewerte in den zentral gelegenen Stadtteilen erzielt werden und weiter außerhalb abfallen. Dahingehend sind Städte zentrierte Siedlungsformen mit hoher Bauwerks- und Bevölkerungsdichte im Zentrum und entsprechend niedrigerer Dichte in den Randgebieten (Cramer, 2013, S. 33; Fassmann, 2009, S. 44–45; Parnreiter, 2013, S. 48–54).

Für die geografische Definition einer Stadt liegt der Schwerpunkt auf dem funktionalen und mehrdimensionalen Bedeutungsüberschuss (Terfrüchte, 2016, S. 89). Dieser ist allgemein der Unterschied zwischen dem gesamten Waren- und Dienstleistungsangebot einer Stadt und ihren Waren und Dienstleistungen, die nur von den Bewohnern der Stadt selbst gebraucht werden (Fassmann, 2009, S. 45). Ein Bedeutungsüberschuss kann demzufolge beispielsweise in Form eines Versorgungszentrums, einer Bildungsinstanz oder einer Arbeitsstätte gegeben sein, wobei mit zunehmenden Überschuss der Stadt auch ihre Bedeutung wächst (Fassmann, 2009, S. 45; Terfrüchte, 2016, S. 89–91). Der mehrdimensionale Bedeutungsüberschuss resultiert aus der spezifischen sozioökonomischen Struktur, also der Kennzeichnung der Beschäftigung nicht nur durch den Agrarsektor, sondern vor allem durch Industrie, Handel und insbesondere Dienstleistungen (Fassmann, 2009, S. 45). Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit unterschiedlichen Qualifikationen und einer breiten Einkommensverteilung dominieren und sammeln sich in großen Städten (Fassmann, 2009, S. 48–49). Außerdem übersteigt die Zahl der Arbeitsplätze die Zahl der dort lebenden Menschen, weshalb Städte einen Überschuss an Pendlern aus der Umgebung haben und im Vergleich zur Nacht- die Tagesbevölkerung überwiegt (Fassmann, 2009, S. 87–88; Spars, 2013, S. 87–88).

Dieses Ungleichgewicht spiegelt sich im Verhältnis zwischen Stadt und Land auch durch ein hohes Verkehrsaufkommen und eine Konzentration des Verkehrs wider. Als Knotenpunkt für Infrastruktur und Kommunikation ist die Stadt mit ihrer unmittelbaren und weiteren Umgebung durch ein Streckennetz von Straßen und Bahnen dicht verbunden und stellt den Mittelpunkt in einem bestimmten Raum dar (Fassmann, 2009, S. 46; Vallée, 2016, S. 54–58).

Abschließend soll die Tabelle 1 charakteristische Parameter einer Stadt zusammenfassend darstellen. Dabei kann ein Parameter als eine Eigenschaft verstanden werden, die gemessen oder beobachtet wird (OECD, 2003b, S. 5).

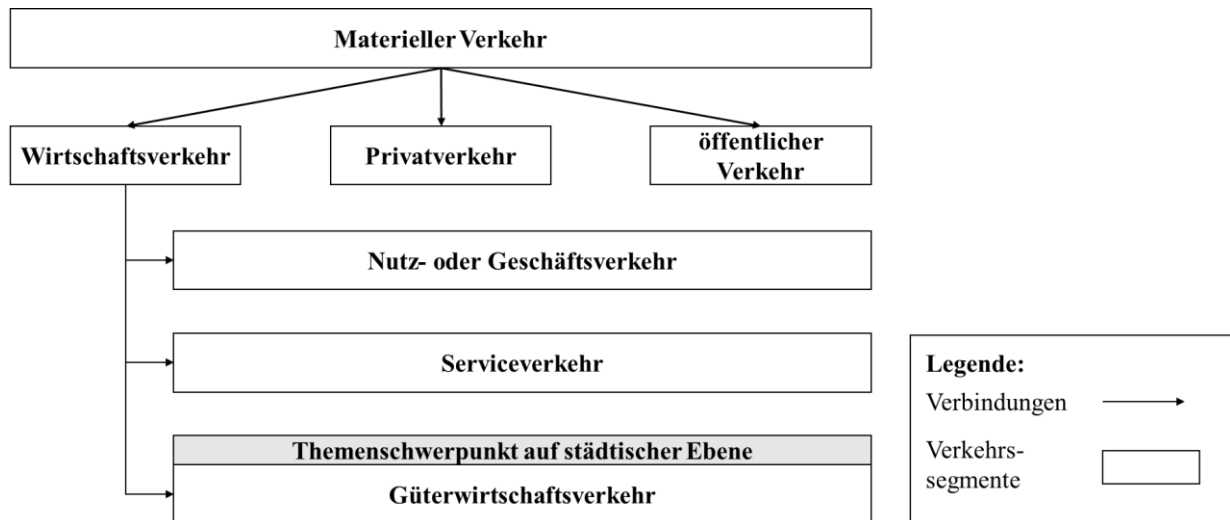
**Tabelle 1:** Definitionsparameter einer Stadt (Fassmann, 2009, S. 44–45)

<b>Parameter</b>	<b>Stadt</b>
Einwohnerzahl	ab 50 000 Einwohner
Gebäudestruktur	dicht bebaute Gebiete und dominierende mehrstöckige Wohngebäude
Funktionale Relevanz für das Umland	umfassend und vielfältig
Sozialer Umgang	anonym und fremd
Soziale Differenzierung	hoch
Soziale Kontrolle	gering
Beispielhafte Ausstattungsmerkmale	Bahnhöfe, Fernverkehrsknoten, Krankenhäuser, Universitäten, Industrie-, Einzelhandels- und Dienstleistungsbetriebe

## 2.2 Begriffsbestimmung Wirtschaftsverkehr

Um Menschen miteinander zu verbinden, Güter jederzeit und annähernd allerorts bereitstellen zu können sowie Informationen unbegrenzt verfügbar zu haben, benötigen wir Verkehr. Dieser liefert die erforderliche Voraussetzung für die Sicherstellung der Lebensqualität und der Mobilität (Hütter, 2013, S. 4).

Im Sinne einer genaueren Abgrenzung des Oberbegriffs ‚Verkehr‘, soll im Folgenden eine Abbildung veranschaulichen, inwieweit dieser Begriff im Kontext des städtischen Güterverkehrs Verwendung findet. Im Allgemeinen ist der Verkehr definiert als die örtliche Bewegung von Personen, Gütern oder Informationen (Schmid & Bohne, 2016, S. 30). Um eine hinreichende und notwendige Definition des städtischen Güterverkehrs zu erzielen, ist es erforderlich den Verkehr in Verkehrssegmente aufzuteilen. Gemäß Ruesch, Petz, Hegi, Haefeli und Rüttsche (2013, S. 17) und der Darstellung in der Abbildung 1 kann der Verkehr in die drei Bereiche Wirtschafts- Privat- und öffentlicher Verkehr aufgeteilt werden.



**Abbildung 1:** Differenzierung des Verkehrs (i. A. a. Ruesch et al., 2013, S. 17)

Es sei vorweg darauf hingewiesen, dass der Privatverkehr aus persönlicher Bedürfniserfüllung resultiert (Schmid & Bohne, 2016, S. 32; Oexler, 2002, S. 19). Dagegen entsteht der öffentliche Verkehr, wenn wirtschaftlich betriebene Unternehmen von der Allgemeinheit für die Beförderung von Personen, Gütern und Nachrichten entsprechend dem Unternehmenszweck genutzt werden können (Malina, 2018). Bei den vorstehenden Ausführungen werden das Stadtgebiet und die darin enthaltenen Warenbewegungen für gewerbliche Zwecke in Betracht gezogen. Aus diesem Grund findet der Privat- und der öffentliche Verkehr für die weitere Bearbeitung in dieser Arbeit keine Verwendung.

Das Hauptmotiv des Wirtschaftsverkehrs beruht auf gewerblichen Zwecken. Dieses Verständnis greift hier jedoch zu kurz und soll folgend mit einer exakteren Ausführung des Begriffs vorgestellt werden.

Ruesch et al. (2013, S. 17) und Arndt (2015, S. 19) beschreiben den Wirtschaftsverkehr als die Ortsveränderung von Personen und bzw. oder Gütern zu geschäftlichen, gemeinwirtschaftlichen oder dienstlichen Zwecken. Ferner wird zwischen Nutz- oder Geschäfts- sowie Service- und Güterwirtschaftsverkehr unterschieden. Somit kann der Wirtschaftsverkehr nicht direkt mit dem städtischen Güterverkehr gleichgesetzt werden. Folgend wird detaillierter auf die unterschiedlichen Segmente des Wirtschaftsverkehrs eingegangen.

Der Nutz- oder Geschäftsverkehr wird zur Beförderung von Personen in ihrer Berufsausübung verwendet. Beispielhaft können in diesem Zusammenhang Geschäfts- und Dienstreisen genannt



werden. Typischerweise finden derartige Kurzreisen in Personenkraftwagen oder in öffentlichen Verkehrsmitteln statt (Ruesch et al., 2013, S. 17; Schmid & Bohne, 2016, S. 32).

Der Serviceverkehr bildet gewissermaßen einen Hybrid aus Nutz- oder Geschäftsverkehr und Güterwirtschaftsverkehr. Bei dieser Art von Verkehr werden Personen, Güter oder Material zusammen befördert (Ruesch et al., 2013, S. 18). Häufig werden verschiedene Serviceverkehre am Ankunftsort mit einer Dienstleistung in Verbindung gebracht, unter anderem Dienstleistungen von Handwerkern oder Lieferdienste mit Ersatzteilen für Kunden (Ruesch et al., 2013, S. 18). In unterschiedlicher Literatur wie beispielsweise in Kaupp (1998, S. 7) oder Schaarschmidt (2011, S. 22) wird dieses Verkehrssegment auch wiederholt mit dem Dienstleistungsverkehr gleichgesetzt, da dort statt des Warentransports die Dienstleistung im Vordergrund steht. Hierzu werden oft Verkehrsmittel wie Transporter oder Personenkraftwagen eingesetzt (Arndt, 2015, S. 19; Ruesch et al., 2013, S. 18).

Bei dem Güterwirtschaftsverkehr handelt es sich um den exklusiven Transport von materieller Fracht jeglicher Art (Ruesch et al., 2013, S. 18). Güter sind dabei ein Oberbegriff für Waren, Produkte und Teile (Hompele & Heidenblut, 2008, S. 113). Diese Transporte werden mehrheitlich im Vertrieb, bei der Produktion oder zum Handel eingesetzt, finden aber auch für die allgemein zugängliche Ver- und Entsorgung sowie in gewerblichen und öffentlichen Bereichen Verwendung (Ruesch et al., 2013, S. 18). Güterverkehr kann in Form von Werkverkehr (innerbetrieblicher Transport) durch den Handel oder die Industrie in Erscheinung treten. Er kann aber auch durch Beauftragungen von Logistik- und Transportunternehmen vorkommen (Ruesch et al., 2013, S. 18). Wesentliche Verkehrsmittel sind in diesem Segment sowohl Lastkraftwagen mit und ohne Sattelschlepper sowie Lieferwagen als auch Schienen- und Straßenverkehr als eine Form von kombiniertem Verkehr (Ruesch et al., 2013, S. 18; Schaarschmidt, 2011, S. 22–23).

In der Literatur wird teilweise eine unterschiedliche Segmentierung des Gesamtverkehrs vorgenommen. Schaarschmidt (2011, S. 22) und Arndt (2015, S. 25) unterscheiden zum Beispiel den Gesamtverkehr nach Verkehrsobjekten, also konkret in Personen- und Güterverkehr. Diese Unterteilung eignet sich besser für eine Analyse in materieller Hinsicht, etwa wenn nach Waren und Gütern unterschieden wird oder verschiedene Verkehrsträger sowie deren verwendete Verkehrsmittel herangezogen werden sollen. Diese Arbeit orientiert sich hingegen an einer Unterteilung nach Verkehrszwecken, also ob es sich wie vorab erläutert um Privatverkehr zur

Bedürfnisbefriedigung handelt oder ob der Hintergrund kommerziell-gewerblicher Natur ist. Der Grund für die Wahl der Orientierung an den Verkehrszwecken liegt in der thematischen Betrachtung der Arbeit. Mit dieser Orientierung lässt sich sowohl für die spätere Bildung des Bewertungsrahmens als auch in der Anwendung auf eine Stadt schärfer abgrenzen, um welches konkrete Verkehrssegment es sich handelt.

In dieser Arbeit wird der Terminus ‚städtischer Güterverkehr‘, verwendet, um den Prozentsatz des städtischen Wirtschaftsverkehrs zu berücksichtigen, der mit dem Transport von Gütern verbunden ist. Hierfür lässt sich die Definition von Kaupp (1998, S. 8) heranziehen. Dieser versteht den städtischen Güterverkehr als den gesamten Transport von materiellen Dingen, die im städtischen Gebiet im Rahmen von ökonomischen, gewerblichen oder beruflichen Beförderungstätigkeiten transportiert werden, und eine Senke und bzw. oder Quelle in den Ver- und Entsorgungssendungen innerhalb des städtischen Gebiets haben. Der Transitverkehr ist von der Berücksichtigung des städtischen Güterverkehrs ausgeschlossen. Bezüglich der genannten Definition bestehen in der Literatur Abweichungen der Begriffsdefinition für Güter- und Wirtschaftsverkehr, weshalb noch keine einheitliche und endgültige Definition existiert (Richard, 2015, S. 42; Vogt, 2005, S. 119). Folglich sollte die kommerzielle Warenlieferung durch Unternehmen als Güterwirtschaftsverkehr verstanden werden, während der Warentransport durch den Verbraucher selbst dem privaten Verkehr zugeordnet werden sollte.

Um den hier betrachteten Untersuchungsgegenstand des städtischen Güterverkehrs abschließend zu identifizieren, werden die aus der Literatur bekannten Begriffe ‚Abholung oder Zustellung auf der letzten Meile, und ‚Stadtlogistik, erläutert. Die ‚letzte Meile, (engl.: last mile) bezieht sich auf den verbleibenden Teil der Transportstrecke von Gütersammelstellen bis zum Empfängerort und unterscheidet sich je nach geografischer Konfiguration (Cardenas et al., 2017, S. 30). Sie umfasst die letzte oder erste Transportstufe in der Lieferkette, die zur Lieferung (engl.: last mile) oder Abholung (engl.: first mile) von Gütern etwaiger Transportunternehmen ausgeführt wird (Gevaers, van de Voorde & Vanelslander, 2011, S. 56–59). In der Literatur ist nicht klar definiert, ob die ‚letzte Meile, der Lieferung und Abholung ausschließlich auf den Handel zwischen Unternehmen und Kunden (B2C) bezogen ist oder ob sie auch die Lieferung zwischen Unternehmen (B2B) umschließt (Cardenas et al., 2017, S. 30). Prinzipiell bezieht sie sich auf die Effizienz von kleineren geografischen Umgebungen wie Stadtzentren und dicht besiedelten Wohngebieten (Cardenas et

al., 2017, S. 30). In der Regel geschieht das Kerngeschäft von Logistikdienstleistern operativ und kann innerhalb der Transportkette zwischen 13 und 75 Prozent der Logistikkosten ausmachen (Gevaers et al., 2011, S. 60; Zsifkovits, 2018, S. 199). Die ‚letzte Meile‘, gilt derzeit als einer der teuersten, ineffizientesten und umweltschädlichsten Abschnitte der gesamten Logistikkette (Gevaers et al., 2011, S. 60).

Taniguchi (2014, S. 311) definiert die Stadtlogistik als einen Prozess zur vollständigen Optimierung der Logistik- und Transportaktivitäten durch private Unternehmen mit Unterstützung fortschrittlicher Informationssysteme in städtischen Gebieten unter Berücksichtigung von Verkehrsumwelt, -überlastung, -sicherheit und Energieeinsparung im Rahmen einer Marktwirtschaft. Diese Definition veranschaulicht die benannte Optimierung und nicht die lokale Anpassung. Sie umfasst auch die sozialen Fragen der Umwelt, der Stauung und der Energieeinsparung sowie die wirtschaftlichen Fragen des städtischen Güterverkehrs im Rahmen der Marktwirtschaft (Taniguchi, 2014, S. 311).

Im Angesicht der Komplexität des heutigen Umfelds, in dem Bürger, Unternehmen, Güterverkehr und Behörden die Vor- und Nachteile der städtischen Logistik wahrnehmen, soll durch die Stadtlogistik insbesondere auf der letzten Meile das Verhältnis zwischen dem Güterverkehr und seinen Akteuren so gestaltet werden, dass eine bessere Lebensqualität erreicht wird (Quak, 2011, S. 37–38; Rumscheidt, 2019, S. 49). Im Mittelpunkt dieser wissenschaftlichen Arbeit steht die Entwicklung eines Bewertungsrahmens für städtische Initiativen. Dadurch grenzt sie sich von der vollständigen Optimierung der Stadtlogistik sowie der Abholung und Zustellung auf der letzten Meile ab, wenngleich Schnittmengen unvermeidlich sind.

### **2.3 Externe Effekte**

Die Auswirkungen des allgemeinen und gewerblichen Verkehrs werden als externe Effekte bezeichnet (Brenck, Mitusch & Martin, 2016, S. 402; Schaarschmidt, 2011, S. 37). Externe Effekte können sowohl positiv als auch negativ sein und verschiedene Arten von Beeinflussungen und Intensitäten aufweisen (Schaarschmidt, 2011, S. 37). Diese sind positiv, wenn sie zusätzliche Vorteile für andere Akteure schaffen, ohne dass die Verursacher dafür bezahlt werden. Negative Effekte sind solche, die Personen oder Objekte schädigen oder ihre eigentliche Funktion

einschränken, ohne den Verursacher für sein Handeln zur Verantwortung zu ziehen (Schaarschmidt, 2011, S. 37; Brenck et al., 2016, S. 402). Im Folgenden wird ein exemplarischer Überblick über die Auswirkungen des städtischen Güterverkehrs gegeben.

### **2.3.1 Ökologische externe Effekte**

Heutzutage wird weltweit jedes zweite Barrel Öl für den Transportsektor benötigt. Bis zum Jahre, 2040 können es möglicherweise sogar zwei von drei Barrel sein, da sich die globale Flotte bis dahin auf nahezu zwei Milliarden Fahrzeuge verdoppelt haben wird (Streit, 2017). Der städtische Güterverkehr ist aufgrund der Anzahl an Kurzstrecken und Haltevorgängen für die Güterverteilung innerhalb der Stadt umweltbelastender als der Ferngüterverkehr. So erhöhen beispielsweise fünf Stopps pro 10 km Entfernung den Kraftstoffverbrauch um 140 Prozent (Schoemaker et al., 2006, S. 55; Müller, Görnert & Volkamer, 2006, S. 4). Dabei sind der Ressourcenverbrauch und die Abgasemissionen stark miteinander korrelierende Faktoren, die hier mit der Nutzung von Kraftfahrzeugen zu tun haben (Melo & Costa, 2011, S. 135). Darüber hinaus hängen die tatsächlichen Abgasemissionen stark von der verwendeten Energiequelle ab (Cullinane & Edwards, 2010, S. 32).

Alternative Kraftstoffe und Antriebe sind bereits verfügbar, wenngleich der gebräuchlichste Kraftstoff für Nutzfahrzeuge nach wie vor Dieselmotorkraftstoff ist, da die gebräuchlichste Technologie der Gewerbetreibenden und der Logistikdienstleister (derzeit bei der Warenverteilung an Kunden) konventionelle Diesel-Nutzfahrzeuge sind (Schäfer et al., 2017, S. 45–46; Verband der Automobilindustrie e.V., 2016, S. 4). Aufgrund des verstärkten Einsatzes von Diesel-Nutzfahrzeugen haben einige Messstellen für die Luftqualität auf stark befahrenen Straßen in den Städten die Immissionsgrenzwerte für verschiedene Schadstoffe deutlich überschritten (Clausen, Stütz, Bemsmann & Heinrichmeyer, 2016, S. 25). Städtische Güterfahrzeuge sind damit eine der Hauptquellen für die Luftverschmutzung durch Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Partikel (PM). Ursächlich dafür ist der hohe Anteil von Nutzfahrzeugen mit niedrigen Abgasnormen und die entsprechend hohen Schadstoffemissionen im Vergleich zum Personenkraftwagen (Müller et al., 2006, S. 4). Zusätzlich zu den bestehenden Emissionen emittieren alle Fahrzeuge auch Luftschadstoffe durch Reifenabrieb und Bremsvorgänge, wobei Rußpartikel mit Abstand die schädlichsten aller lokalen Luftschadstoffe sind (Brenck et al., 2016, S. 414–415; Bundesministerium für Umwelt,

Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2019, S. 10–11). Umweltbelastungen in der Natur können zur Zerstörung natürlicher Lebensräume und zur Verringerung der Biodiversität (z. B. durch Monokulturen) beitragen. Darüber hinaus können Umweltschäden zur Gefährdung oder zum Aussterben von Arten führen (Deckert, 2016, S., 20–21).

Durch den Bedarf räumlicher Areale ergibt sich ein weiterer negativer ökologischer Effekt. Für den Transport von Gütern werden unter anderem Flächen für den Umschlag (Warenbewegungen zwischen verschiedenen Logistik- und Fahrzeugsystemen), die Disposition (Akkumulierung der Sendungen für Routen und Abstimmung des Fahrzeugeinsatzes) und die Deponierung (Platzierung von Materialien und Gütern im Materialfluss) benötigt (Schaarschmidt, 2011, S. 39).

### **2.3.2 Ökonomische externe Effekte**

Mobilität kann als die Leichtigkeit der Bewegung verstanden werden. Eine hohe Anzahl von Lieferfahrzeugen im innerstädtischen Zustellverkehr führt auf der letzten Meile häufig zu Problemen im Verkehrsfluss (Melo & Costa, 2011, S. 124; Soénius, 2018, S. 23). Dabei macht der Güterwirtschaftsverkehr, 20 bis 30 Prozent des städtischen Verkehrs aus und verursacht in Spitzenzeiten etwa 80 Prozent der Verkehrsüberlastung in städtischen Gebieten (Prümm et al., 2017, S. 11). Des Weiteren ergab eine Berechnung zu den Haltevorgängen in Köln, dass Lieferfahrzeuge mit bis zu 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht eine Summe von rund 80 000 Haltevorgängen pro Tag aufweisen (Soénius, 2018, S. 23). Diese führen oft zu Behinderungen und Staus, da es kaum geeignete Bereiche zum Be- und Entladen gibt bzw. diese Bereiche für andere Zwecke genutzt werden oder Lieferfahrzeuge in der zweiten Reihe parken (Soénius, 2018, S. 34–35; Schäfer et al., 2017, S. 28). Staus oder Verkehrsbeschränkungen sind im wirtschaftlichen Sinne negative externe Effekte, die durch ein hohes Verkehrsaufkommen bei Überschneidung verschiedener Verkehrsströme verursacht werden (Reed, 2019, S. 2–4; Schaarschmidt, 2011, S. 40). Dabei haben sie je nach Verkehrsteilnehmer unterschiedliche wirtschaftliche Folgen. Diese führen nicht nur zu Opportunitätskosten durch Zeitverlust und z. B. Lieferverzögerungen seitens des Empfängers, sondern auch zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch oder höheren Fahrzeugbetriebskosten aller Fahrzeugreisenden (Böckmann, 2018; Reed, 2019, S. 5).

Wird eine Bestellung am selben Tag ausgeliefert, an dem sie aufgegeben wurde, so wird von ‚Same-Day-Delivery, oder tagesgleicher Lieferung gesprochen (Clausen, Stütz, Bemsmann & Heinrichmeyer, 2016, S. 12). Diese effektfördernde Praxis führt in Kombination mit den Wünschen der Verbraucher nach kürzeren Lieferzeiten zu häufigeren Lieferungen mit kleineren Liefermengen (Clausen et al., 2016, S. 13; Soénius, 2018, S. 17). Des Weiteren nutzt der stationäre Handel in der Stadt seine Lagerflächen oft als Verkaufsflächen, da durch gestiegene Mietpreise im Innenstadtbereich ein Bedarf an kleineren und häufigeren Nachlieferungen besteht (Soénius, 2018, S. 67; Schaarschmidt, 2011, S. 43).

Infolgedessen reduziert sich die Auslastung der Fahrzeuge und es sind mehrere Lieferungen erforderlich, was zu einem erhöhten Handelsverkehr in den Städten führt (Bode, 2016, S. 282; Melo & Costa, 2011, S. 138). Einerseits ist der Güterwirtschaftsverkehr an der Entstehung dieses Effekts beteiligt, andererseits auch Betroffener des hohen Verkehrsaufkommens. Folglich wird der innerstädtische Bereich zu einem unattraktivem Verkehrsraum, da vermehrt Hindernisse bestehen, die sich für den motorisierten Verkehr selbst in negativen externen Effekten widerspiegeln und die Mobilität einschränken (Schaarschmidt, 2011, S. 40–41). Eine reduzierte städtische Verkehrsüberlastung bringt gesellschaftliche und wirtschaftliche Vorteile, wie beispielsweise die Senkung der Lieferkosten der Betreiber und Zeitersparnissen für alle Verkehrsteilnehmer (Melo & Costa, 2011, S. 141; Vogt, 2005, S. 340).

Externe Effekte mit nachteiligen Folgen können auch durch die Störung der urbanen Kultur und der Verkehrswege verursacht werden. Der Güterwirtschaftsverkehr kann in diesem Zusammenhang an Immobilien, öffentlichen Anlagen o. Ä. zu Sachschäden führen, die durch Schadstoffemissionen oder Erschütterungen hervorgerufen werden können (Piecyk, Cullinane & Edwards, 2015, S. 41; Müller et al., 2006, S. 4). In Städten haben viele Hauptstraßen eine große Breite, da ihre Abmessungen im Wesentlichen auf dem Platzbedarf des Güterwirtschaftsverkehrs basieren. Vor allem für große Lastkraftwagen sind im Bereich von Kurven und Kreuzungen größere Kurvenradien erforderlich. Mit der hohen Straßenlast von Lastkraftwagen wachsen auch die Ansprüche an die Qualität von Fahrbahnen und Brücken (Müller et al., 2006, S. 4). Darüber hinaus werden Wartungs- und Reparaturkosten, die durch Schäden an der Infrastruktur verursacht werden, z. B. Fahrbahnrisse oder Brückenschäden, in der Regel von der öffentlichen Hand getragen (Schaarschmidt, 2011, S. 41). Die Straßenbelastung eines 40 Tonnen schweren Lkws ist bis zu

160 000 mal größer als die eines Pkws, während ein 7,5 Tonnen schwerer Lkw noch die 90fache Straßenbelastung eines Pkws verursacht (Müller et al., 2006, S. 4).

### 2.3.3 Soziokulturelle externe Effekte

Was die Nachweisbarkeit und Quantifizierung von externen Effekten betrifft, so ist es schwierig, diese nur für den Güterverkehr spezifisch zu klassifizieren. Jedoch wurde bereits im Voraus erwähnt, dass der Güterverkehr hauptsächlich umweltschädlichen Dieselkraftstoff als Energiequelle verwendet und ein Drittel des städtischen Verkehrs ausmacht, weshalb der städtische Güterverkehr seinen Teil zu den soziokulturellen externen Effekten beiträgt. Vor allem der Straßenverkehr trägt wesentlich zu den schädlichen Auswirkungen bei (Brenck et al., 2016, S. 407). Stickoxide, Feinstäube oder flüchtige organische Verbindungen, die im motorisierten Verkehr entstehen, können beispielsweise zu Erkrankungen führen (Flade, 2016, S. 479). Das zunehmende gesellschaftliche Umweltbewusstsein, krebserregende Luftschadstoffe sowie die kürzere Lebenserwartung der Stadtbewohner veranlassen die Forderung der Gesellschaft, die Emissionen des Verkehrs durch die verringerte Benutzung herkömmlicher Kraftstoffe zu reduzieren (Clausen et al., 2016, S. 25; Kampker et al., 2016, S. 294). Städtischer Güterverkehr verursacht darüber hinaus eine beträchtliche Lärmbelastung (Müller et al., 2006, S. 4). Obgleich der Privatverkehr einen überwiegenden Anteil an dieser besitzt, ist die Störgröße des städtischen Güterverkehrs darauf zurückzuführen, dass der Lärmpegel bei der Nutzung von Lastkraftwagen im Vergleich jenem bei Pkws höher ist (Schaarschmidt, 2011, S. 39). Zum Beispiel erzeugt ein Lastkraftwagen beim Vorbeifahren im Durchschnitt dieselbe Lautstärke wie 25 Autos oder zwölf Kleintransporter. Die Lärmbelastung kann auf einzelnen Straßen erheblich sein, so dass Lkw bei einem Lastwagenanteil von vier Prozent bereits rund die Hälfte des gesamten Geräuschpegels aller Kraftfahrzeuge ausmachen (Müller et al., 2006, S. 4). Nach einer Umfrage des Umweltbundesamtes aus dem Jahr, 2012 empfanden rund 54 Prozent der Bevölkerung den Straßenverkehr in ihrem Lebensumfeld als störend oder belästigend (Umweltbundesamt, 2012, S. 52; Clausen et al., 2016, S. 27). Für die Bevölkerung besteht ein erhöhtes Gesundheitsrisiko bereits bei niedrigen kontinuierlichen Nachtschallpegeln von 40 Dezibel (dB[A]), die außerhalb der Gebäude nicht überschritten werden sollten, um Schlafstörungen durch Umgebungslärm zu vermeiden (Clausen et al., 2016, S. 27; Kirsch, Bernsmann, Moll & Stockmann, 2017, S. 22).

Umweltverschmutzung betrifft nicht nur die Luftverschmutzung im ökologischen Sinne, sondern auch im visuellen Bereich für den Menschen. So verändert sich die Umgebung auch bei stehendem Verkehr negativ (Flade, 2016, S. 479). Auch wenn das Funktionieren des Einzelhandel erwünscht ist, wird der dafür erforderliche Transportaufwand von Waren und Gütern als Störfaktor betrachtet (Piecyk et al., 2015, S. 45; Schaarschmidt, 2011, S. 41). Die Anwesenheit von städtischen Lastkraftwagen oder z. B. das Parken auf Gehwegen oder an ungeeigneten Orten verletzt zudem teilweise geltendes Verkehrsrecht der Stadt und stellt ebenso ein Verkehrsrisiko dar (Schaarschmidt, 2011, S. 41). Zudem spielt die Sicherheit ein zentrales Thema im städtischen Güterverkehr. Nutzfahrzeuge gelten hier als potenzielle Gefahrenquelle für Menschen im städtischen Umfeld (Schoemaker et al., 2006, S. 65). Aufgrund erhöhter Verkehrsleistung und Anwesenheit auf den Verkehrswegen besteht ein mehr als versechsfachtes Unfallpotenzial für Güterkraftfahrzeuge im Vergleich zu den anderen Verkehrsteilnehmern (DEKRA, 2018, S. 16). In Bezug auf die Lebensqualität innerhalb der Städte werden in der Literatur Faktoren wie Luftqualität, verfügbare Erholungs- und Grünflächen in der Nähe des Wohnortes oder Lärm-belästigung genannt (Mercy et al., 2015, S. 213). In diesem Zusammenhang nannten die Teilnehmer einer Umfrage in Bezug auf die Lebensqualität vor allen anderen Bereichen wie Familie, Einkommen oder Umweltschutz die Gesundheit als den wichtigsten Faktor für ihr persönliches Wohlbefinden (Bertelsmann Stiftung, 2010). In der Literatur wird der Begriff Lebensqualität oft verwendet, um diejenigen (objektiv ermittelbaren) Bedingungen der menschlichen Existenz zu beschreiben, durch die sich in der Regel eine Steigerung des persönlichen Wohlbefindens ergibt (Maderthaner, 1995, S. 176). Der städtische Güterverkehr verursacht in diesem Zusammenhang eine Beeinträchtigung der Lebensqualität, indem er die Faktoren ‚Gesundheit, und ‚Bedürfnis nach Erholungs- und Aufenthaltsqualität in der Stadt, beeinflusst. Für die Bewohner und Besucher wertet er das Lebensumfeld durch Störeinflüsse wie Lärm, Umweltverschmutzung und Vibrationen ab (Schaarschmidt, 2011, S. 41; Mercy et al., 2015, S. 213–219).

