



ICEM – Intracity E-Mobility

Abschlussbericht Juli 2018

Ein Projekt der Wirtschaftsförderung Hamm



Durchgeführt von der SRH Hamm in Kooperation mit:



prognos





Autoren:

Prof. Dr. Jens Schaffer

Prof. Dr. Frank Czaja

Dr. Judith Kurte

Dipl.-Geogr. Sven Altenburg

Ole Sören Aufenvenne (M.Sc.)

Alphonse Brandstätter

Adnan Hujdur (B.Sc.)

Vembi Noverli (B.Sc.)

Julian Winkler

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
1.1.	Abstract Summary	5
1.2.	Untersuchungsanlass	5
1.3.	Forschungsfrage.....	6
1.4.	Hamm City Logistik (SRH Hamm)	6
2.	Projektorganisation	8
2.1.	Projekttablauf & Beteiligte	8
2.2.	Projektstruktur & Arbeitspakete	9
2.3.	Beschreibung der Arbeitspakete	10
3.	Projektergebnisse.....	22
3.1.	AP 1 – Überprüfung bestehender E-Mobilitätskonzepte	22
3.1.1.	AP 1.1 & AP 1.4 - Identifikation von national wie international entwickelten E-Mobilitätskonzepten (Prognos AG).....	22
3.1.2.	AP 1.2 & 1.3 Ableitung eines Anforderungskatalogs & Anpassung des Anforderungskatalogs (SRH Hamm).....	23
3.2.	AP 2 - Festlegung logistischer Anforderungen in der Last-Mile Logistik.....	25
3.2.1.	AP 2.1 Status Quo Last Mile-Logistik (KE-CONSULT)	25
3.2.2.	AP 2.2 & AP 2.3 Identifikation von Optimierungspotentialen & der notwendigen kommunalen Infrastruktur (KE-CONSULT)	30
3.2.3.	AP 2.4 Identifikation Infrastrukturbedarf durch Befragung der Hammer Einzelhändler & Gewerbetreibenden (SRH Hamm)	36
3.3.	AP 3 ICEM-Konzept	41
3.3.1.	Erweiterung des Projektfokus.....	41
3.3.2.	AP 3.1 Konzept eines elektrischen Last-Mile-Wirtschaftsverkehrs (SRH Hamm)	42
3.3.3.	AP 3.2 Konzept eines elektromobilen Umschlagzentrums (SRH Hamm).....	52
3.3.4.	Elektromobile Fahrzeuge.....	62
3.3.5.	AP 3.3 Evaluation / Sensitivitätsanalyse (SRH Hamm).....	67
3.4.	AP 4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	70
3.4.1.	AP 4.1 Betriebswirtschaftliche Betrachtung (KE-CONSULT).....	70
3.4.2.	AP 4.2 Volks-/Regionalwirtschaftliche Perspektive (Prognos AG).....	73

3.5.	AP 5 Umsetzungs- und Vermarktungskonzept	75
3.5.1.	AP 5.1 Realisierungskonzept	75
3.5.2.	AP 5.3 Umsetzungs-Roadmap	77
3.5.3.	AP 5.4 Prüfung Übertragbarkeit	79
4.	Quellenverzeichnis	82
5.	Tabellenverzeichnis.....	85
6.	Abbildungsverzeichnis	87
7.	Anhang	88
7.1.	Steckbriefe.....	88
7.1.1.	Dezentrale Belieferung mit innovativen elektrischen Fahrzeugen	88
7.1.2.	Geräuscharme Nachtlogistik (GeNaLog)	90
7.1.3.	ELMO – Elektromobile urbane Wirtschaftsverkehre	92
7.1.4.	carvelo2go	94
7.1.5.	RegLog	96
7.1.6.	Smart City Logistik.....	98
7.1.7.	Pilotprojekt zur nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikrodepot- Konzept auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg	100
7.1.8.	Freight Distribution Plan Utrecht.....	103
7.1.9.	Intelligente Steuerung der Ladekapazität für Elektrofahrzeuge im Depot.....	106
7.1.10.	Konsolidierungszentrum mit E-Fahrzeugen in Bristol/Bath.....	108
7.2.	Auswertung Umfrage.....	110
7.3.	Versuchsaufbau Testfahrt	112
7.4.	Gesprächsleitfaden.....	115
7.5.	Informationen KEP-Dienstleister	117
7.6.	Kostenschätzung Infrastruktur.....	119
7.7.	Vergleich Tabelle ICEM.....	122

