

Optimierungspotentiale für Emissionsreduzierung in der urbanen Logistik

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M. Sc.)“
im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und
Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Kalash



Vorname: Semko



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Betreuer: Marc Sonneberg

Hannover, den 30.09.2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Aufbau	1
2. Urbane Logistik	3
2.1. Definition urbane Logistik	3
2.1.1. Einflussgrößen auf den Verkehr	6
2.1.2. E-Commerce	8
2.1.3. KEP-Dienste	12
2.1.4. Smart City	16
2.2. Emissionen und Verkehr	18
2.2.1. Status Quo Straßenverkehr	19
2.2.2. Elektrische Antriebskonzepte	21
3. Modelle und Konzepte zur Emissionsreduzierung	23
3.1. Nachtlogistik	23
3.2. Lastenfahrrad	26
3.3. Logistikzentren und Micro-Hubs	30
3.4. Elektrofahrzeuge in der Logistik	35
3.5. Packstationen	38
4. Potentialanalyse Emissionsreduzierung	39
4.1. SWOT-Analyse Elektromobilität	39
4.1.1. SWOT-Handlungsempfehlungen	42
4.2. Elektrofahrzeug-Szenario	43
4.2.1. Wirtschaftlichkeitsberechnung Elektrofahrzeug-Szenario	43
4.2.2. Kostenrechnung Elektrofahrzeug-Szenario	44
4.2.3. CO ₂ -Einsparung Elektrofahrzeug-Szenario	51
4.2.4. Klimabilanz Batterie	54

4.2.5.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	56
4.3.	Micro-Hubs in Kombination mit Lastenfahrrädern	56
4.3.1.	CO ₂ -Einsparung-Szenario.....	60
5.	Exkursion Additive Fertigung Szenario-Methode	63
5.1.	Additive Fertigung	63
5.2.	Digitale Logistik	65
5.3.	Szenario Modellierung einer digitalen urbanen Logistik	68
5.3.1.	Szenario.....	68
5.3.2.	Berechnung des Carbon Footprint vor dem 3D-Druck	69
5.3.3.	Umsetzung der lokalen 3D-Druckstationen.....	71
6.	Kritische Würdigung und Limitation.....	74
7.	Fazit	76
8.	Literaturverzeichnis	VII

1. Einleitung

Im Laufe der Industrialisierung zogen immer mehr Menschen vom Land in die Städte. Betrachtet man die stetig wachsenden Großstädte hält dieser Trend noch bis heute an. Trotz großer Nachfrage führt der Wohnraummangel zum weiteren Städteausbau, sei es in die Breite oder auch in die Höhe. Dieser sorgt dafür, dass sich in großen Städten Ballungszentren mit einer enorm hohen Bewohneranzahl bilden. Dadurch werden die Städte vor die Herausforderung gestellt, die Versorgung weiterhin entsprechend gewährleisten zu können: Angefangen mit elementaren Gütern wie Nahrung und Strom bis hin zur Auslieferung von Paketen bis vor die Haustür. Die zahlreichen ausliefernden Dienstleister haben sich mittlerweile fest in das Stadtbild eingebrannt, denn vor allem durch die Weiterentwicklung des Onlinehandels nimmt der Umfang der Paketzustellung immer mehr zu. Dabei müssen die Dienstleister nicht nur den stetig wachsenden Kundenansprüchen gerecht werden, sie müssen sich auch mit der Problematik der Umweltverschmutzung befassen, welche eine der größten Bedrohungen für die Lebensgrundlage der Erdbevölkerung darstellt.

Spätestens seit dem Film „Eine unbequeme Wahrheit“ des US-Amerikanischen Politikers Al Gore aus dem Jahre 2006, ist der zunehmende Ausstoß des Gases Kohlenstoffdioxid, kurz CO₂, als zentrale Ursache der Erderwärmung und damit des Klimawandels weltweit anerkannt. Neben der Industrie und dem Energiemarkt gilt der Verkehr als größter Verursacher für den vermehrten CO₂-Ausstoß. Dies ist auch ein zentraler Grund, weshalb diese Thematik in der heutigen Zeit immer mehr Beachtung in der Diskussion rund um die urbane Logistik finden muss.

Diese Arbeit hat daher zum Ziel, einen Vergleich bestehender sowie zukünftiger Modelle und Konzepte zu liefern, um anschließend unter Verwendung der Potentialanalyse und der Szenario-Methodik zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit, der Chancen zur Emissionsreduzierung sowie der Zukunftspotentiale die Frage zu beantworten, welche dieser Modelle und Konzepte die größten Optimierungserfolge zur Emissionsreduzierung in der urbanen Logistik versprechen.

1.1. Aufbau

Nach dieser Einführung in die Thematik soll in Kapitel 2. mit der Vermittlung des Grundlagenwissens begonnen werden, welches als Basis für das Verständnis der darauffolgenden Kapitel dienen soll. In Kapitel 2.1. erfolgt zunächst die Definition der urbanen Logistik, welche unter Zuhilfenahme der Bereiche Einflussgrößen auf den

Aufbau

Verkehr, E-Commerce, KEP-Dienste sowie Smart City geschieht. Darauf folgt in Kapitel 2.2. ein Einblick in die derzeitige Situation im Hinblick auf Emissionen im Verkehr, wobei neben dem Status Quo auch auf elektrische Antriebskonzepte eingegangen wird.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit Modellen und Konzepten zur Emissionsreduzierung. Hier wird ein Fokus auf die Nachtlogistik, das Lastenfahrrad, die logistischen Elektrofahrzeuge, die Logistikzentren und Micro-Hubs sowie auf die Packstationen gelegt, welche in dieser Arbeit als beispielhaft gelten.