Der städtische Güterverkehr ist somit in allen drei Bereichen (ökologisch, ökonomisch und soziokulturell) vertreten. Dennoch kann keiner dieser externen Effekte als unabhängig angesehen werden. Die Untersuchung der möglichen Auswirkungen des städtischen Güterverkehrs zeigt eine



systematische Vernetzung, bei der sowohl positive als auch negative externe Effekte miteinander verbunden und teilweise voneinander abhängig sind (Schaarschmidt, 2011, S. 42).

## 2.4 Städtische Initiativen

Die Europäische Union (EU) misst der zunehmenden Komplexität des städtischen Verkehrs große Bedeutung bei. Das Weißbuch zur europäischen Verkehrspolitik von 2011 schlägt Wege vor, um die wachsenden Probleme des städtischen Nahverkehrs anzugehen (Europäische Kommission, 2011, S. 13-14). Darüber hinaus dient ein Grünbuch dazu, die allgemeinen Vorschläge zu diskutieren und gegebenenfalls zu konkretisieren (Europäische Kommission, 2007, S. 4–5). Die allgemeine Aufgabe des Weiß- und des Grünbuchs besteht nicht darin, konkrete Vorschriften festzulegen, was auf Grund der Kompetenzen auf nationaler Ebene nicht möglich ist. Allerdings werden Empfehlungen für später folgende Richtlinien formuliert, die sich auch in konkreten EU-Förderprogrammen widerspiegeln (Europäische Kommission, 2007, S. 22–23; Schaarschmidt, 2011, S. 51). In den letzten Jahren wurden dazu mehrere Projekte durchgeführt. Ein Beispiel ist das von der EU geförderte Programm BEST-Urban-Freight-Solutions (BESTUFS), das sich in zwei inzwischen abgeschlossenen Umsetzungsphasen explizit mit den Fragen der Logistiklösungen für den städtischen Güterverkehr befasste (Allen, Thorne & Browne, 2007, S. 5). Das allgemeine Ziel des Projektes war, wirksame Praktiken, Maßnahmen und Kombinationen zu identifizieren, um die negativen Auswirkungen des städtischen Güterverkehrs zu verringern, ohne die sozialen und wirtschaftlichen Aktivitäten der Stadt zu beeinträchtigen (Allen et al., 2007, S. 7).

Dies kann durch Initiativen geschehen, die als Aktionen definiert sind, einschließlich Projekten und Studien, die darauf abzielen, die Nachhaltigkeit des städtischen Güterverkehrs durch Veränderungen im Verkehr selbst oder im Zusammenhang mit diesem zu verbessern (Quak, 2008, S. 21). In diesem Kontext systematisiert und bewertet Quak (2011, S. 39) 106 Initiativen des städtischen Güterverkehrs. Dabei unterscheidet er zwischen zwei Hauptarten von Initiativen. In der Klasse A werden Initiativen zur Verbesserung im bestehenden System erfasst und in der Klasse B Maßnahmen mit Veränderung des Systemprozesses und der

Umwelt durch neue Logistikkonzepte. Diese Klassen werden von Quak (2011, S. 42–43) in vier Kategorien unterteilt:

- Die Kategorie A1 umfasst politische Initiativen in Bezug auf Regulierung durch öffentliche Verwaltungen, z. B. Beschränkungen oder Gewährungen, um die Verkehrsteilnehmer zu einem bestimmten Verhalten zu bewegen.
- Die Initiativen der Kategorie A2 beschäftigen sich mit unternehmensorientierten Maßnahmen und haben ihren Schwerpunkt auf technologischen Innovationen oder Energieeinsparungen.
- Die Kategorie B1 enthält Initiativen, die eine physische Veränderung der Logistikstruktur oder der Verkehrsinfrastruktur mit sich bringen und systemische Veränderungen bewirken wollen.
- In der Kategorie B2 befinden sich Initiativen zur Reorganisation des Verkehrs im Hinblick auf eine effizientere Organisation der Transporte.

Die folgende Tabelle 2 verdeutlicht die Systematik, wobei die vier Kategorien in zwölf Initiativarten gegliedert werden und beispielhaft zeigen, welche Initiativen in der Praxis bisher Verwendung gefunden haben.

**Tabelle 2:** Struktur der Initiativarten im städtischen Güterverkehr (i. A. a. Quak, 2011, S. 43)

<b>Klasse</b>	<b>Kategorie</b>	<b>Initiativart</b>
Initiativen für das vorhandene System	Kategorie A1: Politische Initiativen durch die öffentliche Verwaltung	Verkehrsmautgebühren
		Lizensierungs- und Regulierungsinitiativen Be- und Entladeinitiativen
	Kategorie A2: Unternehmensorientierte Initiativen	Kooperationen von Spediteuren
		Transportsteuerungssysteme für mehr Effizienz Technologische Innovation
Initiativen mit Veränderung des Systemprozesses	Kategorie B1: Physische Veränderung der Logistik- oder Verkehrsinfrastruktur	Konsolidierungs- und Verteilzentren
		Systeme der unterirdischen Logistik Ausbau der Verkehrsinfrastruktur
		Standardisierung von Ladeeinheiten
	Kategorie B2: Initiativen zur Reorganisation des Verkehrs	Transportauktion Intermodaltransport

In dieser wissenschaftlichen Arbeit sollen typische und bereits verwendete Initiativarten aus den Kategorien A1, A2 und B1 verwendet werden. Die im Folgenden vorgestellten vier Initiativen sind teilweise nicht innerhalb der Tabelle 2 vorzufinden, können jedoch ihrer entsprechenden Kategorie subsumiert werden.

### 2.4.1 Nachtbelieferung

Die Nachtbelieferung kann als eine Lizensierungs- und Regulierungsinitiative aus der Kategorie A1 betrachtet werden, die ein Zeitfenster zur Belieferung von Gütern mit geringem Verkehrsaufkommen und zu fortgeschrittener Stunde umfasst (Quak, 2011, S. 44–45). Die Nacht-

belieferung von Geschäften findet typischerweise morgens, abends und nachts zwischen 22:00 und 6:00 Uhr statt ( Allen et al., 2007, S. 22; Kirsch et al., 2017, S. 22). Das Prinzip der Nachtzustellung ermöglicht es, den Stadtverkehr zu entlasten und eine höhere Versorgungseffizienz bei reduziertem Energieverbrauch und Emissionen durch Vermeidung von Stop-and-go-Verkehr zu erreichen (Lehmacher, 2015, S. 18–19; Domínguez, Holguín-Veras, Ibeas & dell’Olio, 2012, S. 887). Des Weiteren würde eine Verlagerung von mehr Lkw auf die unbelebteren Nachtzeiten in der Stadt die Wechselwirkungen zwischen ungeschützten Verkehrsteilnehmern und Lkw verringern und sich somit positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken (Verlinde, 2015, S. 13).

Die Literatur über Nachtbelieferung erkennt zwei Haupthindernisse (Verlinde, 2015, S. 13). Zum einen konzentrieren sich Holguín-Veras, Marquis und Brom (2012) (hauptsächlich in New York) auf die wirtschaftliche Machbarkeit der Nachtzustellung und darauf, wie die traditionell negative Einstellung der Empfänger zur Nachtzustellung beeinflusst werden kann. Dabei weisen Holguín-Veras und Polimeni (2006, S. 16–17) darauf hin, dass die Nutzenverteilung zwischen den Akteuren bei der Nachtzustellung unausgewogen ist. Demnach entstehen für den Empfänger während der regulären Öffnungszeiten keine zusätzlichen Kosten, Logistikdienstleister werden jedoch mit längeren Aufenthalten im Verkehr konfrontiert. Außerhalb der Geschäftszeiten profitieren hingegen die Logistikdienstleister von schnelleren Reisezeiten und höherer Produktivität, aber es entstehen zusätzliche Kosten für die Empfänger beispielsweise für Personal oder Sicherheit. Das zweite Hindernis besteht in der Einhaltung der gesetzlichen Richtlinien für Lärmemissionen. Dies wird als eine große Herausforderung betrachtet, da die durch den städtischen Güterverkehr entstehende Lärmbelastung von Städten und dem Europäischen Parlament als ein hohes Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung betrachtet wird (Kirsch et al., 2017, S. 22). Darüber hinaus zeigen die bisherigen Nachtbelieferungsverbote auch, dass Kommunen die Nachtbelieferung nach wie vor als etwas betrachten, das vermieden werden sollte (Verlinde, 2015, S. 13).

#### **2.4.2 Be- und Entladeinitiative**

Die Be- und Entladeinitiative stammt ebenfalls aus der Kategorie A1 und ist eine politische Initiative, die durch die lokale Behörde durchgeführt und umgesetzt wird (Quak, 2008, S. 57). Be- und Entladeinitiativen setzen sich für Sonderbereiche ein, die nur für Ladeaktivitäten genutzt werden dürfen und in der Literatur als Ladezonen bezeichnet werden (Soénius, 2018, S. 24).

Kennzeichnend für diese ist, dass Lieferfahrzeuge berechtigt sind, sie für die Dauer des Be- und Entladens von Gütern unabhängig von Größe und Gewicht zu nutzen. Ladezonen können dauerhaft oder zu bestimmten Zeiten eingerichtet werden, wobei die Haltezeit in der Regel kurz ist und sich die Zonen meist in der Umgebung von Geschäften befinden (Soénius, 2018, S. 25). Der Hauptgrund für den Einsatz von Be- und Entladeinitiativen ist die Reduzierung von Staus und Verkehrsproblemen, da Lieferfahrzeuge häufig in zweiter Reihe parken müssen (Quak, 2008, S. 57; Soénius, 2018, S. 36). Diese Verkehrsprobleme werden zum einen durch einen Mangel an verfügbaren Ladeflächen in überfüllten Innenstädten und zum anderen durch das Blockieren von Ladezonen verursacht, beispielsweise durch illegales Parken (Quak, 2011, S. 46). Initiativen zu Be- und Entladetätigkeiten sind in der Regel kurzfristig und mit begrenztem Aufwand recht einfach umzusetzen. Zudem reagieren die involvierten Akteure positiv auf diese Art von Initiativen, da die Ergebnisse direkt sichtbar sind (Quak, 2008, S. 57). Da der Platzmangel in Städten ein akutes Problem der Regulierung darstellt und insbesondere auf den städtischen Güterverkehr abzielt, ist diese Initiative besonders nützlich für historische Stadtzentren in Ländern mit räumlicher Knappheit (OECD, 2003a, S. 7; Quak, 2008, S. 57). Die Durchsetzung der ordnungsgemäßen Nutzung von Entladeflächen ist der entscheidende Erfolgsfaktor (Quak, 2011, S. 46). In der Regel erfordern kurzfristige Initiativen eine erhöhte Überwachung und eine Ausweitung der Kontrollorte. Aufgrund der personalintensiven Zunahme dieser Maßnahmen sollten je nach Verkehrssituation Zeit- und Ortprioritäten gesetzt werden (Soénius, 2018, S. 74).

### **2.4.3 Elektronutzfahrzeuge**

Initiativen für Elektronutzfahrzeuge stammen aus der Kategorie A2 (technologische Innovation) und sind eine unternehmensorientierte Initiative, die durch Firmen durchgeführt und umgesetzt wird (Quak, 2011, S. 47). Im Bereich der Pkw werden unterschiedliche Aufbauvarianten von alternativen Antriebskonzepten differenziert, die auch als Basis für Nutzfahrzeuge dienen können, sodass bei einem Elektronutzfahrzeug lediglich Elektromotoren als Energiewandler für den Fahrzeugantrieb verwendet werden, wobei die Energiequelle abweichend ausgelegt werden kann (Gräbener, 2017, S. 7). Der einzige technische Unterschied zwischen einem solchen Elektronutzfahrzeug und einem von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Nutzfahrzeug ist der Antrieb (Clausen et al., 2016, S. 46).

Elektrofahrzeugantriebe gelten grundsätzlich als möglicher Ansatz, um die Effizienz von Fahrzeugen insgesamt zu verbessern und schädliche Emissionen zu vermindern (Gräbener, 2017, S. 7). Im Mittelpunkt steht vor allem die Tatsache, dass Elektronutzfahrzeuge emissionsfrei und relativ leise gefahren, sowie in geschlossenen Räumen problemlos aufgeladen werden können (Clausen et al., 2016, S. 48). Das hohe Verkehrsaufkommen in Städten und die kurzen Wege zwischen den einzelnen Lieferstationen begünstigen Elektronutzfahrzeuge ebenso wie die Tatsache, dass Liefertouren im städtischen Umfeld selten mehr als 100 Kilometer betragen (Clausen et al., 2016, S. 48; Kampker, Deutsken, Maue & Hollah, 2016, S. 295; Witte, Klumpp, Keuschen & Zelewski, 2013, S. 43). Auf Strecken mit häufigen Anfahrts- und Haltevorgängen können so Kraftstoffeinsparung von rund 60 bis 65 Prozent erzielt werden (Clausen et al., 2016, S. 46; Kampker et al., 2016, S. 295). Hinzu kommt, dass Elektronutzfahrzeuge durch ihre geringere Anzahl an mechanisch verschleißbaren Komponenten eine längere Lebensdauer besitzen als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (Clausen et al., 2016, S. 48; Mersch, 2016, S. 48–49). Das zeigt ein Beispiel aus der Logistikbranche, wonach ein Alltagsbetrieb von einem Jahr in einem Paketdienst ein Fahrzeug mechanisch derart belastet wie zehn Jahre privater Nutzung (Clausen et al., 2016, S. 48).

Allerdings sind Elektronutzfahrzeuge für die letzte Meile derzeit nicht ausreichend verfügbar und teuer in der Anschaffung (Kampker et al., 2016, S. 295; Mersch, 2016, S. 48–49). So können Elektronutzfahrzeuge im Vergleich zu dieselbetriebenen Fahrzeugen doppelt bis dreimal so viel kosten, weshalb ihr Erwerb mit geringen Kosten für den Antriebsstrom begründet werden muss (Clausen et al., 2016, S. 47; Witte et al., 2013, S. 46). Ein weiterer Nachteil besteht in der Abhängigkeit zur Batterie des Elektronutzfahrzeugs. Denn diese ist nicht nur ein wichtiger Einflussfaktor für den Fahrzeugpreis, sondern bestimmt auch die Einsatzmöglichkeiten des Elektronutzfahrzeugs durch kurze Reichweiten sowie die häufigen erforderlichen Ladezyklen (Clausen et al., 2016, S. 47; Witte et al., 2013, S. 49; Kampker et al., 2016, S. 295–296). Darüber hinaus ist die Nutzlast von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu herkömmlichen Dieselfahrzeugen begrenzt (Witte et al., 2013, S. 46). Hintergrund dafür ist das Gewicht der Batterie, da diese für eine ausreichende Reichweite ausgelegt sein muss und von dem Gewicht der möglichen Nutzlast abgezogen wird (Mersch, 2016, S. 48–49; Witte et al., 2013, S. 46).

#### 2.4.4 Paketstationen

Die Paketstation entstammt der Kategorie B1 (physische Veränderung der Logistik- oder Verkehrsinfrastruktur). Diese Initiativart umfasst alle Initiativen, die eine Einrichtung nutzen, in der Warenströme von außerhalb der Stadt mit dem Ziel zusammengefasst werden, die innerstädtischen Verkehrsaktivitäten zu bündeln (Iwan, Kijewsja & Lemke, 2016, S. 647; Quak, 2008, S. 66). Paketstationen sind unbeaufsichtigte Einrichtungen mit automatischen Schließfächern sowie elektronischen Terminals, die an einem festen Punkt in der Öffentlichkeit installiert und für die Allgemeinheit zugänglich sind. So dienen sie zur Selbstabholung oder Versendung (auch Retouren) von Paketen, Päckchen und Großbriefen (Iwan et al., 2016, S. 646–647; Ruesch et al., 2013, S. 136). Zweck und Vorteil einer Paketstation ist, dass die Kunden ihre Sendungen jederzeit abholen oder entnehmen können, da die Paketstationen unabhängig von den üblichen Zeitfenstern für die Heimlieferung im Einsatz sind (Carotenuto et al., 2018, S. 189; Ruesch et al., 2013, S. 136–137). Darüber hinaus werden die Kunden automatisch per E-Mail oder Kurzmitteilung über ihr Mobiltelefon benachrichtigt, wenn ihre Ware an der Paketstation abholbereit ist (Iwan et al., 2016, S. 646). Insgesamt wird die Deutsche Post DHL Group bis 2021 rund 7000 Paketstationen in Deutschland bereitstellen, so dass laut DHL rund 90 Prozent der deutschen Bevölkerung innerhalb von 10 Minuten eine Paketstation erreichen können (Deutsche Post DHL Group, 2019; Klasen, 2017). Eine Paketstation hat etwa 76 Schließfächer, allerdings hängt die tatsächliche Anzahl vom Standort ab. Die meisten Stationen befinden sich in städtischen Gebieten (Morganti, Seidel, Blanquart, Dablac & Lenz, 2014, S. 185). Bei der Auswahl geeigneter Standorte können Paketstationen zum einen Vorteile für Kunden bringen, da es beabsichtigt ist, diese an Supermärkten, Einkaufszentren, Tankstellen, Fußgängerzonen usw. aufzustellen, und die Abholung der Ware damit in den Tagesablauf des Kunden integriert wird (Carotenuto et al., 2018, S. 189). Zum anderen wirken sich Paketstationen auch positiv auf die Minimierung der Schadstoffemissionen des städtischen Güterverkehrs aus, da sie die Reduzierung des Verkehrs in den Städten begünstigen. Des Weiteren wird die Nutzung des Frachtraums verbessert, indem die Lieferungen gebündelt und unabhängiger von den verfügbaren Zeitfenstern für Lieferungen sind (Deutsche Post DHL Group, 2019; Iwan et al., 2016, S. 647). Hieraus folgt, dass Paketstationen an verschiedenen Standorten die Zustellkosten senken können, z. B. durch Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Laufleistung, und dass mehr Pakete gleichzeitig an mehrere Empfänger

zugestellt werden können, ohne das Risiko einer Nichtzustellung aufgrund der Abwesenheit des Empfängers einzugehen (Carotenuto et al., 2018, S. 189; van Duin, Wiegmans, van Arem & van Amstel, 2019, S. 89–90). Zudem reduziert eine hohe Auslastung der Paketstationen die durchschnittlichen Betriebskosten des Anbieters. Gemäß DHL werden die Kosten in ihrem Paketstationsnetzwerk aus den Einsparungen in der individuellen Zulieferung gedeckt (Ruesch et al., 2013, S. 138). Die Implementierung und effiziente Nutzung von Paketstationen erfordert jedoch die Unterstützung von Anwohnern, Logistikdienstleistern und den Eigentümern der Standorte, an denen sich Paketstationen befinden (Iwan et al., 2016, S. 649). Darüber hinaus müssen die lokalen Behörden in die Umsetzungsphase in Bezug auf die Genehmigung und Standortwahl einbezogen werden (Iwan et al., 2016, S. 649). Die wichtigste Voraussetzung für die Effizienz von Paketstationen ist einerseits die Bereitschaft der Internethändler (Absender), Waren an einen Ort zu liefern, der nicht mit der Adresse des Käufers übereinstimmt, und andererseits die Bereitschaft der Empfänger, ihre Waren von Paketstationen zu beziehen (van Duin et al., 2019, S. 89). Für die Empfänger ist die größte Barriere bei der Nutzung von Paketstationen die Tatsache, dass sie die letzte Etappe der Reise selbst zurücklegen müssen (Iwan et al., 2016, S. 649). Dies ist für sie laut einer Umfrage von Joerss, Schröder, Neuhaus, Klink und Mann (2016, S. 12) nicht attraktiv, wengleich sie ihre Waren jederzeit abholen können. Nur wenn die Heimzustellung mehr kosten würde, würde ein großer Teil der Empfänger es vorziehen, seine Ware an Paketstationen abzuholen (Joerss et al., 2016, S. 12).

## 2.5 Interessenvertreter und Akteure

Da es sich bei den Interessensvertretern um Schlüsselpersonen im Güterprozess handeln kann, die zum Erfolg oder Misserfolg der Umsetzung von städtischen Initiativen beitragen, ist ein genauer Blick auf dieses Thema erforderlich. Die Interessen der relevanten Interessenvertreter sollten bekannt sein, um Interessenskonflikte vermeiden zu können (Lindholm, 2012, S. 88; Ruesch et al., 2013, S. 43).

Grimble und Wellard (1997, S. 175) verwenden den Begriff ‚Interessenvertreter,‘ um Personen oder Gruppen zu bezeichnen, die unabhängig davon, ob sie organisiert sind oder nicht, ein gemeinsames Interesse oder eine Beteiligung an einem bestimmten Thema oder System haben. Diese



Personen können auf jeder Ebene oder Position in der Gesellschaft stehen und globale, nationale, regionale oder sogar Haushaltsanliegen vertreten und aus jeder Größe und Kombination bestehen. Macharis et al. (2012b, S. 611) stimmen dieser Definition zu und schlagen vor den Teil des gemeinsamen Interesses zu streichen, da sie die Möglichkeit vorsehen, dass Personen auch aus rein intellektueller Neugierde an einem Entscheidungsprozess beteiligt sein können. Macharis et al. (2014, S. 76) weisen darauf hin, dass die Interessenvertreter entsprechend ihres Beitrages zum Problem identifiziert werden sollten, da ihre Beiträge Auswirkungen auf das Endergebnis haben können oder eine Betroffenheit in Bezug auf eine gewählte Initiative vorliegen kann. Lindholm (2012, S. 89) sowie Grimble und Wellard (1997, S. 176) betonen, dass die Interessenvertreter in zwei Gruppen kategorisiert werden sollten: diejenigen, die direkt Interesse an oder Einfluss auf den städtischen Güterverkehr haben (Akteure), und diejenigen, die indirekt Interesse an oder Einfluss auf den städtischen Güterverkehr haben (Interessenvertreter).

Interessenvertreter sind demnach jene, die ein Interesse am System des städtischen Güterverkehrs haben (Einzelpersonen, Personengruppen, Organisationen, Unternehmen etc.). Akteure sind jene, die einen direkten Einfluss auf das System haben. Daher sind alle Akteure Interessenvertreter, aber nicht alle Interessenvertreter Akteure (Lindholm, 2012, S. 89). Unabhängig von der verwendeten Definition beziehen Initiativen und Strategien für den städtischen Güterverkehr eindeutig mehrere Akteure und Interessenvertreter ein, die ausdrücklich in den Entscheidungsprozess einbezogen werden sollten. Dies gilt sowohl für private Wirtschaftsorganisationen und Unternehmen als auch für Menschen, die in städtischen Gebieten leben und arbeiten (Macharis et al., 2012a, S. 14).



abschätzung für alle Verkehrsmaßnahmen des städtischen Güterverkehrs und eine formelle Identifizierung der relevanten Akteure des städtischen Güterverkehrs umfasst. Um zu einem allgemeinen Rahmen der Akteure zu gelangen, wurde eine umfassende Analyse zu den einzelnen Verkehrsmaßnahmen durch eine Literaturrecherche und Interviews der Teilnehmer durchgeführt und ausgewertet. Schließlich wurden fünf verschiedene Akteure für den städtischen Güterverkehr identifiziert, die eine Schlüsselrolle bei der Lösung eines realen städtischen Güterverkehrsproblems einnehmen (Macharis et al., 2012a, S. 19–24).

### **2.5.1 Der Absender**

Absender liegen meist außerhalb des Stadtkerns und können als industriell produzierende Unternehmen oder auch als Groß- und Einzelhändler auftreten, die ihre Ware aus Lagern bereitstellen und versenden (Macharis et al., 2014, S. 76). Dabei sehen sie sich oft nicht als Transportunternehmen, da ihr Hauptgeschäft andere Kompetenzen umfasst (Ballantyne et al., 2013, S. 98; Lindholm, 2012, S. 89). Sie sind stattdessen die Kunden der Logistikdienstleister und vergeben im Namen der Empfänger zur Beförderung der Ware den Auftrag des Transports (Melo & Costa, 2011, S. 121). Die Waren werden dann an ihre Kunden (die Empfänger) geliefert, die Endverbraucher oder weitere Zwischenhändler sein können (Macharis et al., 2014, S. 76). Der Absender beschäftigt sich mit kostengünstigen Lieferungen an die Empfänger, da er die Transportkosten in vielen Fällen übernimmt (Macharis et al., 2012a, S. 20; Rumscheidt, 2019, S. 46). Sein Ziel ist es nicht, die Gesamtkosten für die Durchführung der Lieferungen zu senken, sondern seine Kosten gegenüber dem Logistikdienstleister zu reduzieren, um sein Produkt zu einem angemessenen Preis auf dem Markt anbieten zu können (Macharis et al., 2012a, S. 20). Somit versucht der Absender einerseits die Kosten für die Abholung und Lieferung von Waren an die Empfänger zu minimieren und andererseits seine Unternehmensgewinne zu maximieren (Macharis et al., 2012a, S. 20; Melo & Costa, 2011, S. 121). Als Beispiel können hier die Retouren von Kunden genannt werden, wenn ihnen die Ware nicht gefällt oder diese beschädigt ist, wobei neben den Mehrkosten auch zusätzliche Transportkosten anfallen. (Niehaus, 2005, S. 8). Laut Keseru, Coosemans, Macharis und Müller (2017, S. 21–22) und Macharis et al. (2014, S. 76) ist es für den Absender wesentlich, dass die Ware sicher, pünktlich, unbeschädigt und mit der notwendigen Liefertransparenz geliefert wird, da er den Empfänger mit einem qualitativ hochwertigen Serviceniveau überzeugen will und

es für bedeutend erachtet, dass der Empfänger weiß, ob, wo und wann die Ware zugestellt wird. Wenn der Kunde mit der Zustellung der Ware unzufrieden ist, ist er auch mit der Bestellung unzufrieden, was das zukünftige Kaufverhalten (bei diesem Absender) beeinflussen kann. Daher sind Lieferkriterien entscheidend für den Erfolg eines Absenders (Rumscheidt, 2019, S. 46). Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Absender verstärkt daran interessiert sind, sich zu den Regulierungen der Verkehrspolitik zu äußern. Die Motivation der Absender erklärt sich insbesondere durch die ansteigenden Kapazitätsengpässe auf den Straßen und die zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeit und des Klimawandels (Maibach, Ickert, Bieler, Schmid & Ruesch, 2012, S. 145). Beispielsweise ist ein namhafter Lebensmitteleinzelhändler einer der größten privaten Betreiber von Solaranlagen auf Gebäudedächern in Deutschland und anderorts beteiligen sich Unternehmen an dem Aufbau und der Umsetzung einer Infrastruktur für die Elektromobilität (Handelsverband Deutschland, 2018, S. 24–28).

### **2.5.2 Der Empfänger**

Die Empfänger beginnen die Lieferkette mit einem Auftrag an den Absender und bilden eine heterogene Gruppe von Unternehmen und (Privat-)Personen. Sie sind das letztendliche Ziel des Gütertransports über die letzte Meile und nehmen die Güter an (Clausen et al., 2016, S. 9; Macharis et al., 2012a, S. 16). Empfänger bilden nach Anteil und Anzahl die größte Einheit von Akteuren in den Innenstädten und sind die letzte Station innerhalb der Lieferkette. Somit werden sie am stärksten von Maßnahmen der innerstädtischen Verkehrspolitik beeinflusst (Kaupp 1998, S. 19). Ihre Gruppe umfasst Einzelhändler (Geschäfte), Restaurants, Organisationen sowie Büros oder Verbraucher, die bevorzugt ihre Online-Käufe nach Hause geliefert bekommen möchten (Macharis et al., 2014, S. 77; Rumscheidt, 2019, S. 47). Ähnlich wie der Absender hat der Empfänger einen hohen Anspruch an die Kundenzufriedenheit, was damit zusammenhängt, dass er seinen Lieferbedarf auf der Grundlage seiner Bedürfnisse und Vorteile festlegt (Melo & Costa, 2011, S. 122). Darüber hinaus sorgen häufige, kostengünstige und bedarfsorientierte Lieferungen dafür, dass die Bestände auf ein Minimum reduziert werden können, was zu geringeren Lager- und Kapitalbindungskosten führt (Kaupp, 1998, S. 19). Allgemein und für den Fall der eigenen Transportkostenübernahme bevorzugt er einen kostengünstigen, pünktlichen, sicheren und zuverlässigen Haus-zu-Haus-Service. Solange diese Anforderungen erfüllt werden, ist für ihn irrelevant, wie die

Ware ankommt (Macharis et al., 2012a, S. 22; Melo & Costa, 2011, S. 122). Speziell für die Einzelhändler ist die Hauszulieferung wichtig, da sie kein Personal haben um die Waren abzuholen oder die Waren zu schwer für den Transport sind (Balm, 2018, S. 178). Die Waren sollen demnach in Übereinstimmung mit den vorher getroffenen Vereinbarungen geliefert werden. Die Tendenz, die Lagerbestände zu reduzieren und die Anzahl der Zustellungen in den Filialen zu steigern, erhöht die Lieferfrequenz, was den Empfänger allerdings auch stört, da er eine attraktive städtische Einkaufsumgebung bevorzugt, in der die Straßen nicht mit Transportfahrzeugen überfüllt sind (Macharis et al., 2014, S. 77). Die Empfänger sind sich zunehmend der Umweltauswirkungen von Transportdienstleistungen bewusst (Gevaers et al., 2011, S. 65). Sie erwarten von den Logistikdienstleistern, umweltfreundliche Abläufe bei der Belieferung anzuwenden oder einzuführen (Gevaers et al., 2011, S. 65), zögern allerdings, für diese auch mehr zu bezahlen, und nicht bereit sind, längere Servicezeiten zu akzeptieren (Gevaers et al., 2011, S. 65).

### **2.5.3 Der Logistikdienstleister**

Der Logistikdienstleister (Zusteller) ist ein Akteur, der die von Absendern und bzw. oder Empfängern geforderten Beförderungsdienste anbietet, durchführt und unterstützt (Macharis et al., 2014, S. 77). Zsifkovits (2018, S. 79) stellt fest, dass Logistikdienstleister im Allgemeinen Unternehmen sind, die ihre Dienstleistungen im Rahmen der Logistikkette an Dritte anbieten und erbringen, wobei ihre Kernaufgaben im Transport und Umschlag bestehen. Darüber hinaus wurde das Leistungsspektrum dieser Akteursgruppe durch die Globalisierung der Logistikketten deutlich erweitert, was zu zunehmend komplexeren Prozessen und dem Ausbau der Logistikbranche führt. Die Rolle des Logistikdienstleisters bezieht sich in dieser Arbeit nur auf den reinen Güterverkehr innerhalb eines Stadtgebietes, weshalb er hier von einer genauen Ausführung seines möglichen Leistungsumfanges abweicht und nicht im Detail erläutert werden soll (Ballantyne et al., 2013, S. 99). Ein bekanntes Beispiel für Logistikdienstleistungen im Sinne dieser Arbeit sind die stattfindenden Transporte der letzten Meile im Stadtgebiet, für die diese Akteursgruppe mitunter verantwortlich ist (Deutsche Post DHL Group, 2018, S. 4–5). Dabei kann diese Akteursgruppe aus Spediteuren, Kurier-, Express-, und Paketdienstleistern (sog. KEP-Dienstleister) oder anderen Logistikunternehmen bestehen (Macharis et al., 2014, S. 76; Lindholm, 2012, S. 90). Da der Warentransport zwischen zwei Standorten eines der Kerngeschäfte ist, besteht ein Hauptziel der

Gruppe darin, Gewinne zu erzielen und die Transportkosten so niedrig wie möglich zu halten (Macharis et al., 2014, S. 77; Verlinde, 2015, S. 90). Weil der Logistikdienstleister die Differenz zwischen seinen Kosten und seinem Nutzen maximieren will und das Liefergeschäft in hohem Maße kompetitiv und die Renditen überschaubar sind, besteht eine signifikante Schwelle für umfangreiche Investitionen wie beispielsweise in Elektronutzfahrzeuge (Mersch, 2016, S. 48–49).