Einleitung

1.1. *Abstract Summary*

Im Rahmen des Projektes „IntraCity E-Mobility“ (ICEM) wird ein Konzept entwickelt, mit dem die Last-Mile Distribution mit Hilfe von Elektromobilen vorgenommen werden kann.

Ziel des Projektes ist es zu ermitteln, ob es sinnvoll ist überregionale Transporte von der regionalen Distribution zu entkoppeln und die Zustellung auf Elektromobile zu übertragen, um somit die CO₂-Emissionen, Lärm und Feinstaub sowie die Verkehrsbelastung im Stadtbereich zu reduzieren. Die Initiative kam vom Rat der Stadt, der bereits vor Jahren ein konkretes Maßnahmenprogramm beschlossen hat, um den CO₂-Ausstoß im Straßenverkehr bis 2025 um 1/3 zu verringern. Mehr Elektromobilität im Lieferverkehr würde dieses Ziel erreichbarer machen.

Zu diesem Zweck wurden bestehende Konzepte betrachtet, die Anforderungen der Stadt Hamm analysiert und verschiedene Ansätze auf Basis der vorhandenen Liefermengen untersucht.

Im weiteren Verlauf wurde eine Umsetzung auf Basis der Konsolidierung in einem zentralen Umschlagzentrum sowie die Alternative der dezentralen Belieferung über Micro-Depots näher analysiert. Dabei stellte sich die Realisierung mit Hilfe des Aufbaus eines Pilot Micro-Hubs als ebenso effizienter wie pragmatischer Ansatz dar, so dass auf dieser Basis eine konkrete Roadmap zur Umsetzung dargestellt werden kann.

1.2. *Untersuchungsanlass*

In Deutschland leben bereits heute rund 75 % der gesamten Bevölkerung in Städten und auch für die kommenden Jahre wird ein anhaltendes Wachstum prognostiziert. Grund dafür ist der global auftretende Trend der Urbanisierung, der nicht nur die Städte in Deutschland, sondern auch die rund um den Globus zu Zentren der Produktivität und Wachstumsmotoren der Wirtschaft macht. Angesichts dieser Verdichtung der Lebensräume ergibt sich jedoch gleichzeitig eine erhebliche Verschärfung der bestehenden Verkehrs- und Umweltsituation, zu der insbesondere die zunehmenden Versorgungsverkehre einen entscheidenden Beitrag leisten.

Bereits in Stuttgart forderte das Verwaltungsgericht im Juni 2018 ein Fahrverbot für Dieselfahrzeuge der Euronorm vier und schlechter ab 2019. Die juristische Auseinandersetzung mit dem Umweltschutz kann sich landesweit intensivieren, deshalb sind weitere Fahrverbote oder ähnliche Maßnahmen in anderen Landesteilen nicht auszuschließen.

Die nachhaltige Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel und darauf abgestimmter Wirtschafts- und Logistikkonzepte stellt ein besonderes Anliegen dar. Es ist daher in der Konsequenz richtig zu

prüfen, ob und wie die umweltfreundliche Elektromobilität in ein kommunales Logistiksystem eingebunden werden kann.