In Kapitel 4 findet eine Potentialanalyse zur Emissionsreduzierung anhand der Gegenüberstellung eines herkömmlichen Dieselfahrzeugs mit einem rein elektrisch angetrieben Fahrzeug statt. Hierzu erfolgt in Kapitel 4.1. zunächst eine SWOT-Analyse zur Untersuchung der Elektromobilität. Anschließend wird in Kapitel 4.2 eine Wirtschaftlichkeits- und Kostenberechnung für beide Fahrzeuge, gefolgt von einer Analyse der CO₂-Einsparung und schließlich wird die Klimabilanz der Batterie des Elektroautos bewertet. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse. Mithilfe der Szenario-Technik findet in Kapitel 4.3. eine Analyse von Micro-Hubs in Kombination mit Lastenfahrrädern, unter Berücksichtigung der CO₂-Einsparung, statt.

Das fünfte Kapitel ermöglicht eine Exkursion in die additive Fertigung. Nachdem ein Einblick in die additive Fertigung in Kapitel 5.1. sowie in Kapitel 5.2. in die digitale Logistik gegeben wird, erfolgt in Kapitel 5.3. die Erläuterung sowie die Untersuchung des Szenarios. Hierbei wird die Berechnung des Carbon Footprint vor dem 3D-Druck herangezogen, um letztendlich eine Umsetzung der lokalen 3D-Druckstationen bewerten zu können.

Schlussendlich werden die Ergebnisse dieser Arbeit in Kapitel 6 diskutiert, welche die Basis für das Fazit und den Ausblick in Kapitel 7 bilden.

7. Fazit

Die zunehmende globale Urbanisierung stellt eine wesentliche Herausforderung für das 21. Jahrhundert dar. Die Gewährleistung der Versorgung auf logistischer Ebene erweist sich durch das zunehmende Bevölkerungswachstum in Kombination mit begrenztem Raumangebot als äußerst komplex.

In Folge von E-Commerce entstehen neue Kundenansprüche, welchen die KEP-Dienstleister nur durch das Angebot innovativer Serviceleistungen gerecht werden können. Diese Anspruchserfüllung führt zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen, welches wiederum einen negativen Einfluss auf die Umwelt hat. Da der Verkehr als ein Hauptverursacher von CO₂-Emissionen gilt, müssen sich auch die KEP-Dienstleister mit dem Thema Klimaschutz auseinandersetzen. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen ist aktuell ein zentrales Instrument, um im urbanen Verkehr einen Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können.

Bei dem direkten Vergleich eines Dieselfahrzeugs mit einem Elektroauto waren Emissionsreduzierungen ersichtlich, jedoch fielen insbesondere die hohen Anschaffungskosten auf. Diese können als ein wesentlicher Grund dafür angesehen werden, weshalb die Öffentlichkeit bislang den Sprung in die Elektromobilität meidet. Zwar werden immer mehr Elektrofahrzeuge zugelassen, jedoch machen sie im Vergleich zu den Verbrennern einen verschwindend geringen Anteil an den Fahrzeugen auf den deutschen Straßen aus.

Im Szenario-Konzept von Micro-Hubs in Kombination mit Lastenfahrrädern, kann ein finanzielles Sparpotential ermittelt werden. Hier entstehen nicht nur wegen der Reduzierung der Lieferfahrzeuge Einsparungen, sondern auch im Allgemeinen aufgrund der relativ geringen Kosten der Lastenräder. Hinzu kommt bei diesem Einsatz die Möglichkeit, durch verringerte Arbeitszeiten Personalkosten zu sparen. Neben der wirtschaftlichen Attraktivität bringt dieses Konzept auch einen nennenswerten Beitrag zur Emissionsreduzierung mit sich.

Nicht nur der Einsatz emissionsarmer KEP-Fahrzeuge sollte einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern hier sollte auch auf die immer schwieriger zu erfüllenden Kundenansprüche aufmerksam gemacht werden, welche für den umfangreichen Lieferverkehr verantwortlich sind. Durch Sensibilisierung der Kunden könnte eine Abkehr vom anhaltenden Konsumverhalten herbeigeführt werden, was zu einer nachhaltigeren Denkweise und Grundeinstellung beitragen kann.

Fazit

Schließlich kann anhand der erläuterten Erkenntnisse die bereits zu Beginn dieser Arbeit festgelegte Zielsetzung erfüllt werden. Diese galt der Beantwortung der Frage, welche der vorgestellten Modelle und Konzepte die größten Optimierungspotentiale zur Emissionsreduzierung in der urbanen Logistik mit sich bringen. So kann anhand der Betrachtung der in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse gesagt werden, dass der Einsatz von Elektroautos und insbesondere elektrischer Lastenräder die größten Optimierungserfolge zur Emissionreduzierung in der urbanen Logistik versprechen.