Häufig ist die Erstausslieferung einer Ware nicht erfolgreich, da der Kunde bei Ankunft der Lieferung nicht persönlich anzutreffen ist (Petrovic et al., 2013, S. 356). Laut Niehaus (2005, S. 23) erweisen sich insbesondere die gescheiterten Erstlieferungen als maßgeblicher Kostentreiber für den Zusteller. Informiert der Logistikdienstleister den Kunden beispielsweise mit einer Benachrichtigung, wo er sein Paket abholen kann, vermindert sich die Zufriedenheit des Kunden, da er durch die unbeabsichtigte Abholung keine Zeit mehr im Vergleich zum Einkauf in herkömmlichen Geschäften spart (Niehaus, 2005, S. 23). Logistikdienstleister versuchen daher einen qualitativ hochwertigen Service anzubieten, um die Zufriedenheit der Empfänger und der Absender zu erreichen (Macharis et al., 2014, S. 77).

Ihr Service basiert auf den Ansprüchen der Empfänger und der Absender und umfasst die Liefertransparenz und pünktliche Abholungen und Lieferungen ohne Schäden (Boyer, Prud'homme & Chung, 2009, S. 185; Macharis et al., 2012a, S. 20–21). Die lange Distanz bis zur Lieferung von Waren zwischen Kunden in ländlichen Gebieten und die erhöhten Stopps in städtischen Gebieten stellen die Zusteller angesichts steigender Transportkosten aufgrund von Preiserhöhungen bei Ressourcen wie beispielsweise Kraftstoff oder Energie für Lieferfahrzeuge vor Herausforderungen (Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., 2019b, S. 5; Gühneemann & Kimble, 2011, S. 18; Petrovic et al., 2013, S. 355; Scheele, 2011).

Gemäß Ahlswede (2018) besitzt der Straßenverkehr einen Anteil von rund 18 Prozent an den weltweiten Emissionen des Kohlenstoffdioxids (CO<sub>2</sub>). Die Unternehmen versuchen daher zunehmend, umweltfreundliche Formen des Güterverkehrs zu vermarkten, um Imageverluste zu vermeiden und umweltbewusst zu handeln (Grund-Ludwig 2007). Beispielsweise wurde im New Yorker Stadtteil Manhattan eine Zustellflotte auf Elektromotor oder Hybridantrieb umgestellt. Damit soll der Kraftstoffverbrauch um 40 Prozent und die Emissionen um 30 Prozent reduziert werden (Scheele, 2011). „Da Kunden auf der ganzen Welt zunehmend umweltfreundliche

Logistiklösungen nachfragen, werden nachhaltige Initiativen auch unsere Profitabilität verbessern“ (Scheele, 2011), sagte Frank Appel, CEO des DHL-Konzerns.

Im Rahmen des Projekts ‚Wirtschaftsverkehr 2.0,0 der Frankfurter University of Applied Science wurden bestehende und geplante Lieferstrategien verschiedener KEP-Dienstleister analysiert und verglichen. Schäfer et al. (2017, S. 29) stellten fest, dass die längsten Parkzeiten im Stadtgebiet dort erfasst wurden, wo im Durchschnitt die meisten Pakete und Kunden pro Haltevorgang durchgeführt wurden. Eine weitere Betrachtung ergab zudem, dass die Logistikdienstleister die hohe Zahl von Verkehrsprobleme in der Stadt in Form von Staus und erhöhtem Verkehrsaufkommen beanstandeten (Schäfer et al., 2017, S. 35). Dies verdeutlicht, dass Logistikdienstleister ein Interesse daran haben, Spitzenzeiten des Verkehrs zu vermeiden, um eine hohe Produktivität zu erzielen (Schäfer et al., 2017, S. 20).

#### **2.5.4 Der Bürger**

Eine weitere Akteursgruppe bilden die Bürger, die in einer Stadt leben, arbeiten und Zeit verbringen. Sie bevorzugen ein Leben in der Stadt nach ihren Präferenzen in einer (Cullinane & Edwards, 2010, S. 32) sicheren und attraktiven Umgebung. Zu dieser Gruppe gehören auch Verbraucher, Stadtgäste oder Pendler, die im Allgemeinen die Endverbraucher von Waren sind (Ballantyne et al., 2013, S. 98; Lindholm, 2012, S. 89). Auf der einen Seite liegt ihr Interesse darin, die Attraktivität der Innenstadt als Konsumort zu erhalten sowie eine hohe Lebensqualität mit angenehmer Wohn- und Stadtumgebung zu pflegen (Macharis et al., 2012a, S. 16). Auf der anderen Seite ist es ihr Anliegen, Verkehrsstaus, Lärm, Luftverschmutzung und Unfälle von Wohnungen, Arbeitsplätzen und Erholungsgebieten fernzuhalten, da diese Störungen die Wohn- und Aufenthaltsqualität negativ beeinträchtigen (Müller et al., 2006, S. 4). Anwohner und Nutzer nehmen Nutzfahrzeuge negativ wahr, da diese den Personenverkehr behindern sowie Lärm und Verschmutzungen verursachen. Sie schätzen also keine Lieferfahrzeuge, die über die örtlichen Straßen fahren, auch wenn diese Waren für den Verbrauch der Bewohner und Nutzer transportieren (Benthin & Gellrich, 2017, S. 46; Melo & Costa, 2011, S. 122).

### 2.5.5 Die lokale Behörde

Die lokalen Behörden sind für die Regulierung und Organisation der städtischen Güterverkehrslogistik verantwortlich und können als Verwaltungsorgan und als gesamte Institution betrachtet werden (Wohlrab, Harrington & Srai, 2012, S. 10–11). Sie sind insbesondere daran interessiert, das allgemeine sozioökonomische Wohlergehen zu verbessern und die externen Effekte der Verkehrstätigkeiten zu kontrollieren (Melo & Costa, 2011, S. 122). Sie investieren zudem in die Finanzierung der öffentlichen Infrastruktur und sind für die Raumplanung zuständig (Macharis et al., 2012a, S. 16). Gleichzeitig versuchen sie, Bedingungen für die Förderung der Effizienz der Abläufe und Prozesse zu schaffen, beispielsweise solche für die Einhaltung von Parkzeiten oder Halte- und Ladezonen für Fahrzeuge im Stadtgebiet (Macharis et al., 2014, S. 77). Darüber hinaus können öffentliche Maßnahmen nicht ohne die Initiative oder eine Zusammenarbeit mit der lokalen Behörde umgesetzt werden (Macharis et al., 2012a, S. 16–17; van den Bossche, Maes, Vanellander, Macário, & Reis, 2017, S. 9;). Dabei muss diese zwei Interessen miteinander in Einklang bringen. Auf der einen Seite möchte die Behörde, dass die städtische Umwelt für die Bürger, die sie wählen, angenehm und attraktiv ist. Dazu gehört, dass die Lebensqualität der Bürger verbessert wird, beispielsweise durch Sicherung des öffentlichen Personen- und Nahverkehrs, um dem Mobilitätsbedarf der Bevölkerung nachzukommen (van den Bossche et al., 2017, S. 9–10; Macharis et al., 2014, S. 77). Andererseits möchte die Behörde zu einem positiven Geschäftsklima beitragen und ein attraktives Umfeld für Unternehmen schaffen (Macharis et al., 2014, S. 77; Ballantyne et al., 2013, S. 99). Ferner bestehen auch eigene Interessen, die keine sozialen Hintergründe haben. Beispiele sind die Umsetzung der getroffenen Maßnahmen und der erlassenen Vorschriften, die Senkung der Kosten für die Implementierung der Maßnahmen sowie der Betrieb und die Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur (Keseru et al., 2017, S. 22–23; Macharis et al., 2014, S. 77). Da die Verantwortung für die Initiierung, Motivation und Koordination von Maßnahmen der städtischen Güterverkehrslogistik in der Regel auf lokaler Ebene liegt, wird in dieser Arbeit bewusst nur diese berücksichtigt (Macharis et al., 2012a, S. 17; van den Bossche et al., 2017, S. 9–10).

In ihrer Rolle existieren die Akteure nicht allein, sondern bilden für diese wissenschaftliche Arbeit unterschiedliche Positionen, um die Sichtweisen, Ziele und Interessen der Beteiligten (möglichen Akteure) im städtischen Güterverkehr abbilden zu können. Lindholm (2012, S. 90–91) stellt dazu



fest, dass Akteure und Interessenvertreter, insbesondere jene der Kategorie der Güterverkehrsunternehmen, mehr als eine Rolle spielen können. So kann beispielsweise ein Unternehmen nicht unabhängig voneinander Transport und andere Dienstleistungen, wie z. B. Be- und Entladeeinrichtungen, erbringen. Auch die Fahrer, die den Transportvorgang im Stadtgebiet durchführen, können in weiteren Interessens- oder Akteursgruppen erscheinen, beispielsweise als Empfänger oder Bürger (Macharis et al., 2012a, S. 15–17; Lindholm, 2012, S. 90–91). Eine Erstellung zusätzlicher Kategorien von Akteuren entspricht jedoch nicht dem Ziel des in dieser Arbeit entstehenden Bewertungsrahmens, da die Akteure innerhalb der Literatur bereits vordefiniert sind und der Schwerpunkt auf der Einbeziehung der wesentlichen Akteure in den Entscheidungsprozess liegt.

### 3. Multikriterielle Entscheidungsanalyse

Zur Bewertung von städtischen Initiativen stehen verschiedene Bewertungsmethoden zur Verfügung, die ihre spezifischen Grundannahmen und -ziele haben, sodass die Schlussfolgerungen bei der Anwendung unterschiedlicher Bewertungsmethoden variieren (Macharis, de Brucker, & van Raemdonck, 2018, S. 28). Aus der Entscheidungstheorie kann eine Entscheidung als die Auswahl einer Alternative aus einer Reihe von verfügbaren Optionen betrachtet werden (Winter & Gillenkirch, 2018). Im Folgenden werden die Methodik und Struktur des hier verwendeten Modells vorgestellt.

#### 3.1 Die Multikriterienanalyse

Bei der Multikriterienanalyse handelt es sich um eine Ex-ante-Bewertungsmethode, die sich auf Entscheidungssituationen mit mehreren Zielen (bspw. durch verschiedene Akteure) bezieht, die oft in Konflikt miteinander stehen (Macharis et al., 2018, S. 33; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 21). Die im englischen Multi-Criteria-Analysis (MCA) genannte Methode hat universellen Charakter und kann in verschiedenen Bereichen wie im Ingenieurwesen, der Medizin oder den Geisteswissenschaften eingesetzt werden (Žak, 2018b, S. 11). Die MCA-Methodik kann dem Entscheider helfen, komplexe Entscheidungssituationen zu analysieren und zu lösen, verschiedene Konzepte und -lösungen zu bewerten, Interessenkonflikte zwischen mehreren Akteuren zu analysieren und die geeignetste Alternative zu finden (Žak, 2018b, S. 11). Mit anderen Worten wird sie verwendet, wenn eine Priorisierung verschiedener Alternativen erforderlich ist (Macharis et al., 2012b, S. 612; Macharis et al., 2018, S. 33). Nahezu alle großen Herausforderungen umfassen in der Praxis mehrere Ziele (Zimmermann & Gutsche 1991, S. 21). Dabei kann es in vielen Fällen zu Zielkonflikten kommen, was bedeutet, dass eine Verbesserung eines Ziels sich konträr auf ein anderes auswirkt (Zimmermann & Gutsche 1991, S. 21). So wird die Suche nach der geeignetsten Lösung heute als Schlüsselfaktor für den Erfolg eines Verkehrsprojekts angesehen (Le Pira, Inturri, Ignaccolo & Pluchino, 2018, S. 55).

Aus den Interessen und Zielen aller beteiligten Akteure werden Kriterien abgeleitet. Jedes Kriterium wird nach seiner Bedeutung bewertet (Macharis et al., 2018, S. 33). Die Bewertungen für die verschiedenen Kriterien werden dann aggregiert. Zur Bewertung der Alternativen stehen

verschiedene Berechnungsmethoden zur Verfügung (Zimmermann & Gutsche 1991, S. 25; Macharis et al., 2018, S. 33–35). Dabei werden in der MCA alle Akteure als eine homogene Gruppe aufgefasst und aufgefordert, sich auf einen gemeinsamen Satz von Kriterien und deren Gewichtungen zu einigen (Macharis et al., 2012b, S. 611). Dementsprechend existiert nur ein Satz an Kriterien, der für alle Akteure gilt und mit dem die Initiativen bewertet werden (Macharis et al., 2012b, S. 611).

### **3.2 Multi-Actor Multi-Criteria Analysis**

Die vorangegangene Methode zielt darauf ab, einen Konsens zwischen den Teilnehmern hinsichtlich der Wahl eines gemeinsamen Satzes von Kriterien zu erreichen (Macharis & Baudry, 2018, S. 5). Allerdings deckt ein solcher Ansatz oft nicht das gesamte Spektrum der Perspektiven und damit das gesamte Ausmaß des Problems ab. Die Erreichung eines Ziels zu Beginn des Prozesses ist nicht unbedingt eine Voraussetzung für den Konsens der Akteure, da ihre Interessen sich unterscheiden (Macharis & Baudry, 2018, S. 5). Dieser Mangel an Konsens kann den Entscheidungsprozess und die anschließende Umsetzung von Entscheidungen behindern (Macharis & Baudry, 2018, S. 5). Zudem impliziert die Methode ein großes Maß an Diskussion. In vielen kontroversen Bewertungen von Verkehrsprojekten wird ein gemeinsamer Nenner nicht erreicht (Macharis et al., 2012b, S. 612). Bei der Bewertung von Verkehrsprojekten ist es zudem notwendig, die verschiedenen Sichtweisen zu unterscheiden, weshalb verschiedene Sätze an Kriterien am besten zur Bewertung von Maßnahmen geeignet sind (Macharis et al., 2012b, S. 611). Daher wurde die Methode Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) entwickelt, in der die Akteure eingebunden sind und ihre Sichtweisen explizit berücksichtigt werden, ohne dass sie gebeten werden, sich direkt zu einem Konsens zusammenzuschließen (Macharis et al., 2012b, S. 612). Da MAMCA eine MCA ist, ergänzt sie den Aufbau der MCA um eine zusätzliche Ebene, in der für jeden Akteur eine separate MCA-Analyse mit einem eigenen Kriteriensatz durchführt. Dadurch kann die grundsätzliche Konsensanforderung der MCA-Methode überwunden werden (Macharis et al., 2018, S. 36; Macharis & Baudry, 2018, S. 5–7). Des Weiteren gelten für die MAMCA die gleichen Vorteile wie für MCA, insbesondere die Tatsache, dass es nicht notwendig ist, alle Effekte zu monetarisieren (Macharis et al., 2018, S. 36). Darüber hinaus kann die MAMCA einige Schwächen der traditionellen MCA lösen, insbesondere das Problem der strukturellen

Abhängigkeit von Kriterien, die so zusammengefasst sind, dass sie zu den unterschiedlichen Zielen der Akteure beitragen (Macharis et al., 2018, S. 36). Schließlich kann die MAMCA im Gegensatz zur MCA zu einer Mehrfachlösung führen, da die MAMCA bestrebt ist, die geeignetste Alternative für jeden Akteur separat auszuwählen (Macharis et al., 2018, S. 36). Somit kann die MAMCA als Erweiterung der MCA angesehen werden (Macharis et al., 2018, S. 36). Durch computerbasierte Systeme werden die Aspekte der Probleme gleichzeitig, strukturiert und transparent berücksichtigt und dem Entscheider wird geholfen die Präferenzen auszudrücken und zu modellieren. Damit kann das betrachtete Entscheidungsproblem besser verstanden werden (Žak, 2018b, S., 20).

Die MAMCA ist daher eine geeignete Methode zur Bewertung von städtischen Initiativen, die unterschiedliche Auswirkungen und Ziele berücksichtigen (Žak, 2018a, S. 3). Diese wissenschaftliche Arbeit benötigt eine multikriterielle Bewertung zur Entscheidungsfindung bezüglich städtischer Initiativen, weshalb sich verschiedene Alternativen eines Entscheidungsproblems in dieser Arbeit auf städtische Initiativen beziehen und im Folgenden auch als Initiativen bezeichnet werden. Des Weiteren verwendet diese Arbeit zur Unterstützung ein interaktives webbasiertes Informationstool, das MAMCA-Tool, das an die einzelnen Schritten der MAMCA-Methodik in Abbildung 3 angelehnt ist und im Folgenden vorgestellt werden soll (Hadavi, Macharis & van Raemdonck, 2018, S. 40).

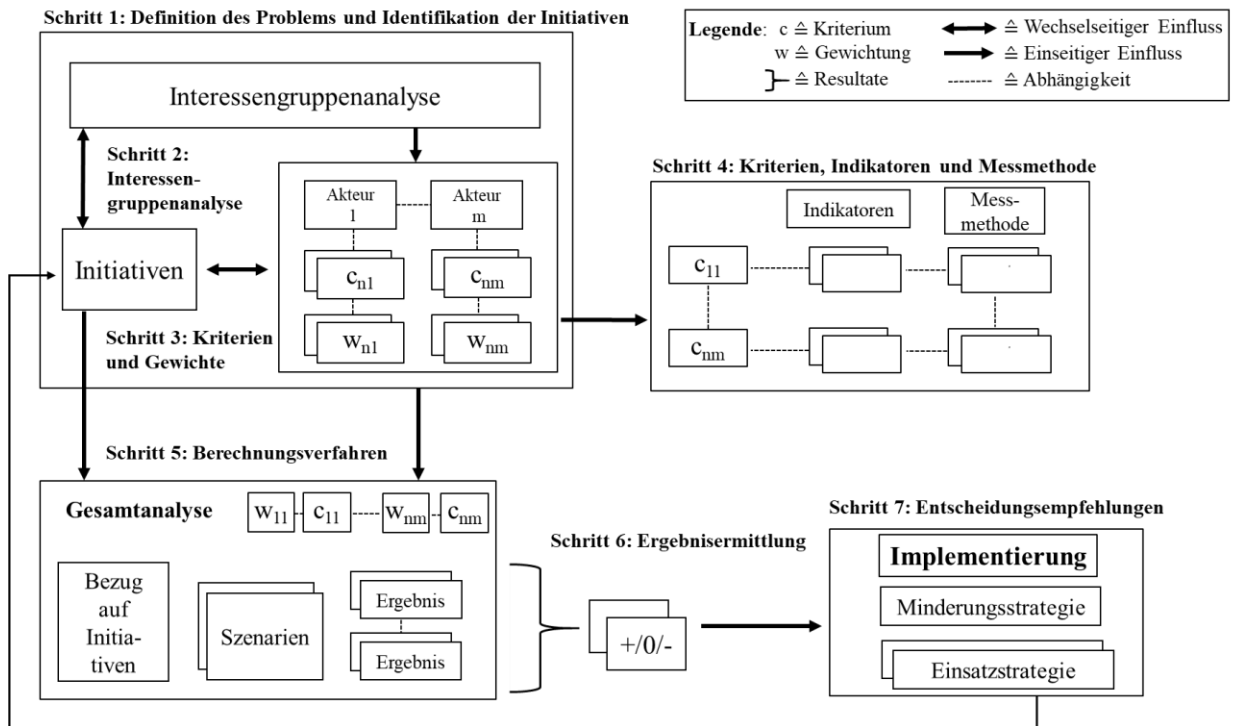


Abbildung 3: Überblick der MAMCA-Methodik (i. A. a. Macharis & Baudry, 2018, S. 7)

Der erste Schritt der MAMCA-Methodik besteht darin, den Umfang des Problems zu definieren und die möglichen Initiativen zu identifizieren, die zur Bewertung vorgelegt werden (Macharis et al., 2012b, S. 612). Dabei können Initiativen wie in Abschnitt 2.4 je nach Problemstellung verschiedene Arten annehmen (Macharis et al., 2012b, S. 613). Im zweiten Schritt soll die Interessengruppenanalyse die relevanten Akteursgruppen ermitteln, die konsultiert werden müssen und deren Ansichten bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden sollten (Macharis et al., 2012b, S. 614). Die Interessengruppenanalyse kann als Hilfestellung zur Identifizierung der relevanten Akteure angesehen werden. Akteure sind Menschen, die ein Interesse an den Folgen von Entscheidungen haben. Akteursgruppen können aus einem oder mehreren Akteuren mit homogenen Zielen und Prioritäten bestehen, so dass Akteure mit unterschiedlichen Zielen und Prioritäten in separaten Gruppen betrachtet werden müssen (Macharis & Baudry, 2018, S. 9; Macharis et al., 2012b, S. 614). Ein tiefes Verständnis der Ziele jeder Akteursgruppe ist entscheidend, um die verschiedenen Initiativen angemessen bewerten zu können (Macharis et al., 2012b, S. 614).

Aus diesem Grund basiert der dritte Schritt der MAMCA-Methodik auf der Bestimmung von Kriterien, die in erster Linie darauf abzielen, die Ziele der Akteure und den Zweck der betrachteten Initiativen zu identifizieren (Macharis & Baudry, 2018, S. 9). Ebenso sollten die Auswirkungen der herangezogenen Initiativen bei Einbezug aller relevanten Akteure in ihren Zielen berücksichtigt werden (Macharis et al., 2012b, S. 614). Die Auswahl der Kriterien erfordert die Einhaltung bestimmter Anforderungen, weshalb es notwendig ist eine Einigung innerhalb der Akteursgruppe über die Bedeutung der Kriterien zu erzielen (Macharis & Baudry, 2018, S. 9). In Folge werden die relevanten Anforderungen an die Kriterien aufgelistet.

- Redundanzfreiheit: Bei den Kriterien muss nicht innerhalb jeder Akteursgruppe mit demselben Maß gemessen werden. Dennoch können zwei Gruppen gemeinsame Kriterien haben, wenn diese ihre eigenen Präferenzen repräsentieren (Žak, 2018b, S. 17).
- Minimalität: Um kontrollierbar zu bleiben, sollte die Anzahl der Kriterien auf ein Minimum reduziert werden. Es wurde von vielen Forschern bewiesen, dass ein durchschnittlicher Mensch nicht mehr als 7 +/- 2 Aspekte bewältigen kann, wenn er eine komplexe Situation betrachtet (Macharis & Baudry, 2018, S. 9; Saaty, 2006, S. 102; Žak, 2018b, S. 17).
- Homogenität: Eine Abstimmung über den Satz von Kriterien innerhalb jeder Gruppe ist erforderlich. Andernfalls müssen mehrere getrennte Gruppen berücksichtigt werden (Macharis & Baudry, 2018, S. 9).
- Operationalität: Im Vorgriff auf die Anforderungen von Schritt 4 können Kriterien sinnvoll im Prozess eingesetzt werden. Das heißt, die alternative Funktionalität zur Erfüllung der Kriterien muss durch Indikatoren angemessen messbar sein (Macharis & Baudry, 2018, S. 10).

Darüber hinaus werden die Kriterien in der Regel durch eine interaktive Diskussion innerhalb der Akteursgruppe festgelegt. Um dies zu unterstützen, können bestehende Kriterienkataloge verwendet werden, die auf das gegebene Problem zugeschnitten sind (Macharis & Baudry, 2018, S. 10; Macharis et al., 2012b, S. 614). Bei Bedarf können zusätzliche Unterkriterien für eine weiterführende Ausgestaltung festgelegt werden, so dass auf dieser Basis ein hierarchischer Baum aufgebaut werden kann (Macharis et al., 2012b, S. 614). Sobald sich die Akteure auf eine Auswahl von (Unter-)Kriterien geeinigt haben, werden diese von jedem Akteur oder jeder Akteursgruppe persönlich durch Paarvergleich gewichtet (Macharis et al., 2012b, S. 614). Es ist hervorzuheben,

dass die ersten drei Schritte voneinander abhängig sind, so dass sie als iterativ verknüpft angesehen werden sollten. Denn bis alle relevanten Akteure, Initiativen und Kriterien identifiziert sind, bedarf es mehrerer Durchläufe (Macharis & Baudry, 2018, S. 12; Macharis et al., 2012b, S. 615)

Im vierten Schritt werden für jedes Kriterium ein oder mehrere Indikatoren erstellt. Indikatoren helfen, Datenmenge auf ihre einfachste Form zu reduzieren und bieten eine Zusammenfassung eines Zustands oder Problems sowie die Möglichkeit, Fortschritte oder Veränderungen zu überwachen. Dieser Fortschritt kann über die Zeit oder anhand von Vergleichswerten, Zielen oder Prognosen für die Zukunft gemessen werden (Melo & Costa, 2011, S. 125–126; OECD, 2003b, S. 5). In diesem Rahmen sollen sie unterstützend das Ausmaß oder die Fähigkeit jeder Initiative messen, die zur Erfüllung des (Unter-)Kriteriums jedes Akteurs beiträgt (Macharis et al., 2012b, S. 616; Hadavi et al., 2018, S. 42). Die Messmethode beschreibt die quantitative oder qualitative Charakteristik des Indikators (Macharis et al., 2012b, S. 616). Indikatoren quantitativer Natur können beispielsweise Kosten in Euro oder Lieferzeit in Tagen oder Stunden sein. Qualitative Indikatoren treffen Aussagen über das Größenverhältnis, wie hoch, mittel oder niedrig, für (Unter-)Kriterien mit schwer quantifizierbaren Werten (Hadavi et al., 2018, S. 42). Auf diese Weise kann die Leistung jeder Initiative an ihrem Beitrag zu den Zielen der Akteursgruppen gemessen werden (Macharis & Baudry, 2018, S. 12; Hadavi et al., 2018, S. 42).

Im fünften Schritt wird jede Initiative aus dem ersten Schritt für jede Akteursgruppe nach seinen spezifischen (Unter-)Kriterien anhand der Indikatoren und Messverfahren aus dem vierten Schritt bewertet (Macharis et al., 2012b, S. 616). Um eine klarere Vorstellung und Einschätzung zu erhalten, können die Initiativen in Szenarien umgewandelt werden. Szenarien sind allgemein definierte Initiativen, die auch das Umfeld vorgeben, in dem die Initiativen bewertet werden (Macharis et al., 2012b, S. 616). Angesichts der Tatsache, dass viele Entscheidungsprobleme multidisziplinär sind, kann es sinnvoll sein, mit einem Team von wissenschaftlichen Experten zusammenzuarbeiten, die Argumente formulieren können, warum eine Initiative der anderen vorgezogen werden sollte (Macharis et al., 2012b, S. 617). Des Weiteren werden die Bewertung der Initiativen in eine Bewertungsmatrix aufgenommen und anhand eines Berechnungsverfahrens ausgewertet (Macharis et al., 2012b, S. 617).

Basierend auf den Ergebnissen, führt der sechste Schritt schließlich zu einer Klassifizierung der bewerteten Initiativen. Dabei werden die positiven und negativen Ausprägungen jeder Initiative in

Bezug auf die jeweiligen Kriterien deutlich gemacht und grafisch dargestellt (Macharis & Baudry, 2018, S. 13). Es sei darauf hingewiesen, dass die Rangfolge der bewerteten Initiativen nicht das Endergebnis im Sinne der MAMCA darstellt, sondern vielmehr Aufschluss darüber geben will, welche Initiativen positive oder negative Auswirkungen auf die betrachteten Kriterien haben können (Macharis et al., 2012b, S. 617). Um die Priorität einzelner Akteursgruppen auszudrücken, können ihnen ebenfalls Gewichtungen zugeordnet werden (Macharis & Baudry, 2018, S. 12). In den bisherigen MAMCA-Anwendungen wurde davon abgesehen, da alle Akteursgruppen gleichberechtigt behandelt werden sollten. Jedoch kann für unterschiedliche Gewichtungen der Akteursgruppen eine Sensitivitätsanalyse vorgenommen werden, die neue Resultate hervorbringen kann (Macharis & Baudry, 2018, S. 12; Macharis et al., 2012b, S. 615).

Der letzte und siebte Schritt beinhaltet die eigentliche Implementierung und Umsetzung der Initiativen (Hadavi et al., 2018, S. 42). Dabei können die Ergebnisse von MAMCA als Grundlage für politische Empfehlungen an den Entscheider dienen, der häufig eine öffentliche Behörde ist (Macharis & Baudry, 2018, S. 15). Darüber hinaus sollen die Ergebnisse dem Entscheider helfen, eine Lösung zu finden, die von allen Akteuren akzeptiert wird (Macharis et al., 2012b, S. 617). Dazu bestehen zwei Ansätze, die Minderungsstrategie und die Einsatzstrategie. Der Ansatz Ersterer besteht darin, die lokale Behörde als den bedeutendsten Akteur im Verhältnis zur Gesellschaft als Ganzes zu betrachten (Macharis et al., 2012b, S. 618). Aus Sicht der Behörde kann sie selbst die am besten geeignete Initiative wählen (Macharis & Baudry, 2018, S. 15). Darüber hinaus kann sie geeignete Maßnahmen zum Ausgleich negativer Folgen für andere Akteure (z. B. Werbekampagnen oder Steuererleichterungen) entwickeln (Macharis & Baudry, 2018, S. 15). Die Einsatzstrategie wählt dagegen die Option, die den besten Konsens bietet, die geringsten Hindernisse aufweist oder beispielsweise die Ablehnung durch die Akteure verhindert (Macharis et al., 2012b, S. 618). Im Konsensprozess kann eine Rückkopplungsschleife an den Anfang des Prozesses zurückführen, da neue Ideen und Optionen identifiziert werden können (Macharis & Baudry, 2018, S. 15; Hadavi et al., 2018, S. 42–43).



### 3.3 Gesamtanalyse durch den Analytical Hierarchy Process

Um die Berechnungen der MAMCA zu verdeutlichen, soll an dieser Stelle das Verfahren des Analytical Hierarchy Process (AHP) vorgestellt werden. Dieses Berechnungsverfahren kann im dritten Schritt in der MAMCA-Methode zur Gewichtung der Kriterien verwendet werden sowie im fünften Schritt zur Bewertung und Berechnung der betrachteten Initiativen (Baudry, van Raemdonck & Macharis, 2018, S. 49). Allgemein existieren für die Multikriterienanalyse mehrere Verfahren und weiterentwickelte Versionen zur Berechnung und Bewertung von Initiativen, bspw. ELECTRE (ELimination Et Choice Translation REality), PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations) und der Analytic Hierarchy Process (AHP) (Žak, 2018a, S. 3–5; Zimmermann & Gutsche 1991, S., 207–220). Da das verwendete Computerprogramm nur zwei Berechnungsmethoden anbietet (Baudry et al., 2018, S. 49), konzentriert sich diese wissenschaftliche Arbeit auf das AHP-Verfahren und macht in diesem Abschnitt die Berechnung und die Bewertungen des Softwareprogramms transparent.

In den frühen 1970er Jahren entwickelte Thomas L. Saaty das AHP-Verfahren (Zimmermann & Gutsche 1991, S. 65), das verwendet wird, um relative Prioritäten mit absoluten Zahlen aus hierarchischen Strukturen zu bestimmen (Saaty & Vargas, 2013, S. 2). Eine Hierarchie ist eine Struktur, die von oben nach unten aufgebaut ist (Saaty & Vargas, 2013, S. 6). Hierbei wird ein Entscheidungsproblem in Teilprobleme zerlegt und mittels sukzessiver Lösung dieser Teilprobleme gelöst (Peters & Zelewski, 2002, S. 5), wodurch die Komplexität des Entscheidungsproblems reduziert wird (Saaty & Vargas, 2013, S. 2; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 65). Des Weiteren ermöglicht das Verfahren, die Gewichtungsbewertung der Kriterien der Akteure vorzunehmen und die Prioritätsbewertung der Initiativen zu formulieren (Baudry et al., 2018, S. 49).