1.3. *Forschungsfrage*

Mit dieser Studie soll überprüft werden, ob bzw. unter welchen Bedingungen eine Elektromobile Last-Mile Belieferung in Hamm erfolgreich umgesetzt werden kann. Dies umfasst die konkrete Analyse, ob der Ansatz des Micro-Depots oder eines zentralen Verteilzentrums sinnvoll ist, sowie, ob sich eine elektromobile Zustellung im Innenstadtbereich generell lohnt. Die entsprechenden Parameter und Kriterien werden innerhalb des Projekts analysiert und mit Experten aus verschiedenen Fachbereichen diskutiert, um eine fundierte Entscheidung treffen zu können.

1.4. *Hamm City Logistik (SRH Hamm)*

Aufgrund verschiedener Hinweise seitens der Projektbeteiligten wurde zu Beginn des ICEM-Projekts das Konzept der Mitte der 1990er Jahre in Hamm gegründeten City Logistik GmbH, auf Basis einer Ausarbeitung der TU Hamburg, untersucht. Als City-Logistik definieren die Autoren unter anderem eine strategische und zielgerichtete Bündelung von Waren und Gütern, die im Funktionsfeld der Stadt vom Wirtschaftsverkehr befördert werden. Ziel des Hammer City-Logistik-Konzeptes war es mit Hilfe eines Kooperationsprojektes von Kommune und Verbänden verschiedener privatwirtschaftlicher Akteure eine Optimierung von Transportströmen zu erreichen.

Im Wesentlichen beschäftigt sich die Arbeit mit einer problemorientierten Bestandsaufnahme. Hierzu wurden alle stadtstrukturellen, verkehrlichen und wirtschaftlichen Grunddaten der Stadt Hamm als Rahmenbedingungen dargestellt. Diese wurden als Einflussfaktoren auf die Konzeptentwicklung und die anschließende praktische Umsetzung definiert.

Die Stadt Hamm hat aufgrund einer großen landwirtschaftlichen Fläche eine geringe Bevölkerungsdichte. Trotz Barrieren, wie der Lippe und des Datteln-Hamm-Kanals, ist das Zentrum der Stadt gut erschlossen. Die B61 und B63 verlaufen mitten durch die Innenstadt. Zusätzlich sind fünf Auf- bzw. Abfahrten der A1 und A2 in direkter Stadtnähe. Jedoch ist das Straßennetz fast ausschließlich auf die Innenstadt ausgerichtet. Bezogen auf das gesamte Stadtgebiet fehlen leistungsfähige Tangenten. Zudem ist Hamm durch einen hohen Motorisierungsgrad gekennzeichnet. Dies liegt der Siedlungsstruktur und der geringen Nutzung von ÖPNV zu Grunde. Der Ost-West bzw. Nord-Süd Verkehr wird viel durch das Zentrum geführt. Durch den zentral gelegenen Bahnhof und die dafür benötigten Bahnübergänge und –Unterführungen entstehen hierbei Engpässe.

Die City-Logistik Hamm GmbH entstand im Jahre 1995 und setzte sich aus der konkreten Zusammenarbeit zweier Speditionen zusammen. Auslöser für die Teilnahme an einem solchen Projekt waren nach Angaben der Speditionen die bekannten Probleme bei der täglichen Warenanlieferung in der Innenstadt von Hamm. Ferner sollte durch die Kooperation die Effizienz der Innenstadtbeflieferung gesteigert werden. Nach einer lokalen und regionalen Planung wurde die LEG-Fläche auf dem ehemaligen Thyssen-Gelände als Standort für die City-Logistik ausgewählt. Durch das Angebot von diversen Dienstleistungen, wie z.B. gebündelte Warenanlieferung, Heimlieferservice und Entsorgungslogistik für Verpackungen sowie durch die Bereitstellung von ca. 13.000m² variabler Lagerfläche sollten möglichst viele potentielle Kunden angesprochen werden. Zum Zeitpunkt der Untersuchung dieser Arbeit unterhielt die CityLogistik Hamm GmbH Geschäftsbeziehungen zu zehn Kunden, welche überwiegend die Lagerfläche nutzten. Die für das Projekt angeschafften City-Logistik-Fahrzeuge belieferten hauptsächlich die Handels- und Gastronomiekunden der beiden Gesellschafter in der Innenstadt.