Im AHP-Verfahren werden die Kriterien durch paarweisen Vergleich hinsichtlich ihrer Bedeutung für ein übergeordnetes Element bewertet (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 122). Um Beziehungen innerhalb der Struktur herzustellen, werden diese Paarvergleiche für die Kriterien auf einer Ebene der Hierarchie des Entscheidungsproblems durchgeführt, von denen ein gemeinsames Element übergeordnet ist (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 122; Saaty & Vargas, 2013, S. 2; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 70). Wird ein Entscheidungsproblem in mehrere Ebenen unterteilt, werden die Paarvergleiche zunächst auf der Ebene der Kriterien durchgeführt und dann

sukzessive für die weiteren Ebenen der Unterkriterien fortgesetzt (Saaty & Vargas, 2013, S. 4; Saaty, 2006, S. 16; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 72). Die Ergebnisse aller paarweisen Vergleiche sind in Vergleichs- oder Bewertungsmatrizen zusammengefasst (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 122), wie in Abbildung 4 formal veranschaulicht. Hierbei stellt  $a_{ij}$  ein Matrixelement oder einen Paarvergleich dar,  $i$  einen Zeilenindex,  $j$  einen Spaltenindex und  $n$  die Dimension der Matrix und die Anzahl der (Unter-)Kriterien (Papula, 2017, S., 200; Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 122).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \text{ mit } \begin{cases} \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, n: a_{ij} > 0 \\ \forall i = j: a_{ij} = 1 \\ \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, n: a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \end{cases}$$

**Abbildung 4:** Formale Beschreibung einer Bewertungsmatrix

In der Bewertungsmatrix zeigt jedes Ergebnis eines paarweisen Vergleichs von zwei Elementen an, inwieweit ein Element in Bezug zu dem Element auf der höheren Ebene relevanter ist (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 122). Ein wichtiger Aspekt bei gekoppelten Vergleichen ist die reziproke Eigenschaft (Saaty, 2006, S. 13). Damit die Bewertungsmatrix komplett ausgefüllt ist, sind in Summe  $(n \cdot (n-1))$ -<sup>2</sup> Paarvergleiche notwendig (Saaty, 2006, S. 13–14). Denn – gemäß Abbildung 4 – sind alle Werte auf der Hauptdiagonalen der Bewertungsmatrix gleich eins, weil sich gleiche Elemente gegenüberstehen und für einen Wert über oder unter der Hauptdiagonalen der entsprechende Kehrwert bei einer Spiegelung längs der Hauptdiagonalen gefunden werden kann (Saaty, 2006, S. 13–14). Die Bewertungen erfolgen in der Matrix als Antwort auf die Frage: Wie viel bedeutungsvoller ist ein Kriterium auf der linken Seite der Matrix im Vergleich zu einem anderen auf der Oberseite der Matrix (Saaty, 2006, S. 16)? Für die Bewertung der Paarvergleiche wird eine 9-Punkte-Skala in Anlehnung an Saaty (2006, S. 73) verwendet und in Tabelle 3 vorgestellt.

**Tabelle 3:** Neun-Punkte-Bewertungsskala (i. A. a. Saaty & Vargas, 2013, S. 3)

Skalenwerte	Definition	Interpretation
1	Gleiche Bedeutung (Indifferenz)	Beide miteinander verglichenen Elemente haben die gleiche Bedeutung.
3	Etwas größere Bedeutung	Erfahrung und Einschätzung sprechen für eine etwas größere Bedeutung des einen Elementes im Vergleich zu dem anderen Element.
5	Erheblich größere Bedeutung	Erfahrung und Einschätzung sprechen für eine erheblich größere Bedeutung des einen Elementes im Vergleich zu dem anderen Element.
7	Sehr viel größere Bedeutung	Erfahrung und Einschätzung sprechen für eine sehr viel größere Bedeutung des einen Elementes im Vergleich zu dem anderen Element.
9	Absolut dominierend	Der größtmögliche Bedeutungsunterschied zwischen zwei Elementen.
2,4,6,8	Zwischenwerte	Feinabstufung
1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9		Nimmt $a_{ij}$ einen der Werte von 1 bis 9 ein, ist $a_{ji}$ der Kehrwert.

Bei der Verwendung von AHP muss die Konsistenz (Widerspruchsfreiheit) der paarweisen Vergleichsmatrix überprüft werden. Das bedeutet, wenn A gegenüber B doppelt präferiert wird und B gleichbedeutend mit C ist, sollte A gegenüber C ebenso doppelt bevorzugt werden (Saaty, 2006, S. 80; Baudry et al., 2018, S. 52). Saaty (2006, S. 84) hat dazu einen Konsistenzindex (C.I. = Consistency Index), einen Konsistenzwert (C.R. = Consistency Ratio) und einen zufälligen Konsistenzindex (R.I. = Random Consistency Index) entwickelt, um Inkonsistenzen über die Bedeutung der Kriterien in einer Bewertungsmatrix zwischen den paarweisen Vergleichsurteilen zu identifizieren (Saaty, 2006, S. 84–87). Für den Fall einer Inkonsistenz muss der AHP-Prozess ausgehend von der Bewertungsmatrix wiederholt werden (Baudry et al., 2018, S. 52; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 55). Da das AHP-Verfahren jedoch genaue Bewertungen erfordert, können Entscheider aufgrund ihrer begrenzten Informationsverarbeitungsfähigkeit keine vollständig

konsistenten Werturteile abgeben (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123; Saaty, 2006, S. 15–16). Geringere Abweichungen von der Konsistenz sind jedoch bis zu einem gewissen Grad tolerierbar (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123). Auf eine detaillierte mathematische Ausführung der Konsistenzprüfung wird jedoch verzichtet, da das MAMCA-Tool, das in Verbindung mit dem AHP-Verfahren verwendet wird, die automatische Überprüfung für den Benutzer übernimmt (Baudry et al., 2018, S. 52). Weitere Informationen zur Konsistenzprüfung können unter Saaty (2006, S. 69–93) entnommen werden.

Nach der Erstellung einer Bewertungsmatrix  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  sollen die Paarvergleichsurteile über die Beurteilung der Kriterien in der Bewertungsmatrix für jedes (Unter-)Kriterium in Bezug auf ein übergeordnetes (Unter-)Kriterium zu Gewichtungen aggregiert werden (Peters & Zelewski, 2002, S. 18). Dazu wird zunächst die Summe jeder Spalte der Bewertungsmatrix berechnet (Baudry et al., 2018, S. 49–52; Peters & Zelewski, 2002, S. 18):

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \quad \forall j = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Die Bewertungsmatrix wird anschließend normiert, indem jedes Paarvergleichsurteil mittels seiner entsprechenden Spaltensumme dividiert wird (Baudry et al., 2018, S. 51; Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123; Peters & Zelewski, 2002, S. 18):

$$N = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \dots & \frac{a_{1j}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_{i1}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \dots & \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} & \dots & \frac{a_{in}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{i=1}^n a_{i1}} & \dots & \frac{a_{nj}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} & \dots & \frac{a_{nn}}{\sum_{i=1}^n a_{in}} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Anschließend werden die Zeilensummen der normierten Bewertungsmatrix  $N$  gebildet und jede Zeilensumme durch die Anzahl der  $n$  Kriterien dividiert (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123). Das führt zu den Gewichtungen  $w_i$  für jedes (Unter-)Kriterium (Peters & Zelewski, 2002, S. 19), die dem normierten Eigenvektor der Bewertungsmatrix  $A$  entsprechen (Saaty, 2006, S. 16; Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123; Peters & Zelewski, 2002, S. 19). Hierfür gilt folgende Formel (Baudry et al., 2018, S. 52; Saaty, 1989, S. 63; Peters & Zelewski, 2002, S. 19):

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad \text{mit} \quad \begin{matrix} \forall i = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{matrix} \quad (3)$$

Bei mehreren Ebenen der Hierarchie wird für jedes (Unter-)Kriterium eine aggregierte Gewichtung ermittelt, indem die einzelnen Gewichtungen in der Hierarchie des Entscheidungsproblems auf allen möglichen Pfaden von der höchsten bis zur untersten Ebene der (Unter-)Kriterien miteinander multipliziert werden (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123–124; Peters & Zelewski, 2002, S. 20).

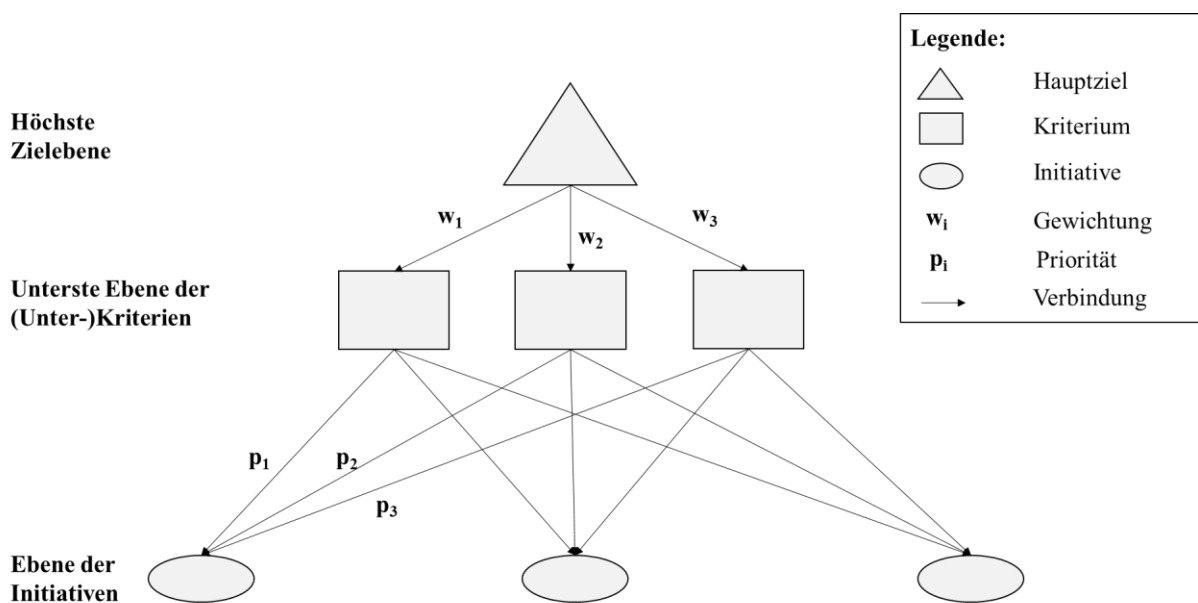
Analog zur Aggregation der Gewichtungen in den Bewertungsmatrizen bei der Beurteilung der relativen Bedeutung der (Unter-)Kriterien (Formeln 1–3) sollen die Gewichtungen aus den Bewertungsmatrizen der Initiativen aggregiert werden, die folglich Prioritäten  $p_i$  genannt werden. Saaty & Vargas (2013, S. 4–5) haben hierfür zwei Konzepte entwickelt, den Distributive und den Ideal Mode. Ersterer weist die gleiche Vorgehensweise wie oben beschrieben auf und sollte gewählt werden, wenn die Frage beantwortet werden soll, inwieweit eine Initiative die anderen Initiativen dominiert (Saaty & Vargas, 2013, S. 4–5). Bei der Suche nach einer Antwort auf die Frage, wie eine Initiative anhand eines festen Ideals (vordefinierter Benchmark) bewertet wird, sollte der Ideal Mode gewählt werden. Auf die Vorstellung des Ideal Mode wird verzichtet, da das Hauptziel der Arbeit die Auswahl der Initiative mit der größten Priorität im Sinne des Distributive Mode ist (Peters & Zelewski, 2002, S. 25; Saaty, 2006, S. 138–142; Saaty & Vargas, 2013, S. 4–5; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 73).

Wenn alle Initiativen nach allen (Unter-)Kriterien bewertet wurden und auch hier konsistent sind, werden die Bewertungen jeder Initiative zu einer Gesamtpriorität  $P$  zusammengefasst, um die geeignetste Initiative für das Entscheidungsproblem auszuwählen (Peters & Zelewski, 2002, S. 26).

Zu diesem Zweck werden die Prioritäten  $p_i$  mit dem entsprechenden Gewichtungsurteil  $w_i$  für das jeweilige (Unter-)Kriterium multipliziert (Hadavi et al., 2018, S. 45; Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 124; Peters & Zelewski, 2002, S. 26; Saaty, 2006, S. 16–17; Saaty, 1989, S. 63; Saaty & Vargas, 2013, S. 4–5; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 72–73):

$$P = \sum_{i=1}^n w_i \cdot p_i \quad \forall i = 1, \dots, n. \quad (4)$$

So kann anhand jeder Initiative interpretiert werden, wie wichtig oder empfehlenswert die einzelnen Initiativen für das Entscheidungsproblem sind (Peters & Zelewski, 2002, S. 26). Über die Höhe der Gesamtpriorität kann somit die beste Initiative ermittelt und die Rangreihenfolge der Initiativen gerechtfertigt werden (Mühlbacher & Kaczynski, 2013, S. 123–124; Zimmermann & Gutsche 1991, S. 44–45). Die Abbildung 5 verdeutlicht die vorhergehend beschriebene Verfahrensweise zur Prioritätsbestimmung (Saaty & Vargas, 2013, S. 7).



**Abbildung 5:** Exemplarische Bewertung anhand der Prioritäten (i. A. a. Saaty & Vargas, 2013, S. 7)

Da die verschiedenen Teilnehmer einer Akteursgruppe unterschiedliche Gewichtungen hinsichtlich ihrer (Unter-)Kriterien haben können, sei ergänzend erwähnt, dass die Gewichtungen pro (Unter-)Kriterium der in Abschnitt 3.2 genannten (Unter-)Kriterien zu einer Gesamtbewertung

einer Akteursgruppe aggregiert werden. Das AHP-Verfahren ermöglicht es jedem Akteur ( $m$ ), Bewertungen für alle (Unter-)Kriterien abzugeben und dann die einzelnen Bewertungen durch das geometrische Mittel (Formel 5) zu kombinieren, um eine gemeinsame Gruppenbewertung für jeden Paarvergleich  $a_{\text{geom.}}$  zu erhalten (Macharis et al., 2012b, S. 611). Wie Saaty berichtet, ist der geometrische Mittelwert die einzige geeignete Regel für die Kombination von Urteilen in der AHP, da er die reziproke Eigenschaft in der kombinierten paarweisen Vergleichsmatrix beibehält (Saaty, 1989, S. 61–63). Weitere Informationen zum AHP-Verfahren können unter Saaty (1989) entnommen werden. Nach der Bestimmung gemeinsamer Gruppenbewertungen kann die Gewichtung der Kriterien gemäß Abschnitt 3.3 fortgesetzt werden.

$$a_{\text{geom.}} = \left[ a_{ij}^1 \cdot a_{ij}^2 \cdot a_{ij}^3 \cdot \dots \cdot a_{ij}^m \right]^{1/n} \quad (4)$$

## 4. Entwicklung eines Bewertungsrahmens

Für die Bewertung der in Abschnitt 2.4 vorgestellten Initiativen wird aus der Perspektive der Akteure ein Bewertungsrahmen entwickelt, der dazu dient, die Auswahl einer geeigneten Initiative für jeden Akteur zu erleichtern. Der entwickelte Bewertungsrahmen wird im Folgenden vorgestellt.

### 4.1 Kriterien und Indikatoren

Die Komplexität eines erfolgreichen Konzepts besteht darin, das Zusammenspiel aller relevanten Akteure zu berücksichtigen. Wie in Abschnitt 2.5 dargestellt, sind die verschiedenen Akteure auf unterschiedliche Weise miteinander verbunden und lassen sich in fünf wesentliche Gruppen innerhalb des städtischen Güterverkehrs einteilen:

- Der Empfänger, der als Initiator der Lieferkette gilt und Kunde des Absenders ist sowie die Waren beim Absender bestellt und sie vom Logistikdienstleister erhält.
- Der Absender, der Kunde vom Logistikdienstleister ist und die Ware an den Empfänger versendet.
- Der Logistikdienstleister, der als Bindeglied zwischen Empfänger und Absender verstanden werden kann und für den Transport der Ware verantwortlich ist.
- Die Bürger repräsentieren die Gesellschaft im weitesten Sinne und sind diejenigen, die in der Stadt leben, arbeiten und Zeit verbringen sowie eine attraktive Umgebung bevorzugen.
- Die lokale Behörde, die als Verwaltungsorgan einer Stadt auftritt und für die Regulierung des Güterverkehrs im Stadtgebiet zuständig ist.

Eine städtische Güterverkehrslogistiklösung ist erfolgsversprechender, wenn sie von all diesen Akteuren unterstützt wird. Im Rahmen dieser Arbeit wird deshalb zum einen auf die Interessen sowie Ziele der Akteure und zum anderen auf die externen Effekte des städtischen Güterverkehrs eingegangen. Daraus folgend werden zwölf Kriterien abgeleitet, die zur Bewertung von städtischen Initiativen herangezogen werden können. Nicht alle Kriterien können für alle Akteure als gleichbedeutend betrachtet werden. Beispielsweise sind die Bürger weniger daran interessiert, wirtschaftliche Gewinne zu erzielen oder ein optimales Geschäftsklima für Unternehmen in städtischen Gebieten zu schaffen. Ebenso legen etwa die Absender weniger Wert darauf, eine



lärmmilde Umgebung für Bürger zu schaffen. Somit werden den Akteuren nur die interessensgerechten Kriterien zugeteilt, die bei der Bewertung von städtischen Initiativen immer aus der Sicht des betreffenden Akteurs betrachtet werden. Darüber hinaus wird für jedes Kriterium mindestens ein Indikator vorgestellt, der unterstützend das Ausmaß oder die Fähigkeit jeder Initiative messen kann, die zur Erfüllung des Kriteriums beiträgt. Die Indikatoren befinden sich samt ihrer mathematischen Formel im Anhang und werden hier nach ihren Kriterien erwähnt. Im Folgenden werden die zwölf abgeleiteten Kriterien und deren Indikatoren erläutert.

Das erste Kriterium ist die ‚Kundenzufriedenheit‘, die ein hohes Serviceniveau umfasst und auf den Ansprüchen der Absender, der Empfänger und der Logistikdienstleister basiert. Die Kundenzufriedenheit äußert sich beispielsweise durch eine Liefertransparenz, infolge derer der Empfänger über den (angestrebten) Lieferzeitpunkt informiert ist. In diesem Zusammenhang misst der Liefergrad als Quotient, also die Anzahl der rechtzeitigen und sachgerechten Lieferungen in Bezug auf Kundenbestellungen, ob die Kundenanforderungen erfüllt sind. Des Weiteren umfasst die Kundenzufriedenheit auch allgemein eine pünktliche und schadenfreie Abholung und Lieferung der Ware. Der Logistikdienstleister ist in diesem Fall als Akteur zu betonen, da er auf Absender- und Empfängerseite einen hochwertigen Service anbieten möchte, um den jeweiligen Ansprüchen zu genügen.

Das Kriterium und der gleichnamige Indikator ‚Transportkosten‘, ist ein Anliegen der Absender, Empfänger und Logistikdienstleister. Einerseits besteht ein starkes Interesse der Akteure an der Minimierung der Kosten der Transportleistung, da der Absender oft die Transportkosten trägt und die Bestände des Empfängers durch häufigere Lieferungen reduziert werden können. Andererseits ist das Liefergeschäft für den Logistikdienstleister kompetitiv und sein Interesse besteht darin, seine Gewinne zu maximieren und die Transportkosten zu minimieren. Beispielsweise entstehen für den Logistikdienstleister höhere Transportkosten durch fehlgeschlagene Erstausslieferungen, da er einen zweiten Versuch für die Zustellung der Ware benötigt. Ebenso verhält es sich etwa mit Rücksendungen der Empfänger, die für den Absender unerwünschte Mehrkosten verursachen. Jedoch resultieren Transportkosten auch aus den ökonomischen Herausforderungen des städtischen Güterverkehrs, da durch weiterhin steigenden Verkehr die Straßen zunehmend beengter werden, wodurch mehr Zeit im Stadtverkehr benötigt wird und ein höherer Kraftstoffverbrauch entsteht.

Die ‚Rentabilität, wird als drittes Kriterium herangezogen und spiegelt den Anspruch der Absender sowie Logistikdienstleister wider. Dieses Kriterium bezieht sich auf das Streben nach Gewinnerzielung seitens der entsprechenden Akteure im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeiten. Dazu gehören auch bevorstehende Investitionen, die Akteure nur angehen, wenn sichergestellt ist, dass diese eine positive Rendite bringen. Als Beispiel kann das Elektronutzfahrzeug für Logistikdienstleister genannt werden. Die Indikatoren Leerkilometer und Raumauslastung sollen in diesem Zusammenhang erstens messen, wie viele Kilometer das Lieferfahrzeug ohne Güter zurücklegt hat, und zweitens, welcher Anteil des Laderaums der Lieferfahrzeuge mit Gütern belegt ist, um eine profitable Geschäftstätigkeit zu messen.

Das vierte Kriterium ‚Umweltbewusstsein, betrifft die Absender, Logistikdienstleister und Empfänger und spiegelt deren notwendige Akzeptanz und ihr Pflichtbewusstsein wider, Verantwortung für ihr Handeln und ihre Umwelt zu übernehmen sowie umweltfreundliche Lösungen mit positiven nachhaltigen Wirkungen zu bevorzugen. Als Beispiel können freiwillige Maßnahmen genannt werden, die einen positiven ökologischen oder sozialen Beitrag leisten, wie der Ausbau von Ladestationen für Elektronutzfahrzeuge. Diesbezüglich kann der Anteil der alternativen Antriebe als Indikator verwendet werden, der den Einsatz von Lieferfahrzeugen mit alternativen Antrieben und die Gesamtzahl der verwendeten Lieferfahrzeuge beschreibt.

Der ‚Ressourcenverbrauch, ist das fünfte Kriterium und bezieht sich auf die Akteure, die für den Transport der Güter verantwortlich sind und deren Lieferfahrzeuge zum Großteil mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sind. Dabei beziffert dieses Kriterium nicht nur den Energie- und Kraftstoffverbrauch, sondern korreliert auch mit den einhergehenden Emissionen. Der entsprechende Indikator bezieht sich bei diesem Kriterium auf den Energieverbrauch von fossilen Brennstoffen oder elektrischem Strom.

Das Kriterium ‚Mobilität, ist für die Logistikdienstleister, die Bürger und die lokale Behörde von Bedeutung. Der städtische Güterverkehr besitzt einen beträchtlichen Anteil am Straßenverkehr und ist sowohl Betroffener als auch Verursacher von Verkehrsbehinderungen. Aufgrund von Produktivitätsverlusten im Zusammenhang mit Warenzustellungen versuchen Logistikdienstleister beispielsweise Spitzenzeiten des Verkehrs zu meiden. Darüber hinaus bestehen weitere negative Wahrnehmung anderer motorisierter Verkehrsteilnehmer, die aufgrund von Verkehrsbehinderungen ihre Fahrt nicht fortsetzen können und wiederum Verkehrsprobleme verursachen.

Im Hinblick auf die genannten Mobilitätsprobleme messen die Indikatoren den freien Verkehrsfluss auf der Grundlage der Durchschnittsgeschwindigkeit von Lieferfahrzeugen oder der Verkehrsdichte.

Das Kriterium ‚Lebensqualität, kann als das Bedürfnis nach einer Steigerung der persönlichen Zufriedenheit, der Qualität von Erholung und Aufenthalt sowie nach einem attraktiven Lebensumfeld verstanden werden, in dem gesundheitsgefährdende Einflüsse vermieden und die Regeneration gefördert wird. Für die Empfänger und die Bürger bezieht sich dieses Kriterium beispielsweise auf eine attraktive Einkaufs- und Wohnumgebung. Obwohl der städtische Güterverkehr den Bedürfnissen der Empfänger und Bürger durch die Zustellungen von Waren einen Nutzen bringt, werden Lieferfahrzeuge als Störfaktor wahrgenommen, da sie die Wohn- und Aufenthaltsqualität in Erholungsgebieten negativ beeinträchtigen. Die lokale Behörde betrachtet dieses Kriterium ganzheitlicher und beabsichtigt, ein attraktives Lebensumfeld für die gesamte Stadtbevölkerung zu schaffen. Der Indikator des Kriteriums ist der Nutzfahrzeuganteil, der Auskunft darüber gibt, wie viele Zustellungen innerhalb einer Einkaufsstraße oder eines Wohngebietes durchgeführt werden und somit zu Störungen führen.

Da das Unfallpotential bei Güterkraftfahrzeugen erhöht ist, ist das Kriterium ‚Sicherheit, für die Bürger und die lokalen Behörden ein zentrales Bedürfnis. Diese Akteure befürworten eine sichere Umgebung, in der die negativen externen Effekte von städtischen Nutzfahrzeugen minimiert werden. Es ist ihr Bedürfnis, die Verkehrsgefährdung durch städtische Lieferfahrzeuge durch gewählte Alternativen nicht zu erhöhen oder zu verringern. Der dazugehörige Indikator misst die Verkehrsunfälle mit Personenschaden der Lieferfahrzeuge auf 1000 Kilometer und kann zusätzlich nach Fahrzeuggewichtsklassen aufgeteilt werden.

Resultierend aus der Umfrage des Umweltbundesamtes aus dem Jahr, 2012 empfinden 54 Prozent der Bevölkerung Deutschlands den Straßenverkehr in ihrer Umgebung als belästigend. Dies hat zum einen den Hintergrund, dass durch den Straßenverkehr eine störende Geräuschkulisse entsteht und zum anderen, dass die Luftqualität innerhalb der Städte abnimmt. Folglich sollen die Kriterien ‚Lärm, und ‚Emissionen, herangezogen werden. Die Indikatoren dieser Kriterien sind der Geräuschpegel während des Fahrens und Be- bzw. Entladens sowie die Summe der verschiedenen Nutzfahrzeuge, die innerhalb einer Stadt gemäß ihrer Euronorm verwendet werden.

Da die lokale Behörde für die Regulierung und Verwaltung des städtischen Verkehrs verantwortlich ist, beinhaltet das elfte Kriterium ‚Geschäftsklima, die Schaffung eines attraktiven Umfelds für Unternehmen. zu bevorzugende Initiative sollten also die Interessen der Wirtschaftsakteure berücksichtigen und fördern. Der Indikator für das Kriterium kann in Form eines Geschäftsklimaindex mit einer Umfrage unter kommunalen Unternehmen erfolgen. Hierbei wird die Meinung der Unternehmen anhand eines Index quantitativ bewertet und bemessen, ob positive oder negative Entwicklungen bestehen.

Das letzte Kriterium ‚Aufwendungen, bezeichnet die Kosten, die direkt mit der Einführung einer Initiative zusammenhängen, sowie die Instandhaltungskosten, die mit der Aufrechterhaltung einer Initiative verbunden sind. Dabei kann eine Initiative aus privater oder öffentlicher Hand durchgeführt werden und muss kostenspezifisch getragen und verwaltet werden. Durch das Kriterium können die Kosten für die Umsetzung und die Instandhaltung einer Initiative für die lokale Behörde im Vorfeld bewertet werden. Anlässlich des Kriteriums ‚Aufwendungen, soll ein Kostenindex qualitativ die Kosten als hoch, mittel oder niedrig beurteilen.

Die beschriebenen Kriterien wurden für den Bewertungsrahmen herangezogen, da sie die Interessenschwerpunkte der Akteure innerhalb des städtischen Güterverkehrs widerspiegeln. Die folgende Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die zwölf abgeleiteten Kriterien.

**Tabelle 4:** Kriterienkatalog zur Bewertung von Initiativen

---

<b>Kriterium</b>	<b>Beschreibung</b>
Kundenzufriedenheit	Zufriedenheit in Bezug auf das Serviceniveau durch pünktliche, schadenfreie Lieferungen der Ware mit Liefertransparenz
Transportkosten	Geringe Kosten für den Gütertransport
Rentabilität	Gewinnerzielung durch Geschäftstätigkeit und Investitionen
Umweltbewusstsein	Akzeptanz und Pflichtbewusstsein für Umweltauswirkungen
Ressourcenverbrauch	Geringer Energie- und Kraftstoffverbrauch
Mobilität	Reduzierung von Staus oder Verkehrshindernissen
Lebensqualität	Steigerung der persönlichen Zufriedenheit durch ein attraktives und erholsames Lebens- und Einkaufsumfeld
Sicherheit	Reduzierung der Verkehrsgefährdung durch den Güterverkehr
Emissionen	Reduzierung der Schadstoffemissionen durch Verbrennungsmotoren
Lärm	Reduzierung der Lärmbelästigung durch Güterverkehr
Geschäftsklima	Ansprechende Bedingungen für Unternehmen
Aufwendungen	Geringe Kosten für Umsetzung und Instandhaltung von städtischen Initiativen

---

## 4.2 Umfragebogen

Aus den vorhergehenden Kapiteln gingen die am städtischen Güterverkehr beteiligten Akteure und die Kriterien hervor, nach denen diese Initiativen im städtischen Güterverkehr bewerten. Die Festlegung dahingehend, welche Bedeutung die Kriterien der Akteure besitzen, ist für die Interessen und Ziele der Akteure unzureichend, da einzelne Kriterien nicht für alle Akteure gleichermaßen wichtig sind. Daher ist es notwendig, die relativen Präferenzen der Akteure zu messen, indem sie aufgefordert werden, jedem Kriterium durch Paarvergleiche Gewichtungen zuzuweisen.

Der in Abschnitt 3.3 vorgestellte analytische Hierarchieprozess (AHP) ist ein häufig verwendetes Verfahren zur Berechnung der Gewichtungen von Kriterien. Das Verfahren ermöglicht die Gewichtung von Kriterien und die Bewertung der Alternativen anhand einer Skala (eins bis neun). Die genaue Vorgehensweise der Berechnung ist dem Abschnitt 3.3 zu entnehmen. Insgesamt sind die Gewichtungen von fünf Akteuren notwendig, um ihre individuellen Präferenzen gegenüber den Kriterien auszudrücken. Abbildung 6 stellt einen exemplarischen Umfragebogen für Bürger dar, der die zugeordneten Kriterien beinhaltet. Der elektronische Anhang enthält die Umfragebögen für die weiteren Akteure.

## Umfragebogen für Bürger

Bitte bewerten Sie die unten aufgeführten Kriterien in Bezug auf den städtischen Güterverkehr. Die Kriterien stehen in Relation zu einander und sollen paarweise verglichen werden. Dabei entspricht eine 1 für eine Gleichstellung der Kriterien und die Zahlen 2 bis 9 einer positiven Bewertung für das entsprechende Kriterium in Verhältnis zu dem anderen. Folgend eine kurze Begriffserklärung zu den aufgeführten Kriterien.

Emissionen: Reduzierung der Schadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren  
 Lärm: Reduzierung der Lärmbelästigung von Güterverkehr  
 Lebensqualität: Steigerung der persönlichen Zufriedenheit durch ein attraktives und erholsames Lebens- und Einkaufsumfeld  
 Mobilität: Reduzierung von Staus oder Verkehrshindernissen  
 Sicherheit: Reduzierung der Verkehrsgefährdung durch den Güterverkehr

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lärm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sicherheit
Mobilität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sicherheit
Emissionen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sicherheit
Lebensqualität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sicherheit
Mobilität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lärm
Emissionen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lärm
Lebensqualität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lärm
Emissionen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mobilität
Lebensqualität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mobilität
Lebensqualität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Emissionen
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Abbildung 6: Umfragebogen für Bürger

### 4.3 Gewichtungen

Für die Bedeutung der Kriterien wurden in dieser Arbeit Gewichtungen aus der Literatur herangezogen. Die Gewichtungen spiegeln die relative Bedeutung wider, die jeder Akteur seinen Kriterien einräumt. Die Summe der Gewichtungen soll zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit 100 Prozent pro Akteur erreichen.

Wie der Tabelle ,Berechnungen der Gewichtungen für die Akteure, im elektronischen Anhang zu entnehmen ist, wurden einheitliche und verwandt gemeinte Kriterien für jeden Akteur und jedes Kriterium auf der Grundlage der vorhandenen Literatur und der genannten Evaluationen zusammengefasst. Schließlich wurde mittels der dazugehörigen Gewichte anhand des geometrischen Mittels ein neues Gewicht für die Kriterien berechnet. In einem weiteren Schritt wurden die Gewichtungen auf die Gesamtsumme aller Gewichtungen eines Akteurs bezogen, so dass schließlich die endgültigen Gewichtungen auf die Gesamtsumme von 100 Prozent erfolgten. Für die Gewichtung der Kriterien Ressourcenverbrauch und Mobilität bei der Akteursgruppe der Logistikdienstleister und für das Kriterium Mobilität bei der lokalen Behörde wurde aus Mangel an Daten die Gewichtungen eines Projekts namens ,CityMobil, herangezogen. Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung fortschrittlicher Konzepte für autonome und automatisierte Fahrzeuge in Städten (Gühnemann & Kimble, 2011, S. 7). In dieser Arbeit wurde die Auffassung vertreten, dass das Interesse von Logistikdienstleistern und lokalen Behörden in Bezug auf diese Kriterien von derselben Bedeutung ist, wie das der Betreiber automatisierter Fahrzeuge.