Zur Ermittlung der Haltung des Handels gegenüber der City-Logistik Hamm wurde eine Befragung mittels Interviews durchgeführt. Die Befragung ergab, dass nicht die Unkenntnis über das Projekt zum Misserfolg des Projektes geführt hat. Ein wesentliches Problem, das zur Ablehnung des Projektes geführt hat, ist, dass der Handel keine Schwierigkeiten in der zu dem Zeitpunkt aktuellen Form der Warenversorgung, Lagerung, des Heimlieferservice und der Entsorgung gesehen hat. Außerdem fehlte dem Handel die Zukunftsvision, mit der Umsetzung des Projektes eine bessere Einkaufsqualität und somit Mehreinnahmen zu erreichen; fehlende Kundenunzufriedenheit war hierbei ebenfalls ausschlaggebend. Die durch das Projekt voraus gesagte Kostenersparnis in Form von Mitarbeiterstunden wurde von den Händlern kritisch beäugt, da nur ca. 10% der Befragten Personal einzig zur Warenannahme einstellten. Zu Beginn der 90er Jahre hielt außerdem die Umstrukturierung weg vom Einzelhandel hin zum Filialbetrieb in Hamm große Bedeutung. Dies führte dazu, dass kaum mehr Zusammenhalt zwischen den Händlern bestand, da sie größtenteils bereits Mitglied in einem Verband waren und somit kein Interesse an einer Zusammenlegung der Warenströme hegten. Die Autoren gehen abschließend davon aus, dass die Aussagen der Händler hierbei nur als Schutzbehauptungen getroffen wurden, da sie sich noch nicht ausreichend mit dem Thema beschäftigt hatten. Ein Umdenken der Händler ist daher notwendig, jedoch schwierig zu erreichen.

Die technologische Entwicklung in vielen Bereichen, wie der mobilen Kommunikation oder Elektromobilität sowie die besonders durch das Geschäftsfeld E-Commerce steigenden Kapazitätsbedarfe im Bereich der KEP-Dienstleister, aber auch die Bereitschaft von Unternehmen neue Kooperationsformen zu diskutieren, erschaffen ein deutlich verändertes Umfeld. Insofern haben sich die Voraussetzungen für ein entsprechendes Konzept gegenüber 1995 in knapp zwei Jahrzehnten signifikant verändert.

2. Projektorganisation

2.1. *Projekttablauf & Beteiligte*

Die Erstellung der ICEM Studie wird federführend durch die SRH Hamm erbracht und durch die Prognos AG sowie die KE-CONSULT Kurte & Esser GbR maßgeblich mit fachlichen Expertisen zu E-Mobilitätskonzepten, Statistiken und Entwicklungstrends in der Last-Mile Logistik sowie einer Konzeption eines elektrischen Last-Mile-Wirtschaftsverkehrs und deren Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterstützt. Durch die Projektleitung werden in regelmäßigen internen Abstimmungen zwischen den Projektbeteiligten sowie regelmäßigen Statussitungen mit dem Auftraggeber die Entwicklung des Projektes sowie deren Dokumentation sichergestellt. Folgende Arbeitsschritte wurden dazu festgelegt und terminlich und personell für die Durchführung der Studie geplant:

- Koordination der Projektbeteiligten
- Schnittstelle zur Wirtschaftsförderung
- Einrichtung eines „Praktiker“-Beirats (Logistiker, Bauträger, Händler, städtische Vertreter)
- Regelmeetings und Fortschrittsdokumentation mit Beirat und Auftraggeber

Für zusätzliche fachliche Beratung wurde ein Beirat gegründet, welcher regelmäßig einberufen wird. Dieser setzt sich aus Vertretern der Stadt und Wirtschaftsförderung Hamm, sowie der regional ansässigen Unternehmen aus den Bereichen Bauwesen, Logistik (KEP-Dienstleistung & Spedition) & Elektromobilität zusammen.