In der Praxis erfolgt die Wahl der Gewichtungen und der Punktwerte auf Basis der Akteure. Die Ergebnisse dieser Ausarbeitung erfolgen daher lediglich für die Demonstration des Bewertungsrahmens und haben keine verifizierte Allgemeingültigkeit. Unterstützend wird ein Softwareprogramm zur Anwendung herangezogen, das die Berechnung der Matrizen übernimmt sowie die angesprochenen Konsistenzen berücksichtigt.

Als erstes werden die Gewichtungen der Akteursgruppe Absender vorgestellt (vgl. Tabelle 5). Bei dieser Gruppe von Akteuren handelt es sich um private Unternehmen, die letztlich auf Gewinn ausgerichtet sind. Dies ist der Grund dafür, dass Kundenzufriedenheit (34,06 %), Transportkosten (27,92 %) und Rentabilität (19,17 %) als die bedeutendsten Kriterien gewichtet wurden. Das Umweltbewusstsein (18,85 %) erlangt weniger Bedeutung.



**Tabelle 5:** Kriterienrahmen des Akteurs Absender

<b>Akteur</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gewichtungen</b>
<b>Absender</b>	Kundenzufriedenheit	Zufriedenheit der Empfänger durch kurze Lieferzeiten und hohes Serviceniveau	34,06 %
	Transportkosten	Geringe Kosten für den Gütertransport	27,92 %
	Rentabilität	Gewinnerzielung durch Geschäftstätigkeiten und Investitionen	19,17 %
	Umweltbewusstsein	Akzeptanz und Pflichtbewusstsein für Umweltauswirkungen	18,85 %

Für die Akteursgruppe der Empfänger (vgl. Tabelle 6) stellt die Kundenzufriedenheit (39,63 %) das wichtigste Kriterium dar. Die Transportkosten (33,84 %) werden als zweitwichtigstes Kriterium betrachtet. An dritter Stelle steht für die Empfänger das Kriterium der Lebensqualität (17,15 %). Das Kriterium mit der geringsten Gewichtung bildet das Umweltbewusstsein (9,38 %).

**Tabelle 6:** Kriterienrahmen des Akteurs Empfänger

<b>Akteur</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gewichtungen</b>
<b>Empfänger</b>	Kundenzufriedenheit	Hohes Serviceniveau durch pünktliche schadensfreie Lieferungen der Ware mit Liefertransparenz	39,63 %
	Transportkosten	Geringe Kosten für den Gütertransport	33,84 %
	Lebensqualität	Steigerung der persönlichen Zufriedenheit durch ein attraktives und erholsames Lebens- und Einkaufsumfeld	17,15 %
	Umweltbewusstsein	Akzeptanz und Pflichtbewusstsein für Umweltauswirkungen	9,38 %

Für die Logistikdienstleister (vgl. Tabelle 7) sind die Transportkosten (23,61 %) und die Kundenzufriedenheit (22,78 %) die wichtigsten Kriterien. Weniger Gewicht wurde auf das Rentabilitätskriterium gelegt (18,26 %). Durchschnittlich wird das Umweltbewusstsein (13,56 %) bewertet. Der Ressourcenverbrauch (11,60 %) und die Mobilität (10,19 %) werden als relativ unbedeutend angesehen.

**Tabelle 7:** Kriterienrahmen des Akteurs Logistikdienstleister

<b>Akteur</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gewichtungen</b>
Logistikdienstleister	Transportkosten	Geringe Kosten für den Gütertransport	23,61 %
	Kundenzufriedenheit	Empfänger- und Versender Zufriedenheit	22,78 %
	Rentabilität	Gewinnerzielung durch Geschäftstätigkeit und Investitionen	18,26 %
	Umweltbewusstsein	Akzeptanz und Pflichtbewusstsein für Umweltauswirkungen	13,56 %
	Ressourcenverbrauch	Geringer Energie- und Kraftstoffverbrauch	11,60 %
	Mobilität	Reduzierung von Staus oder Verkehrshindernissen	10,19 %

Tabelle 8 zeigt die Gewichtungen der Akteursgruppe Bürger. Dabei wird die Sicherheit (34,29 %) als das wichtigste Kriterium und die Reduzierung von Schadstoffemissionen und Treibhausgasen (26,10%) als das zweitwichtigste Kriterium angesehen. Nahezu gleichwertig wird die Reduzierung der Lärmbelästigung (16,62%) und des Güterverkehrs (14,79%) innerhalb der Städte betrachtet. Der Lebensqualität (8,19 %) wird weniger Bedeutung zugeteilt.

**Tabelle 8:** Kriterienrahmen des Akteurs Bürger

<b>Akteur</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gewichtungen</b>
<b>Bürger</b>	Sicherheit	Reduzierung der Verkehrsgefährdung durch Güterverkehr	34,29 %
	Emissionen	Reduzierung der Schadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren	26,10 %
	Lärm	Reduzierung von Lärmbelästigung	16,62 %
	Mobilität	Reduzierung von Staus oder Verkehrshindernissen	14,79 %
	Lebensqualität	Steigerung der persönlichen Zufriedenheit durch ein attraktives und erholsames Lebens- und Einkaufsumfeld	8,19 %

Wie die Tabelle 9 zeigt, steht die Lebensqualität (38,14 %) für die lokale Behörde an erster Stelle. Verkehrsmaßnahmen, die einen positiven Einfluss auf die Sicherheit (22,58 %) haben, liegen auf dem zweiten Platz. Das Kriterium Mobilität (14,73 %) kommt auf den dritten Platz. Im Vergleich zur Lebensqualität misst die lokale Behörde den ansprechenden Bedingungen für Unternehmen (13,21 %) und den Kosten einer Maßnahme (11,34 %) deutlich weniger Bedeutung bei.

**Tabelle 9:** Kriterienrahmen des Akteurs Lokale Behörde

<b>Akteur</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gewichtung</b>
<b>Lokale Behörde</b>	Lebensqualität	Steigerung der Zufriedenheit der Bürger durch ein attraktives und erholsames Lebens- und Einkaufsumfeld	38,14 %
	Sicherheit	Reduzierung der Verkehrsgefährdung durch Güterverkehr	22,58 %
	Mobilität	Reduzierung von Staus oder Verkehrshindernissen	14,73 %
	Geschäftsklima	Ansprechende Bedingungen für Unternehmen	13,21 %
	Aufwendungen	Geringe Kosten für Umsetzung und Instandhaltung von Alternativen	11,34 %

Zusammenfassend bilden ‚Kundenzufriedenheit‘ und ‚Transportkosten‘ die wichtigsten Kriterien für Absender, Empfänger und Logistikdienstleister. Die Kriterien ‚Sicherheit‘ und ‚Emissionen‘ haben für die Bürger die größte Bedeutung und die lokale Behörde betrachtet ‚Lebensqualität‘ und ‚Sicherheit‘ als die ausschlaggebendsten Kriterien. Diese hohe Bedeutung, hat damit zu tun, dass die Gewichtung der jeweiligen beiden Kriterien jedes Akteurs zusammengenommen die Mehrheit der zu vergebenden Bedeutung (bis zu 100 Prozent) bezogen auf alle Kriterien des jeweiligen Akteurs einnimmt. Je höher die Gewichtung für ein Kriterium ausfällt, desto mehr Einfluss bekommt es für die Bewertung der städtischen Initiative. Daraus lässt sich schließen, dass eine Initiative ein positives Ergebnis innerhalb der Bewertung erwarten kann, wenn diese Kriterien von den relevanten Akteuren positiv bewertet wird.

## 5. Praktische Anwendung der MAMCA-Methodik

Der Bewertungsrahmen wird in diesem Teil der Arbeit am Beispiel der vier vorgestellten Initiativen aus Abschnitt 2.4 und anhand der fünf identifizierten Akteure angewandt. Im Anschluss werden die Ergebnisse analysiert, um eine Handlungsempfehlung bezüglich der möglichen Initiativen abzuleiten. Die Verteilung der Punktwerte aus der im Abschnitt 3.3 vorgestellten Tabelle von Saaty erfolgt anhand subjektiver Maßstäbe, resultierend aus der Fachliteratur und gestützt auf die wesentlichen Erkenntnisse aus den Studien und Projekten.

### 5.1 Szenarien

Die vorgestellten Initiativen in dieser Arbeit sollen einen Bezug auf die in Abschnitt 2.1 angeführten Beschreibungen für eine Musterstadt als Untersuchungsobjekt für die Bewertung bekommen. Dabei charakterisiert die hier verwendete Musterstadt eine zentrierte Siedlungsform mit hoher Bauwerks- und Bevölkerungsdichte, die sich als Mittelpunkt für Infrastruktur und Kommunikation für ihr Umland mit erhöhter Konzentration des Verkehrs kennzeichnet. Darüber hinaus besitzt die Musterstadt einen mehrdimensionalen Bedeutungsüberschuss und bietet zahlreiche Ausstattungsmerkmale wie Bahnhöfe, Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen sowie Industrie- und Handelsbetriebe. Um die notwendige Repräsentation und Machbarkeit von Initiativen zu rechtfertigen, werden in dieser Arbeit wie in Abschnitt 3.2 beschrieben die vorgestellten Initiativen auf die Musterstadt als Untersuchungsobjekt bezogen und als mögliche Szenarien innerhalb der Musterstadt simuliert. Dementsprechend werden die Initiativen für den weiteren Verlauf auch als Szenarien bezeichnet und im Folgenden vorgestellt.

Das erste Szenario simuliert, dass die Lieferungen innerhalb des städtischen Güterverkehrs anhand von Be- und Entladebereichen erfolgen soll, da ein akuter Platzmangel in den Innenstädten oder den umliegenden Stadtgebieten der Musterstadt besteht. Besonders betroffen sind innerstädtische Wohngebiete. Kurierfahrer werden oft verleitet, ihre Fahrzeuge in der Mitte der Straße oder in der zweiten Reihe zu parken, da die Kunden eine zügige Lieferung erwarten. Ein weiteres Szenario simuliert den ausgedehnten Ausbau von Paketstationen. Der Ausbau um weitere 7000 Paketstationen ist derzeit geplant und es ist davon auszugehen, dass die Musterstadt an der Ausweitung partizipieren wird. Allgemein soll ein breiteres Angebot an Abhol- und Zustellpunkten von

Paketen, Päckchen und Großbriefen ermöglicht werden, so dass einerseits ein benutzerfreundliches Netz von Paketstationen entsteht und andererseits die Städte weniger durch den Straßen-güterverkehr belastet werden. Das dritte Szenario simuliert die Verlagerung eines Teils der Lieferungen der Stadt auf Abend- und Nachtzeiten außerhalb der Geschäftszeiten, damit der routinierte Lieferverkehr den täglichen Stadtverkehr teilweise entlastet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Gesetzmäßigkeiten zur nächtlichen Güterversorgung eingehalten werden, da die Behörde erst prüfen muss, ob eine solche Güterversorgung aufgrund der Nachtruhe erlaubt ist. Ein Lebensmitteleinzelhändler hat bereits eine fünfwöchige Testphase in anderen Städten durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass die derzeitigen technischen Mittel für die Umsetzung zur Verfügung stehen. Es ist daher davon auszugehen, dass diese Initiative als mögliches Szenario zur städtischen Güterversorgung genutzt werden kann. Das letzte Szenario simuliert die Verwendung von Elektronutzfahrzeugen zur Auslieferung der Güter, was innerhalb der Musterstadt bereits am Rande eingesetzt wurde und nun auf die gesamte Musterstadt erweitert werden soll.

Die folgenden Abbildungen 7–11 zeigen grafisch die paarweise verglichene Bewertung der Szenarien (Initiativen) aus Sicht der entsprechenden Akteure anhand ihrer zugehörigen Kriterien aus dem vierten Kapitel. Auf der Ordinate sind die Ergebnisse der Bewertung prozentual angegeben. Auf der Abszisse sind die Kriterien des Akteurs sowie die präferierte Rangfolge für diesen Akteur gekennzeichnet. Das Diagramm zeigt die Bewertung aller Szenarien in Bezug auf die spezifischen Kriterien der Akteure. Das bedeutet, dass sich anhand jedes Kriteriums auch eine Rangfolge der entsprechenden Szenarien ablesen lässt. Im folgenden Abschnitt 5.2 soll eine genauere Erläuterung zur Bewertung gegeben werden. Alle Bewertungen sind konsistent, also widerspruchsfrei, wie in Abschnitt 3.3 erläutert bewertet worden.

## 5.2 Bewertung der Absender

Die Abbildung 7 zeigt die Bewertung des Absenders, aus deren Sicht für das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ das Elektronutzfahrzeug als das geeignetste Szenario bewertet wurde. Diese Bewertung basiert darauf, dass für den Absender eine kundenorientierte Lieferung von hoher Bedeutung ist und bezüglich der Elektronutzfahrzeuge davon ausgegangen werden kann, dass der Empfänger seine Lieferung an die gewünschte Lieferadresse erhält und keine negativen Stör-

einflüsse wie Lärm oder Schadstoffe durch Verbrennungsmotoren befürchten muss. Als zweites Szenario werden die Be- und Entladebereiche genannt, da hier ebenso davon ausgegangen werden kann, dass die Empfänger ihre Ware an den gewünschten Lieferort geliefert bekommen. Die Paketstation wurde in Bezug auf die Kundenzufriedenheit auf Rang drei eingestuft, da der Kunde die letzte Meile selbst überwinden muss und aus Sicht des Absenders der Service einer Hauszustellung bei der Paketstation nicht angeboten werden kann. Hinsichtlich der Nachtzustellung ist festzustellen, dass die Lieferzeiten für die Empfänger kundenunfreundlich sind und einen enormen Mehraufwand für beide Parteien mit sich bringen würden, weshalb für das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ die geringste Übereinstimmung vorhanden war.

Hinsichtlich der Kriterien ‚Transportkosten‘ und ‚Rentabilität‘ wurde aus Sicht des Absenders das Szenario der Erweiterung von Paketstationen als die beste bewertet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Absender die Absicht haben, ihre Waren zu einem angemessenen Transportpreis auf dem Markt anbieten zu können. In Bezug dessen bietet die Paketstation die Möglichkeit, viele Bestellungen an einen Ort für die Empfänger zu liefern. Des Weiteren können hierüber auch die Rücksendungen von Waren abgewickelt werden, die gebündelt an den Absender zurückgesendet werden können. Das Be- und Entladeszenario wurde als das zweitbeste bewertet, da die Unternehmen keine zusätzlichen Kosten für den Transport sowie Investitionen einer städtischen Initiative erwarten, da sie von den lokalen Behörden umgesetzt wird. Die Nachtzustellung wurde für beide Kriterien besser bewertet als die Elektronutzfahrzeuge. Zwar würden beide höhere Transportkosten und Investitionen durch beispielsweise höhere Personalkosten verursachen, allerdings wird davon ausgegangen, dass die Investition für Elektronutzfahrzeuge einen höheren Anteil beträgt. Bei der Nachtzustellung könnte auf bestehende Nutzfahrzeuge zurückgegriffen werden, wobei die Elektronutzfahrzeuge erst noch erworben werden müssen.

Bezüglich des Umweltbewusstseins wurde aus Sicht des Absenders das Szenario des Elektronutzfahrzeugs als am geeignetsten bewertet, da es im Betrieb kaum Emissionen ausstößt und somit einen Beitrag zur umweltgerechten Güterverteilung beiträgt. An zweiter Stelle steht das Szenario der Paketstationen, da der Empfänger die letzte Meile übernimmt und somit keine Einzelbelieferung aller Empfänger stattfinden muss. Das Szenario der Nachtbelieferung wird besser bewertet als die Be- und Entladebereiche, da nachts weniger Verkehr auf den Straßen stattfindet und somit von geringeren Schadstoffemissionen auszugehen ist. Das Be- und Entladeszenario



wurde folglich als die am wenigsten geeignete Initiative für dieses Kriterium bewertet, da sie aus Sicht des Absenders nicht zu einer wesentlichen Entlastung der Umwelt beiträgt.

Insgesamt ist aus Sicht des Absenders die Paketstation das geeignetste Szenario, obwohl diese gegenüber dem Szenario mit Elektronutfahrzeugen nur einen geringen Vorsprung aufweist. Das Be- und Entladeszenario hat sich als die drittbeste Initiative erwiesen und die Nachtbelieferung als das am wenigsten geeignete.

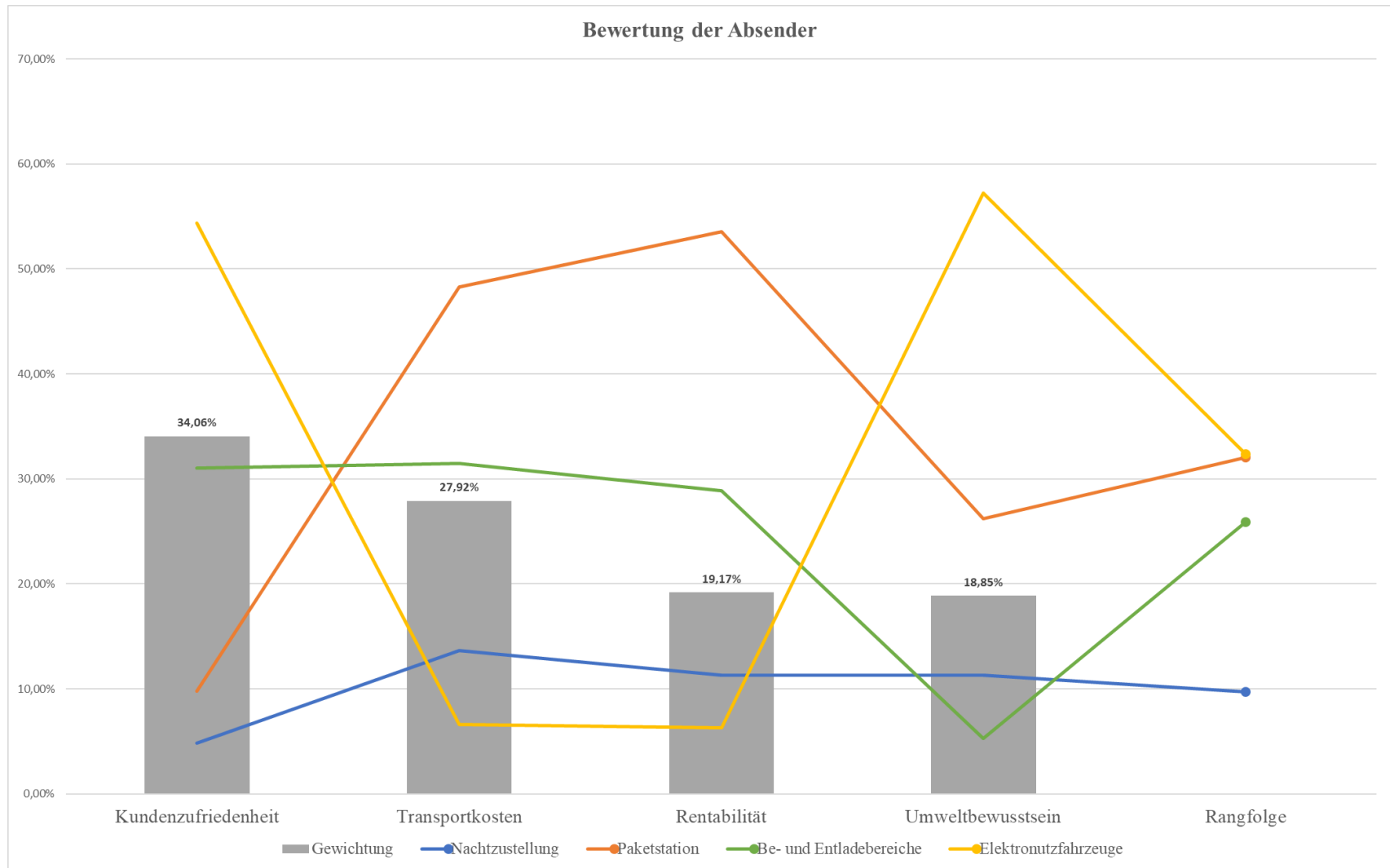


Abbildung 7: Bewertung der Absender

### 5.3 Bewertung der Empfänger

Die Abbildung 8 zeigt die Bewertung des Empfängers. Für das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ ist aus der Sicht des Empfängers das Elektronutzfahrzeug das geeignetste Szenario und die Be- und Entladebereiche das zweitbeste. Dies hat damit zu tun, dass die Empfänger einen gehobenen Service bevorzugen und die bestellten Waren vorzugsweise an ihre Wohnorte liefern lassen. Das Szenario der Paketstationen wurde für dieses Kriterium schlechter bewertet, da die Empfänger den Weg der letzten Meile selbst tätigen müssen und dies im Vergleich zur bequemen Hauslieferung nicht attraktiv erscheint. Hinzu kommt, dass speziell für die Einzelhändler die Hauszulieferung wichtig ist, da sie kein Personal haben, um die Waren abzuholen oder diese zu schwer für den Transport sind. Auch das Szenario der Nachtzustellung trifft daher auf allgemeinen Widerstand der Empfänger, weil ihre Serviceanforderungen für eine kundenorientierte Zustellung nicht erfüllt werden und sie höhere Kosten in Form von Personal oder Sicherheitsequipment erwarten, um die Waren entgegenzunehmen oder zu deponieren. Aus diesen Gründen wurde die Nachtzustellung als das unzureichendste Szenario aus der Sicht der Empfänger bewertet.

Für das Kriterium ‚Transportkosten‘ wurde das Be- und Entladeszenario als das geeignetste Szenario bewertet. Bei diesem ist davon auszugehen, dass die Empfänger keine Mehrkosten für den Transport zahlen müssen, da diese Verkehrsmaßnahme von der lokalen Behörde umgesetzt wird. Da die Empfänger bisher nicht bereit sind, für umweltfreundliche Lieferformen zu bezahlen und längere Servicezeiten zu akzeptieren, wurde das Szenario der Paketstationen an dieser Stelle besser bewertet als die Elektronutzfahrzeuge. Darüber hinaus bieten die Paketstationen die Gelegenheit, die Ware innerhalb ihres Tagesablaufs abzuholen, womit keine Mehrkosten entstehen. Aufgrund der hohen Investitionskosten für Elektronutzfahrzeuge wurde erwartet, dass die Transportkosten für Empfänger steigen werden, weil die Unternehmen ihre Investitionen finanzieren müssen, weshalb dieses Szenario niedriger bewertet wurde. Bei der Nachtbelieferung entstehen dem Empfänger außerhalb der Geschäftszeiten zusätzliche Kosten wie z. B. Personal- oder Sicherheitskosten, weshalb dieses Szenario als das ungünstigste bewertet wurde.

Obwohl der Empfänger eine allgemein negative Einstellung zur Nachtbelieferung vertritt, wurde dieses Szenario als das am besten geeignete für das Kriterium ‚Lebensqualität‘ gewählt, da es keine visuelle Beeinträchtigung in Form von Lieferfahrzeugen verursacht und für eine schönere Umgebung sorgt. Als zweites Szenario wurde die Paketstation gewählt. Aufgrund der verschiedenen

Standorte sind auch hier Lieferfahrzeuge notwendig, jedoch ist keine Einzelbelieferung aller Empfänger erforderlich, was zu einer Reduzierung des städtischen Güterverkehrs innerhalb der Städte führt. Die Szenarien der Elektronutzfahrzeuge sowie der Be- und Entladebereiche erreichen die letzten Plätze, da sie keinen Beitrag zur optischen Reduzierung von Lieferfahrzeugen beitragen. Dabei erhalten Elektronutzfahrzeug einen Vorteil, da sie aufgrund ihrer begrenzten Nutzlast häufig kompakter sind als konventionelle Lieferfahrzeuge und so die Umgebung weniger beeinträchtigen.

In Bezug auf das Kriterium ‚Umweltbewusstsein‘ wurde das Szenario Elektronutzfahrzeuge als das geeignetste gewählt, da Elektronutzfahrzeuge für die operative Belieferung von Waren emissionsfrei betrieben werden. Die Nachtbelieferung wurde als zweites Szenario gewählt, weil sie den Vorteil eines im Vergleich zur Tageszustellung weitgehend freien Straßennetzes bietet und gleichzeitig Kraftstoff und Emissionen spart. Das Szenario der Paketstationen spart in diesem Zusammenhang ebenfalls Kraftstoff und Emissionen, indem keine Einzelbelieferungen durchgeführt werden müssen, weshalb sie als drittplatziertes Szenario bewertet wurde. Als letztes Szenario wurden die Be- und Entladebereiche gewählt, da sie keinen Mehrwert im Hinblick auf das Umweltbewusstsein bringen.

Abschließend ist das Elektronutzfahrzeug für den Empfänger insgesamt das geeignetste Szenario. Im Anschluss erreicht das Be- und Entladeszenario den zweiten Platz. An dritter und vierter Stelle stehen die Szenarien der Paketstation und der Nachtbelieferung.

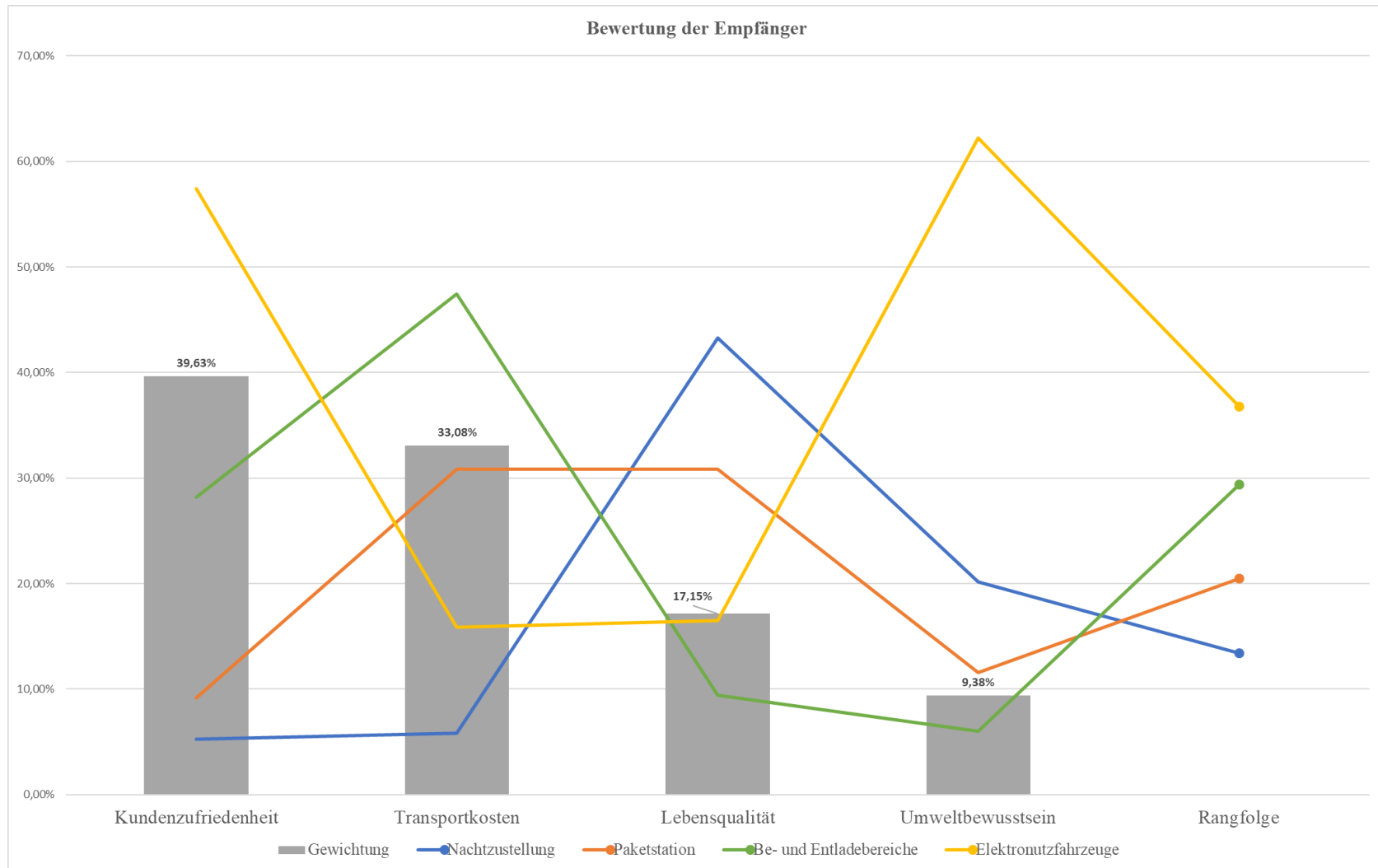


Abbildung 8: Bewertung der Empfänger

## 5.4 Bewertung der Logistikdienstleister

Abbildung 9 zeigt die Auswertung des Logistikdienstleisters, aus dessen Sicht das geeignetste Szenario für das Kriterium ‚Transportkosten‘ das Elektronutzfahrzeug ist. Dies ist dadurch begründet, dass die operativen Betriebskosten im Vergleich zu einem konventionellen Lieferfahrzeug mit Verbrennungsmotor relativ günstig sind. Zum einen wird das Elektronutzfahrzeug mit günstigerer Stromenergie als Kraftstoff angetrieben und zum anderen besitzt das Elektronutzfahrzeug eine geringere Anzahl an mechanisch verschleißbaren Komponenten und spart somit Wartungs- und Reparaturkosten. Den zweiten Platz belegt das Szenario der Paketstation, da es Risiko einer Nichtzustellung vermeidet und somit die Ablieferung aller Sendungen gewährleistet. Außerdem ist es bei diesem Szenario nicht nötig, die Waren individuell an jeden Empfänger auszuliefern. Durch die gebündelte Lieferung an mehrere Empfänger wird die Nutzung des Frachtraums verbessert und somit der Auslastungsgrad erhöht. Darüber reduziert das Szenario Reisezeit und Kilometerzahl und ermöglicht eine unabhängige Lieferung ohne die Festlegung auf Lieferzeitfenster, was sich kostensenkend auf den Transport auswirkt. Das Szenario der Nachtzustellung wurde besser bewertet als das Be- und Entladeszenario, da in der Nacht aufgrund des ruhigeren Verkehrs weniger Anfahr- und Haltevorgänge stattfinden und somit Reisezeit eingespart werden kann. Hinsichtlich des Be- und Entladeszenarios besteht keine relevante Bedeutung für eine Einsparung von Transportkosten, da die Logistikdienstleister nach wie vor die gleichen Wege fahren müssen und anstelle des Parkens in der zweiten Reihe nun ausgewiesene Be- und Entladebereiche vorhanden sind. Daher wurde dieses Szenario für das Kriterium ‚Transportkosten‘ als wenig bedeutsam bewertet.

Beim Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ steht das Szenario der Elektronutzfahrzeuge an erster Stelle und das Be- und Entladeszenario an zweiter Stelle. Aus der Sicht des Logistikdienstleisters ist die Kundenzufriedenheit ein bedeutendes Kriterium und in beiden Szenarien werden die Waren an Wunsch- oder Wohnort der Kunden geliefert. Durch die zunehmende Nachfrage der Kunden nach umweltfreundlichen Logistiklösungen wurde das Szenario der Elektronutzfahrzeuge besser bewertet als jenes der Be- und Entladebereiche. Das Szenario der Paketstationen wurde auf Platz drei platziert und besser bewertet als die Nachtzustellung, da die Kunden trotz eines gewachsenen Eigenanteils die Möglichkeit haben, ihre Ware beliebig abzuholen. Dies ist bei der Nachtzustellung ausgeschlossen, die daher einem kundenfreundlichen Serviceangebot widerspricht.