Die Projektlaufzeit beträgt ein Jahr und startete im Juni 2017. Innerhalb dieses Zeitraums sind die Aufgaben innerhalb der Arbeitspakete eindeutig zugewiesen. Im Folgenden werden die Verantwortlichen in Klammern hinter den Arbeitspaketen angegeben.

2.2. Projektstruktur & Arbeitspakete

Um die Bearbeitung der Projektinhalte möglichst effizient gestalten zu können wurden fünf Arbeitspakete definiert.

Arbeitspaket 1 - Überprüfung bestehender E-Mobilitätskonzepte

- AP1.1 - Identifikation von international entwickelten E-Mobilitätskonzepten (Prognos AG)
- AP1.2 - Ableitung eines Anforderungskatalogs“ (SRH Hamm)
- AP1.3 - Anpassung des Anforderungskatalogs an die Umwelt- und Verkehrsaufgaben in Hamm (SRH Hamm)
- AP1.4 - Übertragbarkeit und Passgenauigkeit der Best-Practice für Hamm (Prognos AG)

Arbeitspaket 2 - Festlegung logistischer Anforderungen in der Last-Mile Logistik

- AP2.1 - Status Quo Last-Mile Logistik (B2B, B2C) (KE-CONSULT)
- AP2.2 - Identifikation Optimierungspotentiale (KE-CONSULT)
- AP2.3 - Notwendige kommunale Infrastruktur zur Hebung der Optimierungspotentiale (Prognos AG)
- AP2.4 - Identifikation Infrastrukturbedarf Hamm (SRH Hamm)

Arbeitspaket 3 - ICEM-Konzept

- AP3.1 - Konzept eines elektrischen Last-Mile Wirtschaftsverkehrs (SRH Hamm)
- AP3.2 - Konzept eines Elektromobilen Umschlagzentrums (SRH Hamm)
- AP3.3 - Evaluation/Sensitivitätsanalyse (SRH Hamm)

Arbeitspaket 4 -Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- AP4.1 - Betriebswirtschaftliche Perspektive (KE-CONSULT)
- AP4.2 - Volks-/ Regionalwirtschaftliche Perspektive (Prognos AG)

Arbeitspaket 5 - Umsetzungs- und Vermarktungskonzept

- AP5.1 – Realisierungskonzept (SRH Hamm)
- AP5.2 – Standortanalyse (SRH Hamm)
- AP5.3 - Umsetzungs-Roadmap (SRH Hamm)
- AP5.4 - Übertragbarkeit auf andere Kommunen (SRH Hamm)

2.3. Beschreibung der Arbeitspakete

Arbeitspaket 1.1: (Identifikation von international entwickelten E-Mobilitätskonzepten)

In einem ersten Schritt soll im Projekt ein Überblick darüber gegeben werden, welche E-Mobilitätskonzepte im Wirtschaftsverkehr bereits an anderen Orten erprobt und realisiert wurden. Das Projektteam verfügt durch seine durchgeführten Marktstudien sowie die Evaluationen verschiedener Förder- und Forschungsprogramme (vgl. Referenzen) über einen fundierten Überblick darüber, in welchen räumlichen Kontexten Konzepte erprobt wurden, die zumindest in Teilaspekten mit dem ICEM vergleichbar sind. Ein Großteil derartiger Konzepte konzentriert sich zwar in Regionen (v.a. Kernstädte), die von ihrer Raumstruktur her nur eingeschränkt mit der Mittelstadt Hamm vergleichbar sind, dennoch bietet sich anhand einzelner Konzepte durchaus die Möglichkeit, bspw. Erfahrungen zu Machbarkeiten, Erfordernissen und Umsetzungsschritten für das ICEM Hamm zu nutzen.