Bezüglich des Kriteriums ‚Rentabilität‘ ist aus Sicht der Logistikdienstleister die Paketstation das geeignetste Szenario. Dies resultiert aus der Tatsache, dass die Logistikdienstleister 7000 weitere Paketstationen in Deutschland bereitstellen wollen und dies nicht tun würden, wenn sich dieser Ausbau für die Geschäftstätigkeiten nicht lohnen würde. Zudem reduziert eine hohe Auslastung der Paketstationen die Betriebskosten, was die Kosten des Ausbaus der Paketstationen decken würde. Das zweitplatzierte Szenario ist bei diesem Kriterium die Nachtbelieferung, da beim Logistikdienstleister bei Belieferung außerhalb der Geschäftszeiten durch verringerten Stadtverkehr von schnelleren Reisezeiten und einer erhöhten Produktivität ausgegangen wird. Die Be- und Entladebereiche stellen das drittplatzierte Szenario dar. Es wurde besser bewertet als die Elektronutfahrzeuge, da durch eine entfallende Platzsuche zum Be- und Entladen Kraftstoff und Zeit eingespart werden kann. Des Weiteren ist für dieses Szenario keine Investitionen seitens des Logistikdienstleisters nötig. Die Elektronutfahrzeuge wurden in Bezug auf dieses Kriterium als ungeeignet bewertet, da sie zum einen hohe Anschaffungskosten der Logistikdienstleister einfordern und zum anderen die Verfügbarkeit von geeigneten Elektronutfahrzeugen eingeschränkt ist.

Für die Kriterien ‚Umweltbewusstsein‘ und ‚Ressourcenverbrauch‘ wurde das Elektronutfahrzeug als das geeignetste Szenario gewählt. Durch den elektrifizierten Antrieb leisten sie im Vergleich zu allen anderen Szenarien im Einsatz den höchsten Beitrag zur Senkung von Umweltbelastungen. Des Weiteren sind Elektronutfahrzeuge unabhängig von Dieselmotoren. Die Paketstation ist bei diesen Kriterien das zweitbedeutendste Szenario, da die Logistikdienstleister durch zusammengefasste Lieferungen mehrere Empfänger gleichzeitig bedienen können und somit einen umweltfreundlichen Beitrag durch Kraftstoff- und Schadstoffeinsparungen leisten. Das Szenario der Nachtbelieferung wurde besser bewertet als das Be- und Entladeszenario, da in Bezug auf beide Kriterien davon ausgegangen wurde, dass bei Ersterem innerhalb der nächtlichen Touren durch verringerten Verkehr und reduzierte Anfahr- und Haltevorgänge Schadstoff- sowie Ressourceneinsparungen resultieren. Das Be- und Entladeszenario wurde somit bei beiden Kriterien als das unbedeutendste Szenario gewählt, da es keine bedeutenden Vorteile im Vergleich zu den anderen Szenarien bietet.

Für das Kriterium ‚Mobilität‘ wurde die Nachtbelieferung priorisiert, da die Liefertouren aus der Sicht der Logistikdienstleister in verkehrsberuhigten Zeiten am besten ausgeführt werden können,

da keine Verkehrsbehinderungen bestehen. Das zweitplatzierte Szenario stellen die Be- und Entladebereiche dar. Sie ermöglichen auch bei Tageslieferungen ein geeignetes Be- und Entladen der Güter und ersparen das Suchen eines geeigneten Haltebereichs oder das Parken in zweiter Reihe. Die Paketstationen wurden besser bewertet als die Elektronutzfahrzeuge, weil sie dem Logistikdienstleister die individuelle Einzellieferung ersparen. Die Elektronutzfahrzeuge wurden hier als unbedeutend bewertet, da sie zum einen eine individuelle Tageslieferung voraussetzen und zum anderen kürzere Reichweiten erzielen, was ein Mobilitätsproblem darstellt.

Schließlich ist aus Sicht der Logistikdienstleister insgesamt der Einsatz von Elektronutzfahrzeugen das bedeutendste und die Verwendung von Paketstationen das zweitbedeutendste Szenario. Das Szenario der Nachtbelieferung und der Be- und Entladebereiche bilden den dritten und letzten Platz in der Rangfolge.



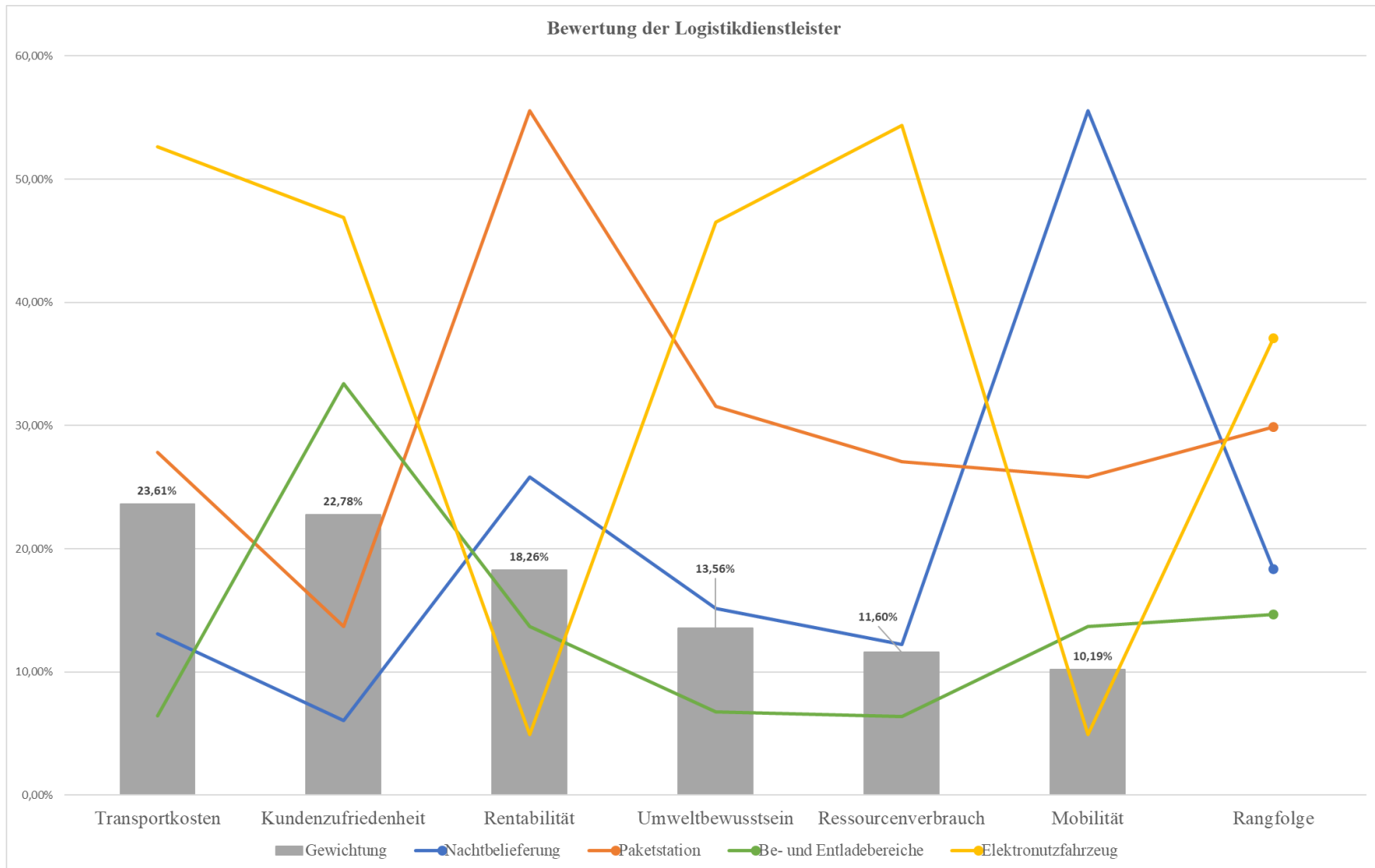


Abbildung 9: Bewertung der Logistikdienstleister

## 5.5 Bewertung der Bürger

Die Abbildung 10 zeigt die Bewertung der Bürger, aus deren Sicht die Nachtbelieferung für das Kriterium ‚Sicherheit‘, das bedeutsamste Szenario darstellt, da diese die Interaktion zwischen ungeschützten Verkehrsteilnehmern und Lastkraftwagen verringert und sich somit positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken würde. Als zweitplatziertes Szenario wurde die Paketstation gewählt, da sie auf die individuelle Belieferung von Gütern verzichtet und somit die Reduzierung des Verkehrs begünstigt. Das Be- und Entladeszenario wurde bedeutender bewertet als das Szenario der Elektronutfahrzeuge, da es für die Warenverteilung in der Stadt ausgewiesene Flächen zum Be- und Entladen bietet und damit einen positiven Beitrag zur Verkehrssicherheit leistet. Hinsichtlich der Elektronutfahrzeuge konnte aus Sicht der Bürger keine Verbesserung der Verkehrssicherheit festgestellt werden, weshalb diese hier als das ungeeignetste Szenario erachtet wurden.

Hingegen wurde für das Kriterium ‚Emissionen‘ das Elektronutfahrzeug als das geeignetste Szenario betrachtet, da der Einsatz von Elektronutfahrzeugen die Luftqualität verbessern kann. Als zweitwichtigstes Szenario wurde in diesem Zusammenhang die Nachtbelieferung gewählt, da die Lieferfahrzeuge durch die Vermeidung von Anfahrts- und Haltevorgängen einen reduzierten Kraftstoffverbrauch und folgernd einen geringeren Schadstoffausstoß erreichen. Darüber hinaus ist die Aufmerksamkeit der Bürger für die Emissionen bei Nacht weniger ausgeprägt als bei Tag. Das Szenario der Paketstationen wurde an dritte Stelle gewählt, weil durch deren Verwendung weniger Schadstoffe als bei Einzelzustellungen erzeugt werden. Die Be- und Entladebereiche wurden als das unbedeutendste Szenario bewertet, da sie im Vergleich zu den anderen Szenarien keinen positiven Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffemissionen von Lieferfahrzeugen leisten.

Bezüglich des Kriteriums ‚Lärm‘ wurde auch hier das Elektronutfahrzeug als das geeignetste Szenario gewählt, da Elektronutfahrzeuge im Vergleich zu konventionellen Lieferfahrzeugen mit Verbrennungsmotor relativ leise sind. Wie auch in vorherigen Begründungen wurde die Paketstation besser als die Be- und Entladebereiche bewertet, da Erstere zur Vermeidung von individuellen Zustellungen führt und somit weniger Lärmbelastung verursacht. Aufgrund dessen wurde die Paketstation als zweitbedeutendste und die Be- und Entladebereiche als drittbedeutendste Szenario bewertet. Die Nachtbelieferung wurde als das ungeeignetste Szenario

gewählt, da davon ausgegangen wird, dass der maximale Nachtschallpegel von 40 Dezibel für Verladungsvorgänge schwierig einzuhalten ist.

Für die Kriterien ‚Mobilität‘ und ‚Lebensqualität‘ hat sich die Nachtbelieferung als das beste Szenario etabliert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nachtzustellung den Bürgern Mobilitätsvorteile bietet, und dass sie die Anwesenheit von Lieferfahrzeugen reduziert, die sich damit weniger störend auf das Lebensumfeld auswirken. Ähnlich verhält es sich mit den Paketstationen. Durch den Bündelungseffekt von Waren werden aus Sicht der Bürger Mobilitätsvorteile erreicht und visuelle Belästigungen durch Lieferfahrzeuge reduziert, weshalb die Paketstation die zweite Platzierung erhält. Die Be- und Entladebereiche wurden für beide Kriterien an dritter Stelle platziert, weil sie im Vergleich zu den anderen Szenarien die Anwesenheit der Lieferfahrzeuge nicht reduziert und somit keine Verkehrsentlastung erzielt oder ein attraktiveres Lebensumfeld begünstigt. Bezüglich des Kriteriums ‚Lebensqualität‘ wurde davon ausgegangen, dass Be- und Entladebereiche im Vergleich zu Elektronutzfahrzeugen wenigstens ausgewiesene Bereiche für Be- und Entladetätigkeiten zur Verfügung stellen und Nutzfahrzeuge somit weniger störend auffällig sind. Das Elektronutzfahrzeug bietet keine wesentlichen Verbesserungen für die Kriterien ‚Mobilität‘ und ‚Lebensqualität‘, da dieses Szenario nicht zur Reduzierung des Güterverkehrs beiträgt. Somit wurde dieses als das schwächste Szenario bewertet.

Insgesamt wurde die Nachtbelieferung als geeignetste Szenario für die Bürger gewählt. An zweiter Stelle steht das Szenario der Elektronutzfahrzeuge und an dritter und vierter Stelle stehen die Paketstation sowie die Be- und Entladebereiche.

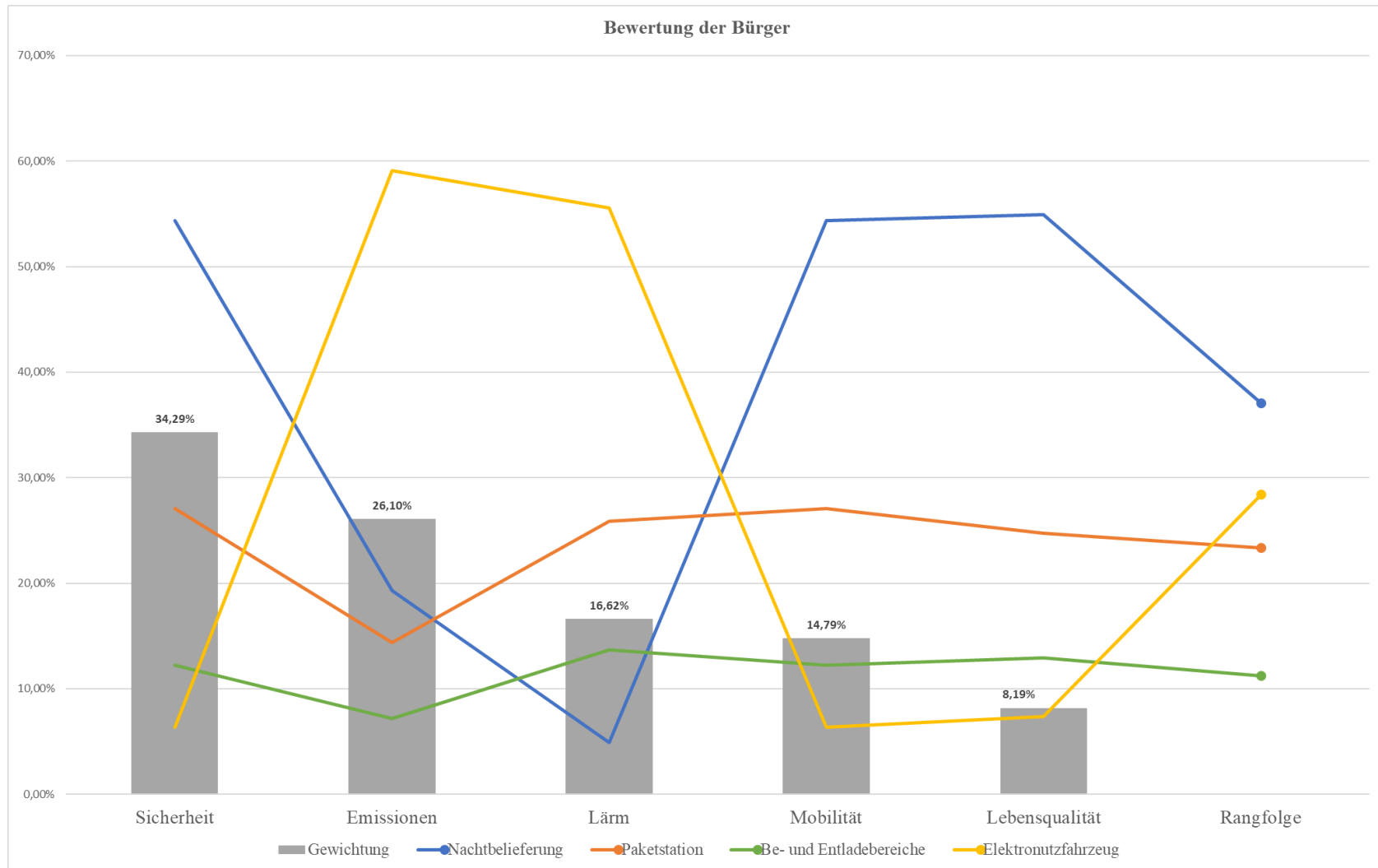


Abbildung 10: Bewertung der Bürger

## 5.6 Bewertung der lokalen Behörde

Abbildung 11 zeigt die Auswertung der lokalen Behörde, aus deren Sicht die Paketstation als Szenario für das Kriterium ‚Lebensqualität‘ priorisiert wurde, da sie die geringsten Auswirkungen auf das Lebensumfeld der Bewohner und die Besucher der Stadt ausübt. Die Tatsache, dass die Zustellung nur an zentralen Standorten von Paketstationen erfolgt und die Empfänger die letzte Meile selbst überwinden müssen, stellt sicher, dass keine Lieferfahrzeuge die Erholungsgebiete durchqueren. Den zweiten Platz belegen die Elektronutzfahrzeuge, die zur Versorgung der Anwohner zwar in die Erholungsgebiete fahren müssen, aber aufgrund ihrer geringeren Emissionen positiver wahrgenommen werden als herkömmliche Lieferfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Folglich wird das Be- und Entladeszenario an dritter Stelle platziert, da dieses weiterhin Raum beansprucht, um die notwendigen Be- und Entladebereiche zu realisieren. Obwohl die Nachtbelieferung bedeuten würde, dass sich der städtische Güterverkehr zu Tageszeiten verringert, besteht die Gefahr, die Anwohner durch das nächtliche Verladen von Gütern einem Gesundheitsrisiko durch Lärmbelästigung auszusetzen. Dies versuchen die lokalen Behörden grundsätzlich zu vermeiden, weshalb das Szenario der Nachtbelieferung den letzten Platz belegt.

Für die Kriterien ‚Sicherheit‘ und ‚Mobilität‘ hingegen gilt die Nachtbelieferung als das optimale Szenario, da sich die höhere Laufleistung von Güterkraftfahrzeugen und das verminderte Unfallpotenzial positiv auf die Verkehrssicherheit und die Mobilität auswirken würde. Der zweite Platz für beide Kriterien ging an die Paketstation, weil die gebündelten Lieferungen die Anwesenheit von Lieferfahrzeugen im Stadtverkehr reduzieren und sich damit positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken würden sowie weniger Verkehrsstörungen für alle Verkehrsteilnehmer entstünden. Die Szenarien der Be- und Entladebereiche und des Elektronutzfahrzeugs wurden für beide Kriterien an dritte und vierte Stelle gesetzt, da diese durch Einzelzustellung ein hohes Fahrzeugaufkommen im Straßenverkehr aufweisen. Die Be- und Entladebereiche belegen den dritten Platz, da sie im Vergleich zum Elektronutzfahrzeug den Verkehrsfluss etwas verbessern und weniger Unfälle durch unsachgemäßes Parken provozieren. Bei der Betrachtung des Szenarios mit den Elektronutzfahrzeugen wurden für beide Kriterien keine signifikanten Vorteile gegenüber dem Status quo festgestellt, weshalb hier der vierte Platz belegt wurde.

Für das Kriterium ‚Geschäftsklima‘ wurden die Be- und Entladestellen priorisiert, da die lokale Behörde diese realisiert und sie kurzfristig umsetzbar sind. Darüber hinaus reagieren die relevanten

Akteure positiv auf diese Art von Initiativen, da die Ergebnisse unmittelbar ersichtlich sind. Den zweiten Rang belegte das Elektronutzfahrzeug, da die lokale Behörde der Auffassung ist, dass Elektromobilität zur Verbesserung der Gesamteffizienz von Fahrzeugen beitragen kann, unter anderem wegen der höheren Lebenserwartung der Fahrzeuge. Die lokale Behörde könnte die Ladeinfrastruktur für Elektronutzfahrzeuge verbessern, um so einen positiven Beitrag zum Geschäftsklima zu leisten. Die Paketstation erreichten den dritten Rang. Die lokale Behörde könnte den Betreibern die Umsetzungsphase für den Ausbau ihres Paketstationsnetzwerks innerhalb der Stadt in Bezug auf die Genehmigungen bei Standortwahlen erleichtern und beschleunigen. Dies würde voraussichtlich positiv zur wirtschaftlichen Situation der Betreiber beitragen. Die Nachtbelieferung wurde zuletzt platziert, weil die lokale Behörde aus Gründen der Lärmbelästigung und der damit verbundenen Gesundheitsrisiken für die Anwohner wahrscheinlich keine Genehmigung für die Nachtbelieferung erteilen kann und diese somit keinen positiven Beitrag zum Geschäftsklima leistet.

Hinsichtlich des Kriteriums ‚Aufwendungen‘ wurde das Elektronutzfahrzeug als das bedeutendste Szenario betrachtet, da für die lokale Behörde keinerlei Kosten entstehen, da die Elektronutzfahrzeuge von privaten Akteuren bereitgestellt und bewirtschaftet werden. Die Paketstation wurde als das zweitteigetesten Szenario betrachtet, da es zwar keine Investition seitens der lokalen Behörde verlangt, jedoch Aufwendungen durch Prüfungs- und Genehmigungsverfahren für den Bau an öffentlichen Standorten wie beispielsweise Bahnhöfen entstehen. Der dritte Rang wurde an die Nachtbelieferung vergeben, da der Aufwand für das Genehmigungsverfahren umfangreich und die Rücksprache mit vielen Akteuren nötig ist. Der letzte Rang wurde an die Be- und Entladebereiche vergeben. Diese werden komplett von der lokalen Behörde umgesetzt und ausgeführt, was Aufwendungen in Form von Überwachung und Kontrolle mit sich bringt und damit im Vergleich zu den anderen Szenarien Kosten für die lokale Behörde verursacht.

Insgesamt wurden die Paketstationen als das beste Szenario für die lokale Behörde gewählt. Das Szenario der Nachtbelieferung steht an zweiter Stelle. Die Elektronutzfahrzeuge folgen knapp darauf, was das Be- und Entladeszenario als das ungünstigste Szenario übrig lässt.

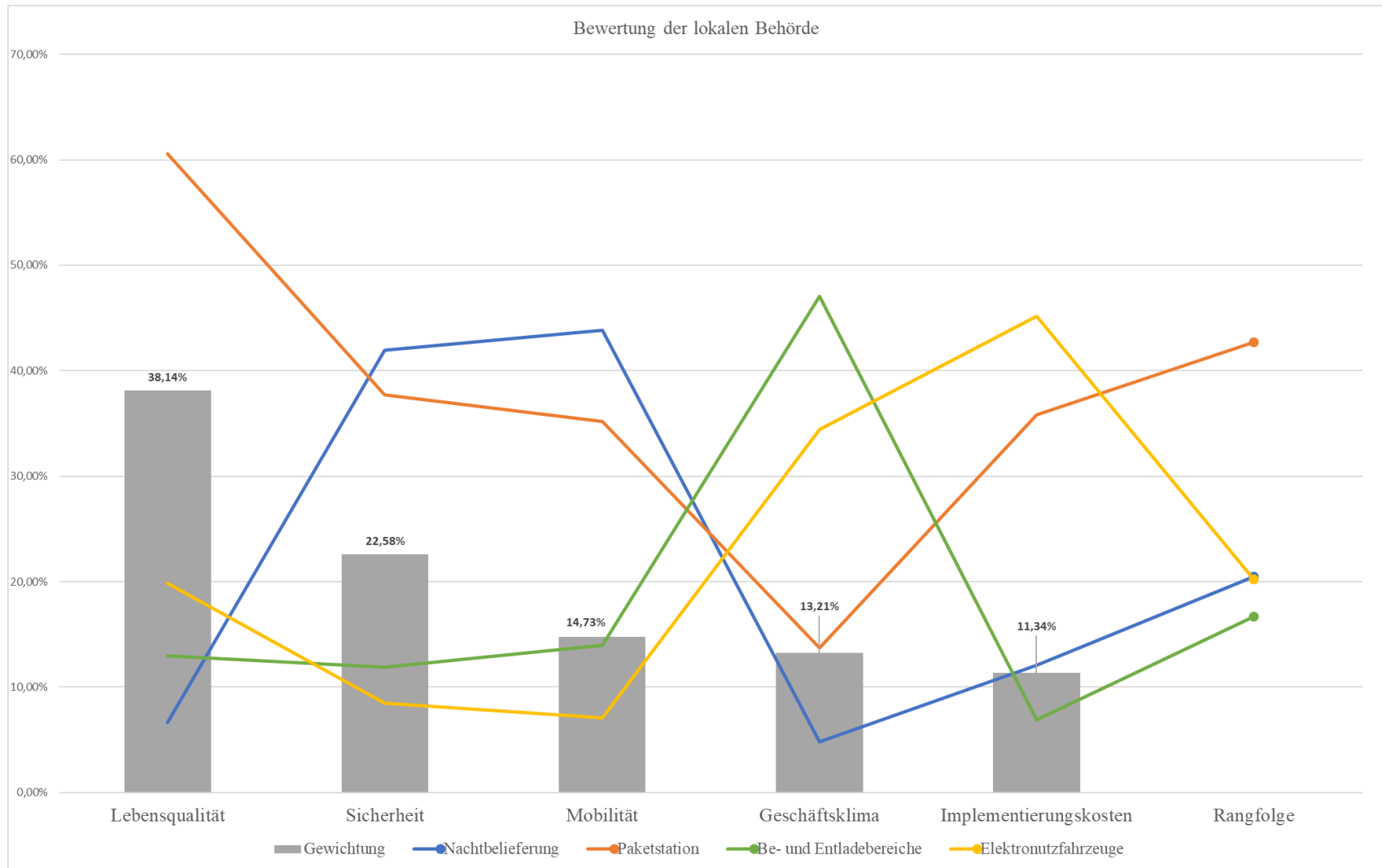


Abbildung 11: Bewertung der lokalen Behörde

## 5.7 Vorstellung der Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird auf der Grundlage der vorangegangenen Bewertung eine Empfehlung für ein geeignetes Szenario gegeben. Hierzu wurde basierend auf den Bewertungen sowie computer-gestützten Berechnungen ein Diagramm erstellt, das die Priorität der Szenarien widerspiegelt (vgl. Abbildung 12). In diesem Diagramm sind die Akteure durch vertikale Balken dargestellt, deren Werte die Bewertung der entsprechenden Initiativen (Szenarien) horizontal widerspiegeln. Die Werte der Balken beziehen sich auf die einzelnen Rangfolgen der Akteure. Die Werte auf der vertikalen Achse mit den auf der horizontalen Achse dargestellten Initiativen zeigen, inwieweit die Initiative zu den Zielen und Interessen dieser Akteure beiträgt. Durch die Berechnung des Mittelwerts aller individuellen Rangfolgen der Akteure zeigt die grüne Mittelwertlinie an, welche Initiative im Durchschnitt bevorzugt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass der siebte Schritt aus der MAMCA-Methodik im Abschnitt 3.2 in dieser Arbeit nicht abschließend behandelt werden kann, da eine umfassende Lösung in Bezug auf die Minderungs- und Einsatzstrategie zu weit führen würde und an dieser Stelle eine Handlungsempfehlung gegeben werden soll.

Aus der Darstellung der Priorisierung lässt sich schließen, dass anhand des Mittelwerts das geeignetste Szenario das Elektronutfahrzeug (0,31) ist. Dies hat den Hintergrund, dass die Beiträge der Akteursgruppen der Absender (0,32), der Empfänger (0,37) und der Logistikdienstleister (0,37) die höchsten Gewichtungen aufweisen. Die Kriterien ‚Kundenzufriedenheit‘ und ‚Transportkosten‘ weisen für diese Akteure die höchste Bedeutung auf und stellen somit ihre wichtigsten Interessen dar. Allerdings bewerteten Absender und Empfänger dieses Szenario im Kriterium ‚Transportkosten‘ schlechter als die anderen, da sie aufgrund der hohen Investitionskosten von Elektronutfahrzeugen von höheren Transportkosten ausgingen. Dennoch favorisierten alle drei Akteure den Einsatz von Elektronutfahrzeugen zum Beispiel bei den Kriterien ‚Kundenzufriedenheit‘ oder ‚Umweltbewusstsein‘, weshalb dieses Szenario bei diesen Akteuren überdurchschnittlich beliebt ist. Speziell für den Logistikdienstleister eignet sich das Elektronutfahrzeug im Kriterium ‚Transportkosten‘ und ‚Ressourcenverbrauch‘, da die günstigen Transport- und Energiekosten nach Anschaffung des Elektronutfahrzeug die positive Bewertung begünstigen. Daraus lässt sich schließen, dass für diese Akteure das Szenario des Elektronutfahrzeugs am ehesten ihre Interessen und Ziele berücksichtigt, da sich die Balken dieser drei Akteure auf einem ähnlich hohen Niveau treffen. Aufgrund der relativ leisen und emissionsfreien



Fortbewegung des Elektronutzfahrzeugs wurde es von den Bürgern (0,28) als das geeignetste Szenario für die Kriterien ‚Emissionen‘ und ‚Lärm‘ angesehen. Die lokale Behörde (0,20) vertrat die Ansicht, dass sich das Szenario am besten auf das Kriterium ‚Aufwendungen‘ auswirkt, da die Umstellung von privaten Unternehmen durchgeführt und umgesetzt wird. ‚Sicherheit‘ und ‚Emissionen‘ für die Bürger und ‚Lebensqualität‘ und ‚Sicherheit‘ für die lokalen Behörden heben die wesentlichen Kriterien mit den höchsten Gewichtungen hervor. Folglich wurde dieses Szenario bei den Bürgern und den lokalen Behörden in dem Kriterium ‚Sicherheit‘ als potenzielle Unfallgefahr betrachtet, da es im Vergleich zu den anderen Szenarien keine Verbesserung der Verkehrssicherheit bietet und daher bei beiden Akteuren als letztes platziert wurde. Darüber hinaus konnte das Elektronutzfahrzeug speziell für die Bürger und die lokale Behörde nicht bei den Kriterien ‚Mobilität‘ und ‚Lebensqualität‘ überzeugen, da das Szenario der Elektronutzfahrzeuge ein weiterhin hohes Verkehrsaufkommen von Lieferfahrzeugen erfordert, was als störend empfunden wird.

Das Szenario der Paketstation (0,3) wurde im Durchschnitt auf Platz zwei eingestuft. Dabei wurde sie von der lokalen Behörde (0,43) äußerst positiv bewertet, was durch das Kriterium ‚Lebensqualität‘ begründet wird. Die Behörde vertrat die Meinung, dass die Paketstation einen positiven Beitrag im Hinblick auf ein attraktives Wohnumfeld mit hoher Erholungs- und Aufenthaltsqualität leisten würde. Durch den Verzicht auf Einzellieferungen und die damit verbundene Reduzierung der potenziellen Verkehrsgefährdung durch Unfälle wurde dieses Szenario auch im Kriterium ‚Sicherheit‘ besser bewertet als die meisten anderen. Auch bei den Akteuren Absender (0,32) und Logistikdienstleister (0,30) belegt die Paketstation einen guten Platz. Während die Paketstation aufgrund des bedeutenden Kriteriums ‚Kundenzufriedenheit‘ bei den Akteuren nicht überzeugend abschneidet, weil der Kunde die letzte Meile selber überwinden muss, konnte sie in Bezug auf die Kriterien ‚Transportkosten‘ und ‚Rentabilität‘ die Interessen der Akteure gut befriedigen, was bei beiden Akteuren zu einer Zweitplatzierung führte. In Bezug auf das bedeutende Kriterium ‚Sicherheit‘, aber auch auf die Kriterien ‚Lärm‘, ‚Mobilität‘ und ‚Lebensqualität‘ konnte die Paketstation die Ziele und Interessen der Bürger (0,23) fördern. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass dieses Szenario zur Lärm- und Stauvermeidung sowie zu einer höheren Aufenthaltsqualität beiträgt. Für die Empfänger (0,20) wurde die Paketstation als weniger geeignet betrachtet, weil vor allem das bedeutungsstärkste Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ und

das damit korrelierende Serviceangebot für die Empfänger nicht ausreichend erfüllt wurde, da die Kunden die letzte Meile selbst überwinden müssen. Obwohl in den Kriterien ‚Transportkosten‘ und ‚Lebensqualität‘ bessere Ergebnisse erzielt wurden, konnte die Paketstation die Interessen und Ziele der Empfänger nur eingeschränkt erfüllen.