Daher sollen bestehende nationale und internationale Forschungs- und Förderprogramme aus dem Bereich der Elektromobilität (z.B. „Schaufenster Elektromobilität“) danach ausgewertet werden, welche einzelnen Projekte Ansatzpunkte für die Konzeption und Umsetzung des ICEM bieten können. Ergänzt wird die Recherche durch eine Sammlung von in Eigeninitiative von Regionen und Logistikern etablierten Pilotprojekten.

Alle identifizierten Projekte werden in einheitlichen Steckbriefen aufbereitet, die die Kernaspekte (z.B. regionaler und raumstruktureller Kontext, involvierte Stakeholder, infrastruktureller Rahmen, Finanzierungskonzept usw.) gut vergleichbar gegenüberstellen.

Diese Steckbriefe werden in den folgenden AP mit den Anforderungen und Rahmenbedingungen in Hamm in Kontext gesetzt und auf Basis dieses Abgleichs die Übertragbarkeit und Passgenauigkeit einzelner Elemente der gesammelten Best-Practice-Beispiele herausgearbeitet.

Arbeitspakete 1.2. & 1.3: (Ableitung eines Anforderungskatalogs / Anpassung des Anforderungskatalogs an die Umwelt- und Verkehrsaufgaben in Hamm)

Die Stadt Hamm hat sich dazu verpflichtet die Verkehrsbelastungen zu reduzieren und gibt dazu, als bislang einzige Stadt in NRW, konkrete Obergrenzen der Verkehrsbelastung für alle Hauptverkehrsstraßen vor. Aktuell wird bereits der gezielte Bau von Ortsumgehungen und eine innovative Verkehrslenkung forciert. Ergänzt werden sollen die Maßnahmen durch eine nachhaltige Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel. In Hamm soll der CO₂-Ausstoß bis 2025 um 1/3 (- 53.000 t) gesenkt werden, was mit den prognostizierten Verkehrszunahmen, insbesondere im wirtschaftlichen Güterverkehr, in Gefahr gebracht wird.

Die Studie wird daher zunächst die konkreten Ziele der Stadt Hamm aufgreifen und bewerten in welchem Umfang Einsparungen vorgenommen werden müssen. Die Inhalte des zu erarbeitenden Konzeptes adressieren daher klar die Umwelt- und Verkehrsaufgaben der Stadt Hamm. Um später besser abstrahieren zu können, werden auch weitere Faktoren berücksichtigt. So stellt z. B. Feinstaub eine größere Belastung in Ballungsgebieten als in Mittelzentren dar.

Arbeitspaket 1.4: (Übertragbarkeit und Passgenauigkeit der Best-Practice für Hamm)

Das Thema Elektromobilität in der Logistik wurde bereits an mehreren Stellen adressiert. So arbeiten z. B. die Deutsche Post und UPS an Elektromobilen, mit denen die Last-Mile-Distribution vorgenommen werden soll. Des Weiteren gibt es bereits Ansätze Großstädte verkehrstechnisch zu entlasten und es existieren auch grobe Ideen, wie ein Übergang gestaltet werden kann. Die bisherigen Konzepte beschäftigen sich allerdings entweder mit Ballungszentren oder legen ihren Fokus auf eine Metabetrachtung, in der auf Details nicht näher eingegangen wird. Es muss daher geprüft werden, ob und inwieweit die bisherigen Erkenntnisse („Best-Practice“) auf Mittelzentren übertragen werden können. Die identifizierten Teilaspekte fließen dann ins Gesamtkonzept mit ein. Am Schluss erfolgt eine Bewertung ihres Einflusses, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Rahmenbedingungen.