Nur die Bürger (0,37) hielten die Nachtbelieferung für das am ehesten geeignete Szenario. Der Grund dafür ist, dass das Szenario durch die Verlagerung des Güterverkehrs in die Nacht die erste Wahl für die Kriterien ‚Sicherheit‘, ‚Mobilität‘ und ‚Lebensqualität‘ darstellt, da es die Verkehrssicherheit, die Mobilität und den Erholungsraum begünstigt. In Bezug auf das Kriterium ‚Lärm‘ wurde es jedoch als das unangemessenste Szenario erachtet. Dieses Szenarios entspricht also den meisten Kriterien der Bürger und somit deren Zielen und Interessen. Die lokale Behörde (0,20) nimmt bei diesem Szenario gegenüber den anderen Akteuren eine besondere Rolle ein, da sie das Verwaltungsorgan einer Stadt bildet und darauf abzielt, das allgemeine soziokulturelle Wohlbefinden zu verbessern, indem negative externe Effekte des Güterverkehrs vermieden werden. Auf dieser Grundlage bewertete sie die Nachtbelieferung als ungenügendes Szenario in den Kriterien ‚Lebensqualität‘ und ‚Geschäftsklima‘, da sie die Bevölkerung nicht durch Verladevorgänge gesundheitlichen Risiken durch Lärm aussetzen möchte. Hingegen stellt die Nachtbelieferung bezüglich der Kriterien ‚Sicherheit‘ und ‚Mobilität‘ das geeignetste Szenario dar, weil es sich durch die partielle Verlagerung des städtischen Güterverkehrs positiv auf die Verkehrssicherheit und die Mobilität auswirkt. Die Gesundheitsgefährdung der Anwohner durch Lärm bei Verladetätigkeiten spricht gegen das wesentliche Interesse der lokalen Behörde, weshalb dieses Szenario nicht als das optimale betrachtet wird. Für die Absender (0,1) und Empfänger (0,13) bildet die Nachtbelieferung insgesamt das ungeeignetste Szenario. Dabei wurde das Szenario durch beide Akteure besonders bezüglich der Kriterien ‚Kundenzufriedenheit‘ und ‚Transportkosten‘ als ungeeignet eingestuft. Für Absender und Empfänger entspricht die Nachtbelieferung nicht den Serviceanforderungen im Hinblick auf die ‚Kundenzufriedenheit‘. Andererseits ist die Nachtzustellung das einzige Szenario, das dem Kriterium ‚Lebensqualität‘ für den Empfänger am besten gerecht wird, da sie ein attraktiveres Einkaufsumfeld bietet, indem sie Lieferfahrzeuge auf unbelebte Nachtzeiten verlagert. Jedoch würde die Nachtbelieferung für beide Akteure zusätzliche Kosten verursachen, weshalb sie nicht den Zielen und Interessen dieser Akteure entspricht. Bezüglich der Kriterien ‚Mobilität‘ und ‚Rentabilität‘ ist für Logistikdienst-

leister (0,18) die Nachtzustellung gut geeignet, da der nächtliche Warentransport Verkehrsbehinderungen vermindert und so die Produktivität steigert. Demgegenüber ist die Nachtbelieferung im Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ als unbedeutend eingestuft worden, da sie dem Kunden keine weitere Wahl der Warenannahme bietet und dies im Widerspruch zu einem kundenfreundlichen Serviceangebot steht, weshalb die Nachbelieferung nur partiell den Interessen und Zielen der Logistikdienstleister entspricht.

Für die Empfänger (0,29) und Absender (0,26) sind die Be- und Entladebereiche hinsichtlich der Kriterien ‚Kundenzufriedenheit‘ und ‚Transportkosten‘ ein geeignetes Szenario, da einerseits die benötigten Waren bequem an die gewünschte Adresse geliefert werden und andererseits keine zusätzlichen Kosten entstehen, da die lokale Behörde für die Umsetzung und die Durchführung verantwortlich ist. Im Gegensatz dazu wird das Szenario für beide Akteure im Kriterium ‚Umweltbewusstsein‘ als ungeeignet erachtet, da es im Vergleich zu den anderen Szenarien keine umweltfreundlichen Vorzüge bietet. Darüber hinaus hält der Empfänger das Szenario im Kriterium ‚Lebensqualität‘ für ebenso ungeeignet, da die ‚Lieferfahrzeuge‘ das Einkaufsumfeld negativ beeinflussen. Somit werden mit diesem Szenario die Interessen und Ziele dieser Akteure nur teilweise gedeckt. Für den Logistikdienstleister (0,15) sind die Be- und Entladebereiche für die Kriterien ‚Transportkosten‘, ‚Umweltbewusstsein‘ und ‚Ressourcenverbrauch‘ im Vergleich zu den anderen Szenarien das ungeeignetste, da keine Kosten- bzw. Kraftstoffeinsparungen und auch keine Beiträge zur Umwelt erzielt werden können. Für diesen Akteur ergeben sich in Bezug auf seine Interessen und Ziele bis auf das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ keine weiteren Vorteile, weshalb Be- und Entladebereiche als das für ihn ungeeignetste Szenario eingestuft wurde. Für die Bürger (0,11) und die lokale Behörde (0,17) sind die Be- und Entladebereiche das unangemessenste Szenario, obwohl sie für die lokale Behörde einen positiven Beitrag zur Erfüllung des Kriteriums ‚Geschäftsklima‘ leisten. Die schlechte Bewertung ist vor allem darauf zurückzuführen, dass das Szenario im Kriterium ‚Sicherheit‘ von beiden Akteuren als ungeeignet erachtet wurde, da es ein weiterhin hohes Aufkommen von Lieferfahrzeugen in der Stadt voraussetzt und damit das Risiko von Verkehrsunfällen nicht senkt. Darüber hinaus wurde das Szenario insbesondere von den Bürgern bezüglich des Kriteriums ‚Emissionen‘ und von den lokalen Behörden bezüglich ‚Lebensqualität‘ als unbefriedigend eingestuft. Hier trägt es weder zur Verringerung der Schadstoffemissionen bei, noch begünstigt es ein attraktives Umfeld für die städtische Bevölkerung.

Dieses Szenario ist daher für die Interessen und die Ziele beider Akteure unzureichend. Im Durchschnitt aller Akteure wurden Nachtbelieferung (0,2) sowie Be- und Entladebereiche (0,2) als gleichwertige Szenarien betrachtet.

Insgesamt schneidet das Elektronutzfahrzeug am besten ab und vereint die größtmögliche Übereinstimmung der Interessen aller Akteure und geht daher als Empfehlung aus dieser wissenschaftlichen Arbeit hervor. Allerdings ist hinzuzufügen, dass das Szenario der Erweiterung der Paketstation im Durchschnitt einen ähnlich hohen Wert erreicht hat. Jedoch haben die Akteure im Vergleich zum Elektronutzfahrzeug heterogener beurteilt, daher muss versucht werden, Interessenkonflikte bezüglich der Kriterien ‚Kundenzufriedenheit‘, ‚Emissionen‘ und ‚Geschäftsklima‘ auszugleichen. Die Nachtbelieferung und die Be- und Entladebereiche erfordern vor einer Umsetzung als städtische Güterverkehrslogistiklösung eine umfassende Analyse der relevanten Akteure, da ein Konsens aufgrund mehrerer Interessenkonflikte innerhalb der Kriterien komplexer zu realisieren ist. Daher werden diese Szenarien in dieser Arbeit als weniger empfehlenswert erachtet.

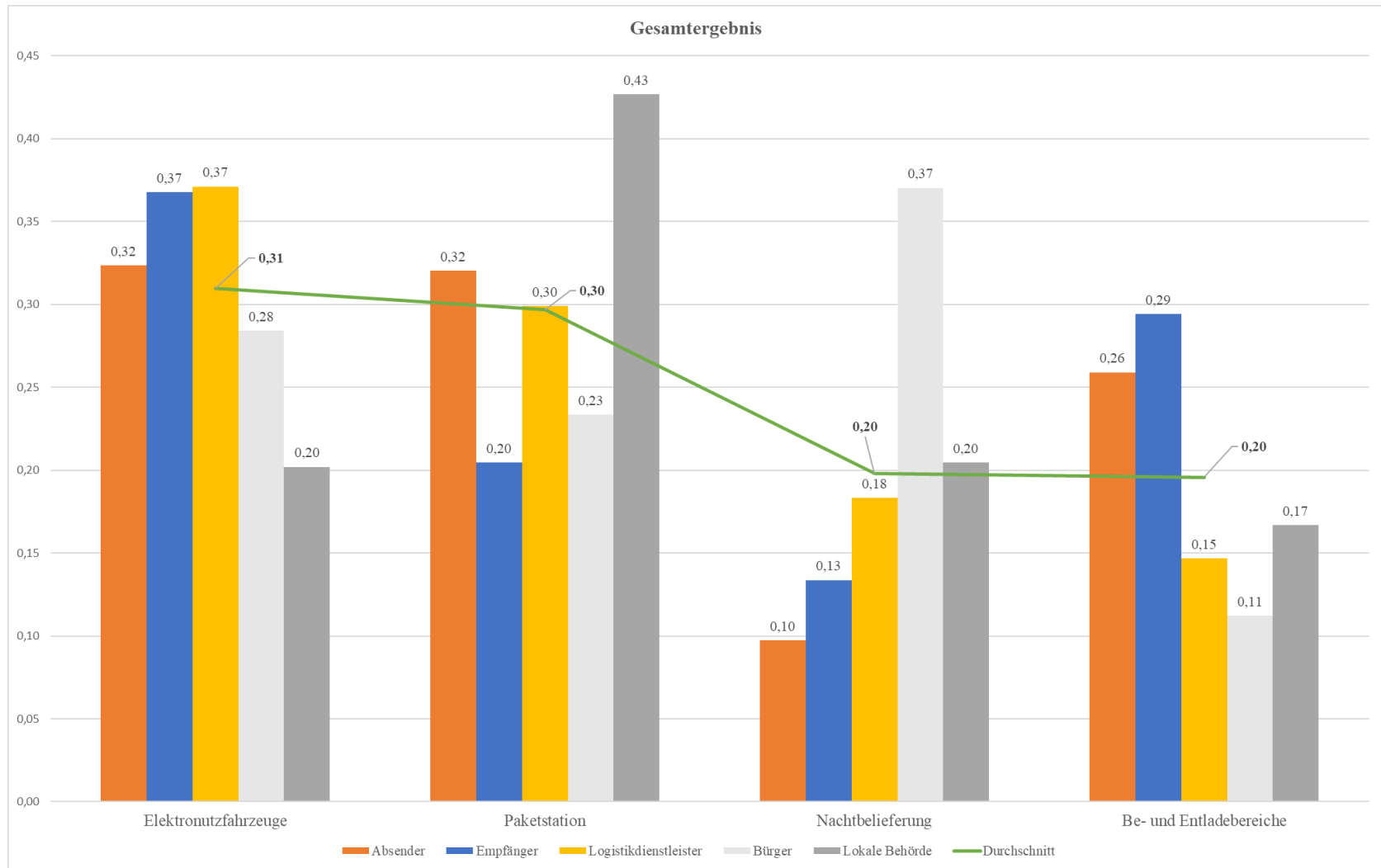


Abbildung 12: Gesamtergebnis

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Urbanisierung dominiert die räumliche Verteilung der Weltbevölkerung. Die dadurch stetig steigenden Einwohnerzahlen stellen die Städte wiederholt vor neue Herausforderungen, um die Güterversorgung ihrer Anwohner zu gewährleisten. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurden in dieser Arbeit vier städtische Initiativen vorgestellt, die sich in verschiedene Klassen und Kategorien einordnen lassen. Diese Initiativen dienen zur Bewertung im entwickelten Bewertungsrahmen. Für eine Verbesserung der Güterversorgung und eine effektivere Minderung der negativen Auswirkungen des städtischen Güterverkehrs ist eine Teilnahme aller beteiligten Akteure zur Entscheidungsfindung bezüglich entsprechender Initiativen erforderlich. Dementsprechend sind fünf wesentliche Akteure identifiziert worden, deren unterschiedliche Ziele und Interessen im Rahmen der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden sollten.

Ausgehend von der Darstellung der grundlegenden Erkenntnisse über den städtischen Güterverkehr wurde eine Methodik zur Bewertung städtischer Initiativen beschrieben. Diese Methodik (MAMCA) ist eine multikriterielle Entscheidungsanalyse und kann genutzt werden, um die Wahl zwischen mehreren verfügbaren Initiativen zu unterstützen. Aufgrund der Tatsache, dass nicht immer ein Konsens aller Akteure im Hinblick auf deren Interessen und Ziele zu finden ist, verfolgt die MAMCA-Methodik einen Multi-Actor-Ansatz. Nach diesem werden für jeden Akteur eigene Kriterien entwickelt, die bei der Wahl einer Handlungsalternative als Bewertungsmaßstab herangezogen werden. Die Methodik umfasst insgesamt sieben Schritte, an deren Ende die Ergebnisse der MAMCA als Grundlage für politische Empfehlungen einer entscheidenden Instanz dienen können.

Für die Entwicklung eines Bewertungsrahmens wurde ein Kriterienkatalog für die identifizierten Akteure entwickelt. Dieser basiert auf den Interessen und Zielen der formal vorhandenen Akteure einer Stadt und kann den bestehenden Akteuren individuell zugeordnet werden. Um die Auswirkungen der Realisierung der Initiativen bezüglich der Kriterien zu messen, wurden Indikatoren vorgestellt. Darüber hinaus wurde ein Fragebogen angefertigt, mit dem die Akteure ihre individuellen Präferenzen hinsichtlich ihrer Kriterien äußern können. Um repräsentative Bedeutungen für die Kriterien zu erhalten, wurden in dieser Arbeit verschiedene Gewichtungen aus der Literatur verwendet. Diese Gewichtungen wurden für jedes Kriterium und jeden Akteur zusammengefasst und schließlich zu einer eigenen Gewichtung aggregiert. Dabei zeigte sich, dass sich bestimmte Kriterien als äußerst bedeutsam herausgestellt haben, da

sie einen großen Teil der Gesamtbedeutung in Bezug auf alle Kriterien besitzen. Die ‚Kundenzufriedenheit‘ und ‚Transportkosten‘ sind die bedeutsamsten Kriterien für die Absender, die Empfänger und die Logistikdienstleister. Bei den Bürgern haben sich die Kriterien ‚Sicherheit‘ und ‚Emissionen‘ als die relevantesten erwiesen, bei der lokalen Behörde ‚Lebensqualität‘ und ‚Sicherheit‘.

Im Ergebnis eignen sich der Bewertungsrahmen und die entsprechenden Gewichtungen für eine praktische Anwendung. In möglichen Szenarien innerhalb einer Musterstadt wurden die vier Initiativen vorgestellt und auf der Grundlage der fünf identifizierten Akteure und ihrer spezifischen Kriterien bewertet. Dabei zeigte sich durch Berechnung des Mittelwertes aller Rangfolgen der Akteure, dass das Szenario mit der Initiative der Elektronutzfahrzeuge bezüglich der Interessen aller Akteure am besten geeignet erscheint. Wie zu erwarten hatte das Szenario hinsichtlich der bedeutungsstärksten Kriterien wie der ‚Kundenzufriedenheit‘ bei dem Absender, dem Empfänger und speziell bei dem Logistikdienstleister mit dem dazugehörigen Kriterium ‚Transportkosten‘ gute Ergebnisse erhalten. Obwohl die Bürger und die lokale Behörde ablehnender urteilten, belegte das Elektronutzfahrzeugszenario bei beiden Akteuren den zweiten Platz. Auf diesen Erkenntnissen basierend konnte eine Handlungsempfehlung für das Szenario der Elektronutzfahrzeuge ausgesprochen werden. Dennoch sei erwähnt, dass das Szenario der Paketstation ein annähernd gutes Ergebnis hervorbrachte und außerordentlich positiv von der lokalen Behörde bewertet wurde.

Allerdings haben die beschriebenen Untersuchungen und Erkenntnisse auch Limitationen. Bei einem Vergleich des Grundlagenteils, der sich mit den Interessenvertretern und den Akteuren sowie den externen Effekten des städtischen Güterverkehrs befasst, kann festgestellt werden, dass bei der Entwicklung des Bewertungsrahmens mehr (Unter-)Kriterien offeriert wurden als schlussendlich im Bewertungsrahmen Verwendung fanden. Als Beispiel ist hier das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ zu nennen, das Unterkriterien wie ‚Pünktliche Lieferung und Abholung‘, ‚Schadensfreie Lieferungen‘ oder ‚Liefertransparenz‘ aufweist. Von deren Verwendung wurde abgesehen, da viele dieser Unterpunkte weitgehend unter die gewählten Kriterien subsumiert werden können und den Umfang des Bewertungsrahmens ansonsten erheblich erweitert hätten. Die gewählten Kriterien für den Bewertungsrahmen umfassen ein breites Spektrum, sind bis zu einem gewissen Punkt hin redundant sowie mehrdeutig und weisen fließende Grenzen untereinander auf. Damit ist gemeint, dass einige Kriterien der Akteure stellenweise unterschiedliche Fragestellungen aufweisen. Als Beispiel soll hier das Kriterium ‚Lebensqualität‘ dienen. Während sich Empfänger und Bürger damit auf ein

attraktives Einkaufsumfeld beziehen, steht das Kriterium für die lokale Behörde für ein ganzheitlich attraktives Lebensumfeld innerhalb der Stadt. Ein gemeinsamer Konsens über die Definition der Kriterien ist aufgrund der unterschiedlichen Perspektiven der Akteure komplex, weshalb ein ständiger Interpretationsspielraum der Kriterien unvermeidlich ist. Im Rahmen zukünftiger Forschungsprojekte könnten die Kriterien durch Abstimmung innerhalb der Akteure deutlicher abgegrenzt werden.

Bei der Wahl städtischer Initiativen wurden solche herangezogen, die bisher in der Praxis Verwendung gefunden haben. Allerdings war die Art der Betrachtung innerhalb der praktischen Anwendung der Initiativen schlicht. Um eine genaue Vorstellung davon zu bekommen, wie sich Szenarien auf die Kriterien auswirken und ein detaillierteres Ergebnis zu erhalten, sollten die Initiativen in genauer beschriebenen Szenarien mit mehr Informationen über den Einsatz und den Zweck, in denen auch das Umfeld, in dem die Initiative bewertet wird, festgelegt werden. Beispielsweise wären genaue Planungsstandorte für die Erweiterung von Paketstationen interessant gewesen, um beispielsweise für das Kriterium ‚Kundenzufriedenheit‘ konkretere Bewertungen im Hinblick auf die Distanzen zur Abholung der Ware zu treffen. Um ein weiteres Beispiel zu nennen, könnten Initiativen innerhalb der Szenarien kombiniert werden, wobei etwa im Rahmen des Nachtbelieferungsszenarios zusätzlich Elektromotofahrzeuge eingesetzt werden könnten. So wäre die schlechte Bewertung innerhalb der Kriterien ‚Lärm‘ und ‚Lebensqualität‘ bei der lokalen Behörde vermieden worden, was möglicherweise zu anderen Ergebnissen geführt hätte.

Generell hat sich die Bewertung der gewählten Initiativen unter Zuhilfenahme der Indikatoren als kompliziert herausgestellt. Die Literatur enthält nur vereinzelt Hinweise bezüglich der notwendigen Daten für Indikatoren, um zuverlässige Informationen für die Beurteilung der betrachteten Szenarien (Initiativen) zu erhalten. Um die Bewertungen und Ergebnisse zu verbessern und zuverlässige Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können, sind qualitativ hochwertige Daten erforderlich, die das gesamte städtische Güterspektrum abdecken und regelmäßig erhoben werden. Durch das Fehlen solcher Daten wurde in dieser Arbeit eine einseitige Bewertung der Szenarien unter Zuhilfenahme des entwickelten Bewertungsrahmens durchgeführt. Eine denkbare Alternative könnte eine empirische Untersuchung in einem selektierten Kreis der Befragten sein. Als Beispiel könnte eine Expertengruppe mit guten Marktkenntnissen einer einseitigen Bewertung entgegenwirken. Dies übersteigt allerdings den Umfang dieser Arbeit und lag somit nicht im Rahmen der realisierbaren Maßnahmen. Gegebenenfalls wäre dies in einem fortführenden Projekt zu untersuchen.



Unter diesen Gesichtspunkten ist die Tragweite der Ergebnisse dieser Arbeit bzw. des hier subjektiv erarbeiteten Rahmens zu werten und als Grundlage für weitere Forschungsprojekte zu betrachten.

## Literaturverzeichnis

- Ahlswede, A. (2018). Anteil der Verkehrsträger an den CO<sub>2</sub>-Emissionen. Zitiert nach Statista. Abgerufen 28. Oktober 2019, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317683/umfrage/verkehrstraeeger-anteil-co2-emissionen-fossile-brennstoffe/>
- Allen, J., Thorne, G., & Browne, M. (2007). *BESTUFS: Praxisleitfaden für den städtischen Güterverkehr*. Abgerufen 09. Dezember, 2019 von [http://www.bestufs.net/download/BESTUFS\\_II/good\\_practice/German\\_BESTUFS\\_Guide.pdf](http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/German_BESTUFS_Guide.pdf)
- Arndt, W.-H. (2015). Kommunale Probleme im Wirtschaftsverkehr. In W.-H. Arndt (Hrsg.), *Umweltverträglicher Wirtschaftsverkehr in Städten. Wer und was bringt's wirklich?* (S. 19–26). Berlin, Deutschland: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Ballantyne, E. E., Lindholm, M., & Whiteing, A. (2013). A comparative study of urban freight transport planning: addressing stakeholder needs. *Journal of Transport Geograph*, 32, 93–101.
- Balm, S. (2018). Multi Actor Multi Criteria Analysis for educational purposes and practical-oriented research: examples from the Amsterdam University of Applied Sciences. In C. Macharis & G. Baudry (Hrsg.), *Decision-making for sustainable transport and mobility. Multi Actor Multi Criteria Analysis* (S. 164–182). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Baudry, G., van Raemdonck, K., & Macharis, C. (2018). The Multi Actor Multi Criteria Analysis software. In C. Macharis & G. Baudry (Hrsg.), *Decision-making for sustainable transport and mobility. Multi Actor Multi Criteria Analysis* (S. 48–76). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Benthin, R., & Gellrich, A. (2017). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2016: Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein\\_deutschland\\_2016\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein_deutschland_2016_bf.pdf)
- Bertelsmann Stiftung. (2010). Was ist Ihnen für Ihre Lebensqualität wichtig? Zitiert nach Statista. Abgerufen 27. November 2019, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/163877/umfrage/umfrage-wichtige-faktoren-fuer-die-lebensqualitaet/>

- Böckmann, C. (2018). Der Stau kostet uns Milliarden. Abgerufen 05. November 2019, von <https://www.vdi-nachrichten.com/fokus/der-stau-kostet-uns-milliarden/>
- Bode, W. (2016). Neue City-Logistik-Konzepte und -Techniken für mehr Nachhaltigkeit per City-GVZ und eStore. In C. Deckert (Hrsg.), *CSR und Logistik: Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik* (S. 281–291). Berlin, Deutschland: Springer Gabler.
- Boyer, K. K., Prud'homme, A. M., & Chung, W. (2009). The Last Mile Challenge: Evaluating the Effects of Customer Density and Delivery Window Patterns. *Journal of Business Logistics*, 30(1), 185–201.
- Brenck, A., Mitusch, K., & Martin Winter, M. (2016). Die externen Kosten des Verkehrs. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (2. Aufl., S. 401–429). Wiesbaden, Deutschland: Springer Fachmedien.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2019). *Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz* (4. Aufl.). Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
- Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2019a). BIEK startet Initiative „Liefere lieber in der ersten Reihe!“. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://www.biek.de/presse/meldung/biek-startet-initiative-liefere-lieber-in-der-ersten-reihe.html>
- Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2019b). Kurier-, Express- und Paketdienste in der Stadt. Emissionsarme und emissionsfreie Konzepte der Paketdienste –Wie Städte Mikro-Depots und Co. unterstützen können. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://www.biek.de/download.html?getFile=2425>
- Buschmeyer, S., Essler, M., Franck, L., Grimm, B., Heiser, H., Hinz, S., ... Wildhage, T. (2014). *Kennzahlensysteme in Verkehr und Logistik*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://opus.ostfalia.de/frontdoor/deliver/index/docId/748/file/Kennzahlensysteme\\_in\\_Verkehr\\_und\\_Logistik.pdf](https://opus.ostfalia.de/frontdoor/deliver/index/docId/748/file/Kennzahlensysteme_in_Verkehr_und_Logistik.pdf)
- Cardenas, I., Borbon-Galvez, Y., Verlinden, T., van de Voorde, E., Vanelslander, T., Dewulf, W. (2017). City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. In: *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1-2), 22–43.

- Carotenuto, P., Gastaldi, M., Giordani, S., Rossi, R., Rabachin, A., & Salvatore, A. (2018). Comparison of various urban distribution systems supporting e-commerce. *Point-to-point vs collection-point-based deliveries. Transportation research procedia*, 30, 188-196.
- Clausen, U., Stütz, S., Bemsman, A., & Heinrichmeyer, H. (2016). *ZF Future Study 2016. Last Mile*. Abgerufen 06. November 2019, von [https://www.zf-zukunftsstudie.de/site/zukunftsstudie/media/zukunftsstudie/downloads\\_4/ZF-Study-On-Future-2016.pdf](https://www.zf-zukunftsstudie.de/site/zukunftsstudie/media/zukunftsstudie/downloads_4/ZF-Study-On-Future-2016.pdf)
- Cramer, J. (2013). Architektur: Stadtplanung und Städtebau. In H. Mieg & C. Heyl (Hrsg.), *Stadt. Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 18–45). Stuttgart, Deutschland: Verlag J.B. Metzler.
- Cullinane, S., & Edwards, J. (2010). Assessing the environmental impacts of freight transport. In A. C. McKinnon (Hrsg.), *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics* (S. 31–48). London, United Kingdom: Kogan Page.
- Deckert, C. (2016). Nachhaltige Logistik. In C. Deckert (Hrsg.), *CSR und Logistik: Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik* (S. S. 3–41). Berlin: Springer Gabler.
- DEKRA. (2018). *DEKRA Verkehrssicherheitsreport 2018 Güterverkehr; Schritte zur Realisierung der Vision Zero*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://www.dekra-roadsafety.com/media/de/dekra-evs-report-2018-de-final.pdf>
- Deutsche Automobil Treuhand GmbH. (2019). *Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO2-Emissionen und den Stromverbrauch. aller neuen Personenkraftwagenmodelle*. Abgerufen 05. Dezember 2019, von [https://www.pkw-label.de/fileadmin/Dokumente/DAT/193930\\_DAT\\_CO2\\_DE\\_2019\\_Online.pdf](https://www.pkw-label.de/fileadmin/Dokumente/DAT/193930_DAT_CO2_DE_2019_Online.pdf)
- Deutsche Energie-Agentur. (2018). *Alternative Antriebe in Deutschland*. Abgerufen 05. Dezember 2019, von [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/Monitoringbericht\\_Alternative\\_Antriebe\\_in\\_Deutschland.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/Monitoringbericht_Alternative_Antriebe_in_Deutschland.pdf)
- Deutsche Post DHL Group. (2018). *Shortening the Last Mile: Winning Logistics Strategies in the Race to the Urban Consumer. A custom report compiled by Euromonitor*

- International for Deutsche Post DHL Group*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/local/global/core/documents/pdf/g0-core-wp-shortening-the-last-mile-en.pdf>
- Deutsche Post DHL Group. (2019). *Pressemitteilung: Deutsche Post DHL Group baut Netz der DHL Packstationen bis 2021 deutlich auf rund 7.000 Automaten aus*. Abgerufen 18. November 2019, von <https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/de/media-relations/press-releases/2019/pm-packstationen-20191002.pdf>
- Domínguez, A., Holguín-Veras, J., Ibeas, Á., & dell'Olio, L. (2012). Receivers' Response to New Urban Freight Policies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 886–896.
- Europäische Kommission. (2007). *Grünbuch. Hin zu einer neuen Kultur der Mobilität in der Stadt*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <http://edz.bib.uni-mannheim.de/www-edz/pdf/kom/gruenbuch/kom-2007-0551-de.pdf>
- Europäische Kommission. (2011). *Weißbuch zum Verkehr: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum, hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011\\_white\\_paper/white-paper-illustrated-brochure\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_de.pdf)
- Fassmann, H. (2009). *Stadtgeographie I* (2. Aufl.). Braunschweig, Deutschland: Westermann.
- Flade, A. (2016). Verringerung der sozialen Kosten des Verkehrs: Stressfreie Mobilität inmitten eines sozial- und umweltverträglichen Verkehrs. In O. Schwedes, W. Canzler & A. Knie (Hrsg.), *Handbuch Verkehrspolitik* (2. Aufl., S. 473–494). Wiesbaden, Deutschland: Springer Fachmedien.
- García-Arca, J., Prado-Prado, J. C., & Fernández-González, A. J. (2018). Integrating KPIs for improving efficiency in road transport. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(9), 931–951.
- Gevaers, R., van de Voorde, E., & Vanellander, T. (2011). Characteristics and typology of lastmile Characteristics and typology of lastmile logistics from an innovation perspective in an urban context. In C. Macharis & S. Melo (Hrsg.), *City Distribution*

- and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (S. 56–72). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Gräbener, S. (2017). *Methodische Entwicklung und Bewertung von Elektrifizierungskonzepten für innerstädtische Nutzfahrzeuge* (Dissertation). Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/6573/4/graebener\\_sven.pdf](https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/6573/4/graebener_sven.pdf)
- Grimble, R., & Wellard, K. (1997). Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities. *Agricultural Systems*, 55(2), 173–193.
- Grund-Ludwig, P. (2007). Pakete verreisen klimaneutral. Expressdienstleister vermarkten zunehmend umweltfreundliche Formen des Gütertransports. *Handelsblatt*, (198), b10.
- Gühnemann, A., & Kimble, M. (2011). *City Mobil. Towards advanced transport for the urban environment*. Abgerufen 12. Dezember 2019, von <http://www.citymobil-project.eu/downloadables/Deliverables/D5.1.2-PU-Weights%20for%20use%20in%20MCA-CityMobil.pdf>
- Hadavi, S., Macharis, C., & van Raemdonck, K. (2018). The Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) Tool: Methodological Adaptations and Visualizations. In J. Žak, Y. Hadas & R. Rossi (Hrsg.), *Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics* (Bd. 572, S. 39–53). New York, NY: Springer International Publishing.
- Handelsverband Deutschland. (2018). *Nachhaltig Handeln: Beitrag des Einzelhandels zur Agenda 2030*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://einzelhandel.de/component/attachments/download/9535>
- Holguin-Veras, J., & Polimeni, J. (2006). *Potential for off-peak freight deliveries to congested urban areas (TIRC Project C-02-15): Final Report*. Abgerufen 13. November 2019, von [http://homepages.rpi.edu/~holguj2/OPD/OPD\\_FINAL\\_REPORT\\_12-18-06.pdf](http://homepages.rpi.edu/~holguj2/OPD/OPD_FINAL_REPORT_12-18-06.pdf)
- Holguín-Veras, J., Marquis, R., & Brom, M. (2012). Economic Impacts of Staffed and Unassisted off-Hour Deliveries in New York City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 34–46.

- Hompel, M., & Heidenblut, V. (2008). *Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik* (2. Aufl.). Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- Hütter, A. (2013). *Verkehr auf einen Blick*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEMonografie\\_derivate\\_00001575/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf;jsessionid=4CE7ACC3EF6B3415431708E81047364E](https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEMonografie_derivate_00001575/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf;jsessionid=4CE7ACC3EF6B3415431708E81047364E)
- ifo Institut. (2019). *ifo Konjunktur-Perspektiven*. Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung. Abgerufen 06. Dezember 2019, von [https://www.ifo.de/DocDL/KT\\_ifoKP\\_2019\\_11.pdf](https://www.ifo.de/DocDL/KT_ifoKP_2019_11.pdf)
- Iwan, S., Kijewska, K., & Lemke, J. (2016). Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution – The Results of the Research in Poland. *Transportation Research Procedia*, 12, 644–655.
- Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C., & Mann, F. (2016). *Parcel delivery: The future of last mile*. *Travel, Transport and Logistics*. Abgerufen 18. November 2019, von [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel%20transport%20and%20logistics/our%20insights/how%20customer%20demands%20are%20reshaping%20last%20mile%20delivery/parcel\\_delivery\\_the\\_future\\_of\\_last\\_mile.aspx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel%20transport%20and%20logistics/our%20insights/how%20customer%20demands%20are%20reshaping%20last%20mile%20delivery/parcel_delivery_the_future_of_last_mile.aspx)
- Kampker, A., Deutsken, C., Maue, A., & Hollah, A. (2016). Elektromobile Logistik. In C. Deckert (Hrsg.), *CSR und Logistik. Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik* (S. 293–308). Berlin, Deutschland: Springer Gabler.
- Kaupp, M. (1997). *City-Logistik als kooperatives Güterverkehrsmanagement*. Wiesbaden, Deutschland: Gabler Verlag.
- Keseru, I., Coosemans, T., Macharis, C., & Muller, B. (2017). *Action Plan for the Future Mobility in Europe. Horizon 2020 - Coordination and Support Action*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://www.mobility4eu.eu/?wpdmdl=955>
- Kirsch, D., Bernsmann, A., Moll, C., & Stockmann, M. (2017). *Potenziale einer geräuscharmen Nachtlogistik. Ergebnisse und Handlungsempfehlungen des*

*Forschungsprojekts GeNaLog*. Dortmund, Deutschland: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML.

Klasen, D. (2017). DHL Packstation weiter auf Erfolgskurs: Inzwischen hat DHL Paket das Netzwerk auf rund 3.400 Automaten mit mehr als 340.000 Fächern in über 1.600 Städten und Gemeinden bundesweit erweitert. Abgerufen 18. November 2019, von <https://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2017/dhl-packstation-weiter-auf-erfolgskurs.html>

Koceva, M. M., Brandmüller, T., Lupu, I., Önnersfors, Å., Corselli-Nordblad, L., Coyette, C., ... Europäische Kommission (2016). *Urban Europe. Statistics on cities, towns and suburbs*. Europäische Kommission. Luxembourg, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Krieger, W. (2018). Logistik. Definition. Abgerufen 13. Dezember 2019, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/logistik-40330>

Le Pira, M., Inturri, G., Ignaccolo, M., & Pluchino, A. (2018). Dealing with the Complexity of Stakeholder Interaction in Participatory Transport Planning. In J. Žak, Y. Hadas & R. Rossi (Hrsg.), *Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics* (S. 54–72). New York, NY: Springer International Publishing.

Lehmacher, W. (2015). *Logistik im Zeichen der Urbanisierung: Versorgung von Stadt und Land im digitalen und mobilen Zeitalter*. Wiesbaden, Deutschland: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Lindholm, M. E. (2012). *Enabling sustainable development of urban freight from a local authority perspective* (Dissertation). Göteborg, Schweden: Department of Technology Management and Economics Chalmers University of Technology.

Macharis, C., & Baudry, G. (2018). The Multi Actor Multi Criteria Analysis framework. In C. Macharis & G. Baudry (Hrsg.), *Decision-making for sustainable transport and mobility. Multi Actor Multi Criteria Analysis* (S. 2–27). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.

Macharis, C., de Brucker, K., & van Raemdonck, K. (2018). When to use Multi Actor Multi Criteria Analysis or other evaluation methods? In C. Macharis & G. Baudry (Hrsg.),



- Decision-making for sustainable transport and mobility: Multi Actor Multi Criteria Analysis* (S. 28–47). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Macharis, C., Milan, L., & Verlinde, S. (2012a). *Strategies and measures for smarter urban freight solutions. Deliverable 3.2. Report on stakeholders, criteria and weights*. Abgerufen 12. Dezember 2019, von <http://www.straightsol.eu/deliverables.htm>
- Macharis, C., Milan, L., & Verlinde, S. (2014). A Stakeholder-Based Multicriteria Evaluation Framework for City Distribution. *Research in Transportation Business & Management*, *11*, 75–84.
- Macharis, C., Turcksin, L., & Lebeau, K. (2012b). Multi actor multi criteria analysis (MAMCA) as a tool to support sustainable decisions: State of use. *Decision Support Systems*, *54*(1), 610–620.
- Maderthaner, R. (1995). Soziale Faktoren urbaner Lebensqualität. In A. G. Keul (Hrsg.), *Wohlbefinden in der Stadt: Umwelt- und gesundheitspsychologische Perspektiven* (S. 172–197). Weinheim, Deutschland: Beltz.
- Maibach, M., Ickert, L., Bieler, C., Schmid, T., & Ruesch, M. (2012). Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D. Abgerufen 09. Dezember 2019, von [https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20150716\\_214457\\_65650\\_svgvTPDsb29032012final.pdf](https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20150716_214457_65650_svgvTPDsb29032012final.pdf)
- Malina, R. (2018). Öffentlicher Verkehr. Ausführliche Definition. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/oeffentlicher-verkehr-43631/version-266959>
- Melo, S., & Costa, Á. (2011). Definition of a set of indicators to evaluate the performance of urban goods distribution initiatives. In C. Macharis & G. Baudry (Hrsg.), *Decision-making for sustainable transport and mobility: Multi Actor Multi Criteria Analysis* (S. 120–147). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Mercy, J.-L., Litwinska, A., Dupré, D., Clarke, S., Ivan, G. A., & Steward, C. (2015). Quality of life: Facts and views. 2015 ed. Luxembourg: Publication Office of the Europ. Union.

- Mersch, T. (2016). Pionierfahrt im Ballungsraum. Paketdienste machen Tempo beim Einsatz von Elektro-Transportern. *Handelsblatt*, (200), 48–49.
- Mieg, H. A. (2013). Einleitung: Perspektiven der Stadtforschung. In H. A. Mieg & C. Heyl (Hrsg.), *Stadt: Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 1–14). Stuttgart, Deutschland: Verlag J.B. Metzler.
- Morganti, E., Seidel, S., Blanquart, C., Dablanc, L., & Lenz, B. (2014). The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany. *Transportation Research Procedia*, 4, 178-190.
- Mühlbacher, A. C., & Kaczynski, A. (2013). Der Analytic Hierarchy Process (AHP): Eine Methode zur Entscheidungsunterstützung im Gesundheitswesen. *PharmacoEconomics German Research Articles*, 11(2), 119-132.
- Müller, M., Görnert, S., & Volkamer, A. (2006). *Güterverkehr in der Stadt: Ein unterschätztes Problem*. Abgerufen 08. November 2019, von [https://www.vcd.org/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Themen/Gueterverkehr/Lkw-Maut/VCD\\_Kurzbrochure\\_Gueterverkehr\\_in\\_der\\_Stadt\\_2006.pdf](https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Gueterverkehr/Lkw-Maut/VCD_Kurzbrochure_Gueterverkehr_in_der_Stadt_2006.pdf)
- Munda, G. (2004). Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research*, 158(3), 662–677.
- Niehaus, A. (2005). *Analyse der Bewertung verschiedener Zustelloptionen im B2C e-Commerce* (Diplomarbeit). Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://epub.wu.ac.at/2994/1/Niehaus.pdf>
- OECD. (2003a). *Delivering the Goods. 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. Abgerufen 09. Dezember 2019, von <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/03deliveringgoods.pdf>
- OECD. (2003b). *OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use*. Abgerufen 12. Dezember 2019, von <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>

- Oexler, P. (2002). *Citylogistik-Dienste: Präferenzanalysen bei Citylogistik-Akteuren und Bewertung eines Pilotbetriebs dargestellt am Beispiel der dienstleistungsorientierten Citylogistik Regensburg (RegLog®) (9)*. München, Deutschland: Verlag v. Florentz.
- Papula, L. (2017). *Mathematische Formelsammlung. Für Ingenieure und Naturwissenschaftler: mit über 400 Abbildungen, zahlreichen Rechenbeispielen und einer ausführlichen Integraltafel (12. Aufl.)*. Wiesbaden, Deutschland: Springer Vieweg.
- Parnreiter, C. (2013). Stadtgeografie. In H. A. Mieg & C. Heyl (Hrsg.), *Stadt: Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 46–63). Stuttgart, Deutschland: Verlag J.B. Metzler.
- Peters, M. L., & Zelewski, S. (2002). *Analytical Hierarchy Process (AHP). – dargestellt am Beispiel der Auswahl von Projektmanagement-Software zum Multiprojektmanagement. Essen (Arbeitsbericht / Institut für Produktion und, 14)*. Abgerufen 20. November 2019, von [https://www.pim.wiwi.uni-due.de/uploads/tx\\_itochair3/publications/bericht14.pdf](https://www.pim.wiwi.uni-due.de/uploads/tx_itochair3/publications/bericht14.pdf)
- Petrovic, O., Harnisch, M. J., & Puchleitner, T. (2013). Opportunities of mobile communication systems for applications in last-mile logistics. In M. Abed (Hrsg.), *2013 International Conference on Advanced Logistics and Transport* (S. 354–359). New York, NY: IEEE.
- Pfohl, H.-C. (2018). *Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen (9. Aufl.)*. Berlin, Deutschland: Springer Vieweg.
- Piecyk, M., Cullinane, S., & Edwards, J. (2015). Assessing the external impacts of freight transport. In A. C. McKinnon, M. Browne, M. Piecyk & A. E. Whiteing (Hrsg.), *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics (3. Aufl., S. 32–54)*. London, United Kingdom: Kogan Page.
- Prümm, D., Kauschke, P., & Peiseler, H. (2017). *Aufbruch auf der letzten Meile: Neue Wege für die städtische Logistik*. Abgerufen 06. November 2019, von <https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/pwc-studie-aufbruch-auf-der-letzten-meile.pdf>
- Quak, H. J. (2008). Sustainability of urban freight transport retail distribution and local regulations in cities. Duurzaamheid van stedelijk goederenvervoer retail distributie en lokale regelgeving in steden (Dissertation). Abgerufen von

- [https://www.researchgate.net/profile/Hans\\_Quak/publication/254805169\\_Sustainability\\_of\\_Urban\\_Freight\\_Transport\\_Retail\\_Distribution\\_and\\_Local\\_Regulations\\_in\\_Cities/links/0deec535f795272f1f000000/Sustainability-of-Urban-Freight-Transport-Retail-Distribution-and-Local-Regulations-in-Cities.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Hans_Quak/publication/254805169_Sustainability_of_Urban_Freight_Transport_Retail_Distribution_and_Local_Regulations_in_Cities/links/0deec535f795272f1f000000/Sustainability-of-Urban-Freight-Transport-Retail-Distribution-and-Local-Regulations-in-Cities.pdf?origin=publication_detail)
- Quak, H. J. (2011). Urban freight transport: the challenge of sustainability. In C. Macharis & S. Melo (Hrsg.), *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (S. 37–55). Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing Limited.
- Reed, T. (2019). *INRIX Global Traffic Scorecard: INRIX Research*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von [https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX\\_2018\\_Global\\_Traffic\\_Scorecard\\_Report\\_\\_final\\_.pdf](https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX_2018_Global_Traffic_Scorecard_Report__final_.pdf)
- Richard, J. (2015). Wirkung von Maßnahmen im städtischen Güterverkehr. In W.-H. Arndt (Hrsg.), *Umweltverträglicher Wirtschaftsverkehr in Städten. Wer und was bringt's wirklich?* (S. 39–54). Berlin, Deutschland: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Roland Berger GmbH. (2018). *Urbane Logistik 2030 in Deutschland*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjind28uarmAhVSfZoKHR\\_XBIMQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.rolandberger.com%2Fpublications%2Fpublication\\_pdf%2FRoland\\_Berger\\_Urbane\\_Logistik\\_2030\\_in\\_Deutschland.pdf&usg=AOvVaw3GUq--RSC\\_Ulob\\_xFoJJ\\_K](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjind28uarmAhVSfZoKHR_XBIMQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.rolandberger.com%2Fpublications%2Fpublication_pdf%2FRoland_Berger_Urbane_Logistik_2030_in_Deutschland.pdf&usg=AOvVaw3GUq--RSC_Ulob_xFoJJ_K)
- Ruesch, M., Petz, C., Hegi, P., Haefeli, U., & Rütsche, P. (2013). Güterverkehrsplanung in städtischen Gebieten: Planungshandbuch. Abgerufen 10. Dezember 2019, von [http://www.svi.ch/fileadmin/redaktoren/dokumente/Publikationen/Diverses/NFP54\\_Handbuch\\_Gueterverkehr.pdf](http://www.svi.ch/fileadmin/redaktoren/dokumente/Publikationen/Diverses/NFP54_Handbuch_Gueterverkehr.pdf)
- Rumscheidt, S. (2019). Die letzte Meile als Herausforderung für den Handel. *ifo Schnelldienst*, 72(1), 46–49.
- Saaty, T. L. (1989). Group Decision Making and the AHP. In B. L. Golden, E. A. Wasil & P. T. Harker (Hrsg.), *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies* (Bd. 27, S. 59–67). Berlin, Deutschland: Springer Verlag.

- Saaty, T. L. (2006). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process* (2. Aufl.). Pittsburgh, PA: RWS Publications.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2013). *Decision making with the analytic network process: Economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks* (2. Aufl.). New York, NY: Springer.
- Schaarschmidt, K. (2011). *Entwicklungszyklen in logistischen Kooperationen. Eine Vergleichsanalyse von City- und Stadtlogistik* (Dissertation). München, Deutschland: Verlag Dr. Hut.
- Schäfer, P., Quitta, A., Blume, S., Schocke, K.-O., Höhl, S., Kämmer, A., & Brandt, J. (2017). *Wirtschaftsverkehr 2.0.: Analyse und Empfehlungen für Belieferungsstrategien der KEP-Branche im innerstädtischen Bereich. Bericht zum Forschungsvorhaben*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von [https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich\\_1/FFin/Neue\\_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/20171103\\_Nachtrag\\_Bericht\\_final\\_Druck.pdf](https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/20171103_Nachtrag_Bericht_final_Druck.pdf)
- Scheele, M. (2011). Lieferkette auf dem Prüfstand. Die Logistikbranche nutzt den Aufschwung und investiert in Nachhaltigkeit. Das poliert das Image und senkt die Kosten. *Handelsblatt*, (084), 52.
- Schmid, T., & Bohne, S. (2016). Wirtschaftsverkehr – was ist das? Abgerufen von [https://www.rapp.ch/sites/default/files/uploads/documents/201610-strasse\\_verkehr\\_wirtschaftsverkehr.pdf](https://www.rapp.ch/sites/default/files/uploads/documents/201610-strasse_verkehr_wirtschaftsverkehr.pdf)
- Schoemaker, J., Allen, J., Huschebeck, M., & Monigl, J. (2006). TREN/04/FP6TR/S07.31723/506384 BESTUFS II Best Urban Freight Solutions II. Abgerufen 10. Dezember 2019, von [http://www.bestufs.net/download/BESTUFS\\_II/key\\_issuesII/BESTUF\\_Quantification\\_of\\_effects.pdf](http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/key_issuesII/BESTUF_Quantification_of_effects.pdf)
- Soénius, U. (2018). *Die Ladezone im Blickpunkt: Anforderungen an die Güterversorgung in Köln und Leverkusen*. Abgerufen 05. November 2019, von [https://www.ihk-koeln.de/upload/IHK\\_Studie\\_Ladezone\\_Onlinefassung\\_66820.pdf](https://www.ihk-koeln.de/upload/IHK_Studie_Ladezone_Onlinefassung_66820.pdf)
- Spars, G. (2013). Stadtökonomie. H. A. Mieg & C. Heyl (Hrsg.), *Stadt: Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 87–96). Stuttgart, Deutschland: Verlag J.B. Metzler.

- Streit, M. (2017). Opec erwartet mehr Nachfrage. *Handelsblatt*, (215), 32.
- Taniguchi, E. (2014). Concepts of City Logistics for Sustainable and Liveable Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 310–317.
- Terfrüchte, T. (2016). Empirische Befunde zum Zentrale-Orte-System in Nordrhein-Westfalen. S. Greiving & F. Flex (Hrsg.), *Neuaufstellung des Zentrale-Orte-Konzepts in Nordrhein-Westfalen. Akademie für Raumforschung und Landesplanung* (S. 84–105). Hannover, Deutschland: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.
- Umweltbundesamt. (2012). *Daten zum Verkehr*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4364.pdf>
- United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. New York, NY: Department of Economic and Social Affairs.
- Vallée, D. (2016). Leitthema Verkehr. In S. Greiving & F. Flex (Hrsg.), *Neuaufstellung des Zentrale-Orte-Konzepts in Nordrhein-Westfalen. Akademie für Raumforschung und Landesplanung* (S. 53–61). Hannover, Deutschland: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.
- van den Bossche, M., Maes, J., Vanelslander, T., Macário, R., & Reis, V. (2017). *Final Report: of Engagement of stakeholders when implementing urban freight logistics policies*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://www.greendealzes.nl/wp-content/uploads/2019/04/Engagement-of-stakeholders-when-implementing-urban-freight-logistics-policies.pdf>
- van Duin, J. H. R., Wiegmans, B., van Arem, B., & van Amstel, Y. (2019). From home delivery to parcel lockers: A case study in Amsterdam. *The 11th International Conference on City Logistics*, (11), 88–96.
- Verband der Automobilindustrie e. V. (2016). *Die Diesel-Technologie: Fragen und Antworten*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://www.vda.de/dam/vda/publications/2016/Diesel-Kompendium/Diesel-Kompendium%20final.pdf>
- Verlinde, S. (2015). *Promising but challenging urban freight transport solutions: freight flow consolidation and off-hour deliveries* (Dissertation). Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://biblio.ugent.be/publication/5985077/file/5985079.pdf>

- Vogt, W. (2005). *Stadtverkehrsplanung: Grundlagen, Methoden, Ziele*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- Winter, E., & Gillenkirch, R. (2018). Entscheidung. Definition. In: Gabler, Wirtschafts-Lexikon. Wiesbaden: Springer Gabler. Abgerufen 18. November 2019, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/entscheidung-36360>
- Witte, C., Klumpp, M., Keuschen, T., & Zelewski, S. (2013). AHP-Analyse der Prozessanpassungen in der Logistik beim Einsatz von Elektronutzfahrzeugen. In M. Schenk, H. Zadek, G. Müller, K. Richter & H. Seidel (Hrsg.), *18. Magdeburger Logistiktage Sichere und nachhaltige Logistik* (S. 43–51). Magdeburg, Deutschland: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF.
- Wohlrab, J., Harrington, T. S., & Srari, J. S. (2012). Last Mile Logistics Evaluation - Customer, Industrial and Institutional Perspectives Perspectives. *POMS (Production and Operations Management Society) 23rd Annual Conference*. Abgerufen 10. Dezember 2019, von <https://www.pomsmeetings.org/confpapers/025/025-0707.pdf>
- Žak, J. (2018a). Multiple Criteria Analysis in Transportation and Logistics. In J. Žak, Y. Hadas & R. Rossi (Hrsg.), *Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics* (S. 2–8). New York, NY: Springer International Publishing.
- Žak, J. (2018b). The Methodology of Multiple Criteria Decision Making/Aiding in Transportation. In J. Žak, Y. Hadas & R. Rossi (Hrsg.), *Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics* (S. 9–38). New York, NY: Springer International Publishing.
- Zimmermann, H.-J., & Gutsche, L. (1991). *Multi-Criteria Analyse: Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- Zsifkovits, H. E. (2018). *Logistik* (2. Aufl.). Konstanz, München, Stuttgart: UVK Verlagsgesellschaft.

## Anhang

### Indikatoren

In dieser Arbeit sollen die folgenden Indikatoren aus den Tabellen 10 bis 21 anhand ihrer Kriterien unterstützen und eine mögliche Auswahl darzustellen, die die Fähigkeit zur Erfüllung jeder Handlungsalternative misst.

Die in der Tabelle 10 vorhandenen Indikatoren sollen die Kundenzufriedenheit messen. Der Liefergrad ist eine Qualitätskennzahl und misst den Prozentsatz, inwieweit der Logistikdienstleister in der Lage ist, die Transporte auszuführen, die beispielsweise durch negative externe Effekte (Stau, Unfall, etc.) beeinflusst werden können. Dieser Indikator ist für den Kunden wichtig, da er geringere Bestände zulässt und bei negativen Entwicklungen die Profitabilität des Lieferanten beeinträchtigt, da das Risiko besteht, dass der Kunde bei unzureichender Kundenzufriedenheit zu einem anderen Unternehmen wechselt (Buschmeyer et al., 2014, S. 99; Hompel und Heidenblut, 2008, S. 171; Pfohl, 2018, S. 38–39). Der Indikator Kundenbeschwerden ist ein weiterer Indikator für die Messung der Kundenzufriedenheit und misst in der Regel den Prozentsatz der Lieferprobleme, die mit der Menge, Produktqualität oder unzureichender Serviceleistung in Verbindung stehen (Buschmeyer et al., 2014, S. 99; García-Arca, Prado-Prado & Fernández-González, 2018, S. 935).

**Tabelle 10:** Indikatoren für das Kriterium Kundenzufriedenheit

<b>Kundenzufriedenheit</b>		
<b>Indikatoren</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Liefergrad	$\frac{\text{Rechtzeitig und sachgerechte Auslieferungen [Anzahl]}}{\text{Gesamtbestellungen [Anzahl]}} * 100 [\%]$	Quantitativ
Kunden- beschwer- den	$\frac{\text{Kundenbeschwerden [Anzahl]}}{\text{Kundenaufträge [Anzahl]}} * 100 [\%]$	Quantitativ



In der Tabelle 11 stehen die Transportkosten, die hier alle externen Kosten, die für die Verteilung der Güter an die Endkunden entstehen, darstellen. Infolgedessen stellen sie die Kosten der effektiven Beförderung von Waren im Verhältnis zur Entfernung und Bestellungen dar. Diese lassen sich beispielsweise auf die Anzahl von Aufträge oder auch auf die geleisteten Tonnenkilometer beziehen (García-Arca et al., 2018, S. 935; Buschmeyer et al., 2014, S. 109)

**Tabelle 11:** Indikatoren für das Kriterium Transportkosten

<b>Transportkosten</b>		
<b>Indikatoren</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Transportkosten	$\sum \text{aller Transporte} * \text{Durchschnittskosten je Transport}$	Quantitativ
Transportkosten je Auftrag	$\frac{\text{Transportkosten [€]}}{\text{Aufträge [Anzahl]}}$	Quantitativ
Transportkosten je Kilometer	$\frac{\text{Transportkosten [€]}}{\text{Kilometer [Anzahl]}}$	Quantitativ

Die Nutzung der Ladekapazität ist ein Indikator für ein rentablen Transportbetrieb und wird wie der Indikator Leerfahrtanteil in Tabelle 12 dargestellt. Dieser wird in der Regel durch den Anteil des maximalen Gewichts ausgedrückt, das im Fahrzeug transportiert werden kann. Im städtischen Güterverkehr sind die Ladungen jedoch häufiger voluminös als schwer, weshalb hier eine Raumeinheit anstelle einer Gewichtseinheit verwendet wird (Schoemaker et al., 2006, S. 35). Ein weiterer verwendeter Indikator ist der Anteil der beladenen und leeren Fahrten anstelle der Nutzung der Ladekapazität der einzelnen Fahrten (Schoemaker et al., 2006, S. 35).

**Tabelle 12:** Indikatoren für das Kriterium Rentabilität

<b>Rentabilität</b>		
<b>Indikatoren</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Leerfahrtanteil	$\frac{\text{Leerfahrtdistanz [km]}}{\text{Gesamtdistanz [km]}} * 100 [\%]$	Quantitativ
Ladepazität	$\frac{\text{Genutzter Laderaum [m}^3\text{]}}{\text{Gesamter Laderaum [m}^3\text{]}} * 100 [\%]$	Quantitativ

In der Tabelle 13 kann der Indikator Anteil alternativer Antriebe dazu dienen, das Umweltbewusstsein zu messen, da alternative Antriebe einen maßgeblichen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Lieferfahrzeugflotten leisten (Deutsche Energie-Agentur, 2018, S. 4) . Der alternative Antrieb kann aus Erdgas, Flüssiggas, Hybrid- oder Elektroantrieb bestehen, der anschließend auf die gesamten Lieferfahrzeuge bezogen wird, um den prozentualen Anteil des alternativen Antriebs zu erhalten (Deutsche Energie-Agentur, 2018, S. 1).

**Tabelle 13:** Indikator für das Kriterium Umweltbewusstsein

<b>Umweltbewusstsein</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Anteil alternativer Antriebe	$\frac{\text{Alternativer Antrieb [Anzahl]}}{\text{Gesamtlieferfahrzeuge [Anzahl]}} * 100 [\%]$	Quantitativ

Der Energieverbrauch variiert je nach Verkehrsart, Straße, Fahrverhalten erheblich (Schoemaker et al., 2006, S. 54). Zudem muss die Antriebstechnologie berücksichtigt werden, das bedeutet ob es ein Verbrennungsmotor oder Elektromotor ist. Der Indikator Energieverbrauch aus Tabelle 14 bezieht sich hierbei auf den Kraftstoffverbrauch mit fossilen Energieträgern in Liter bezogen auf 100 Kilometer oder auf den Stromverbrauch mit der Einheit Kilowattstunden bezogen auf 100 Kilometer (Deutsche Automobil Treuhand GmbH, 2019, S. 4; Melo & Costa, 2011, S. 134).

**Tabelle 14:** Indikator für das Kriterium Ressourcenverbrauch

<b>Ressourcenverbrauch</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Energieverbrauch	$\frac{\text{Kraftstoff oder elektr. Strom [l oder kWh]}}{\text{Kilometer [Anzahl]}}$	Quantitativ

Reduzierte Überlastungen und Verzögerungen in den Städten bringen wirtschaftliche Vorteile, die beispielsweise die Transportkosten der Betreiber senken (Melo & Costa, 2011, S. 137). Die Verkehrsdichte und die Durchschnittsgeschwindigkeit aus der Tabelle 15 sind Indikatoren, mit dem die Mobilitätsfreiheit bei der Bewertung von Handlungsalternativen eingeschätzt werden kann (Melo & Costa, 2011, S. 141; Reed, 2019, S. 2–3).

**Tabelle 15:** Indikatoren für das Kriterium Mobilität

<b>Mobilität</b>		
<b>Indikatoren</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Durchschnittsgeschwindigkeit (exkl. Stops)	$\frac{\text{Kilometer [km]}}{\text{Stunde [h]}}$	Quantitativ
Verkehrsdichte	$\frac{\text{Fahrzeuge [Anzahl]}}{\text{Verkehrsfläche (Straße) [m}^2\text{]}}$	Quantitativ

Der Anteil der Nutzfahrzeuge am gesamten Stadtverkehr gibt einen Hinweis auf die Auswirkungen des städtischen Güterverkehrs auf das Straßennetz der Stadt (Schoemaker et al., 2006, S. 21–22) und bildet somit in Tabelle 16 ein Indikator für die Lebensqualität, da Nutzfahrzeuge von Bürgern und Empfängern als störend empfunden werden (Melo & Costa, 2011, S. 122). Informationen über das Verkehrsaufkommen von Nutzfahrzeugen im Straßennetz werden durch kontinuierliche Verkehrszählung, durch Messgeräte auf der Straße oder durch visuelle Zählung erfasst (Schoemaker et al., 2006, S. 21–22).

**Tabelle 16:** Indikator für das Kriterium Lebensqualität

<b>Lebensqualität</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Nutzfahrzeuganteil	$\frac{\text{Lieferfahrzeuge [Anzahl]}}{\text{Gesamtfahrzeuge [Anzahl]}} * 100 [\%]$	Quantitativ

Sicherheit ist ein sehr wichtiges Thema im städtischen Güterverkehr und Nutzfahrzeuge werden als Gefährdung in der städtischen Umwelt angesehen (Schoemaker et al., 2006, S. 65). In Tabelle 17 sollen die Verkehrsunfälle von Nutzfahrzeugen mit Personenschäden in Bezug auf 1000 Kilometer einen Indikator dafür bilden, inwieweit Nutzfahrzeuge des städtischen Güterverkehrs bei Verkehrsunfällen beteiligt sind (Melo & Costa, 2011, S. 130). In diesem Zusammenhang können beispielsweise Verkehrsunfälle in Anteile mit leichten städtischen Nutzfahrzeugen von weniger als 3,5 Tonnen und schwereren städtischen Nutzfahrzeugen von mehr als 3,5 Tonnen unterteilt werden (Schoemaker et al., 2006, S. 66–67).

**Tabelle 17:** Indikator für das Kriterium Sicherheit

<b>Sicherheit</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Verkehrsunfälle	$\sum \text{Verkehrsunfälle Nutzfahrzeuge mit Personenschaden auf 1000 km}$	Quantitativ

Städtische Gütertransporte erzeugen in einer Stadt eine beträchtliche Menge an Lärm, nicht nur durch das Motor- und Reifengeräusch, sondern auch das Geräusch beim (Ent-)Laden von Waren kann sehr störend sein (Schoemaker et al., 2006, S. 62). Aus diesem Grund kennzeichnet der Schalldruckpegel mit der Einheit Dezibel (dB) in Tabelle 18 relevante Indikatoren zur Messung der Lärmbelastung bei Fahrt und beim Be- und Entladen durch den städtischen Güterverkehr (Kirsch et al., 2017, S. 22).

**Tabelle 18:** Indikatoren für das Kriterium Lärm

<b>Lärm</b>		
<b>Indikatoren</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Lärmpegel (Fahrt)	<i>Gemessener Geräuschpegel [dB]</i>	Quantitativ
Lärmpegel (Be- und Entladung)	<i>Gemessener Geräuschpegel [dB]</i>	Quantitativ

Um die Emissionen von Lastkraftwagen zu reduzieren, hat die Europäische Union Emissionsstandards für alle Fahrzeuge entwickelt, die sogenannten EURO-Normen. Diese Normen geben den gesetzlichen Grenzwert für CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und PM-Emissionen an (Schoemaker et al., 2006, S. 58). In Tabelle 19 soll der Indikator Treibhausgasemissionen die Summer der verschiedenen eingesetzten Nutzfahrzeuge innerhalb einer Stadt entsprechend ihrer Euronorm anzeigen.

**Tabelle 19:** Indikator für das Kriterium Emissionen

<b>Emissionen</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Treibhausgasemissionen	$\sum$ <i>verschiedener EURO – Normen von Nutzfahrzeugen</i>	Quantitativ

Der Geschäftsklimaindex aus Tabelle 20 soll die Erwartungen der lokalen Unternehmen in Anlehnung an den Ifo-Geschäftsklimaindex widerspiegeln, ob eine Handlungsalternative einen positiven oder negativen Beitrag zur Geschäftssituation der Unternehmen leistet (ifo Institut, 2019). Dabei kann dieser Indikator durch eine quantitative Umfrage anhand von positiven und negativen Werten der örtlichen Unternehmen ermittelt und mit einem Index zusammengefasst ausgedrückt werden.

**Tabelle 20:** Indikator für das Kriterium Geschäftsklima

<b>Geschäftsklima</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Geschäftsklimaindex	Umfrage der kommunalen Unternehmen	Quantitativ

Der Kostenindex in Tabelle 21 berücksichtigt verschiedene Arten von Kosten und beinhaltet die Kosten für die Umsetzung bis hin zu Instandhaltungskosten, die sich in Form von Personal- oder Sachkosten niederschlagen können. Der Indikator sollte qualitativ zwischen hoch, mittel und niedrig bewertet werden. Um genauere Ergebnisse zu erzielen, ist es möglich, vergleichbare Handlungsalternativen zu nutzen und ihre Ausgaben als Maßstab zu verwenden.

**Tabelle 21:** Indikator für das Kriterium Aufwendungen

<b>Aufwendungen</b>		
<b>Indikator</b>	<b>Definition</b>	<b>Messmethode</b>
Kostenindex	Beurteilung der Einführungs- und Unterhaltungskosten von Alternativen zwischen hoch, mittel und niedrig	Qualitativ

## Eidesstattliche Versicherung

---

Name, Vorname

---

Matr.-Nr.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorgelegte Masterarbeit mit dem Titel:

**„Ein multikriterieller Bewertungsrahmen für städtische Güterverkehrslogistiklösungen“**

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

### Belehrung

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz -HG -)

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft. Die Technische Universität Dortmund wird gfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z. B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

---

Ort, Datum

---

Unterschrift