Arbeitspakete 2.1 & 2.4: (Status Quo Last-Mile Logistik (B2B, B2C) / Identifikation Infrastrukturbedarf Hamm)

Die Status-Quo-Analyse im Bereich der Last-Mile-Logistik baut auf eine umfangreiche Wissens- und Datenbasis zu den Strukturen, Marktsegmenten und zukünftigen Entwicklungen im Wirtschaftsverkehr und Logistiksektor auf, die bei der KE-CONSULT vorliegen. Auf deren Basis können die einzelnen Marktsegmente und deren charakteristischen Strukturen aufgezeigt und verdeutlicht werden.

Zunächst geht es im Rahmen der Status-Quo-Analyse in einem ersten Schritt darum, die innerstädtischen bzw. zentrumsnahen Wirtschafts- / Transportverkehre zu systematisieren und zu strukturieren. Dabei spielen insbesondere die Stückgutlogistik, die Konsumgüterlogistik und die Entsorgungslogistik eine zentrale Rolle. Besonderes Augenmerk wird zudem auf den KEP-Markt und dessen logistische Strukturen und Prozesse gelegt. Die KEP-Dienstleister übernehmen einen wichtigen Teil der innerstädtischen Transport- und Lieferprozesse aus verschiedenen Marktsegmenten (Handel, Fashion, FMCG, Health Care, Ersatzteillogistik etc.). Die Bedeutung des KEP-Marktes wird nicht zuletzt aufgrund der Zunahme des Online-Handels in Zukunft noch weiter steigen.

Die Stückgutlogistik ist zunehmend mit neuen Aufgaben und Herausforderungen insbesondere auf der letzten Meile konfrontiert, die bereits im KEP-Markt sichtbar sind und dort bereits in der strategischen Planung, in der Unternehmensausrichtung und in den organisatorischen und logistischen Prozessen aufgegriffen werden. Hierzu zählen u.a.:

- Fragmentierung der Sendungen,
- kleinere Sendungsgrößen,
- Standardisierung und Automatisierung der Prozesse zur Effizienzsteigerung,
- Digitalisierung, Tracking und Tracing,
- Geschwindigkeit und Frequenz der Belieferung,
- Zustellwünsche des Kunden (B2B und B2C): räumlich, zeitlich, Schnelligkeit.

Insofern können die Entwicklungen im KEP-Markt zugleich die Heraus- und Anforderungen verdeutlichen, denen sich die Unternehmen und Anbieter in den übrigen logistischen Teilmärkten gegenübersehen. Teilweise antizipieren die Unternehmen diese Entwicklungen bereits und reagieren dementsprechend.

Für die zu untersuchenden „n“ Marktsegmente werden die charakteristischen Lieferprozesse im innerstädtischen Kontext analysiert und herausgearbeitet. Dies wird anhand geeigneter Kriterien und Indikatoren veranschaulicht.

Dies sind zum Beispiel:

- Strukturen: Organisation der Wirtschaftsverkehre, Transport- und Logistiknetze, Netzinfrastruktur, IT-Infrastruktur, Umschlagsinfrastruktur
- Anbieter: Akteure, Geschäftsmodelle, Transport-, Logistikdienstleister, Eigen-/Werkverkehr, „Spezialisten“
- Liefer- und Zustellkonzepte: Konsolidierungs-, Sammelverkehre, Direktverkehre: typische Lieferprozesse, Innovationen und Alternativen in der Zustelllogistik (Güterverteilzentren, Urban Hub, Mikrodepot, Automatisierung,...)
- Flächenbedarf und Logistikimmobilien (Anzahl, Größe, Qualität,...),
- Fahrzeugparameter: Elektrifizierung, Fahrzeugstruktur, Größe und Nutzlast,
- Verkehrsparameter: Fahrzeugeinsatz, Verkehrsaufkommen / Sendungsvolumen, Liefer-Zeitfenster
- Wirtschaftliche Aspekte: Betriebliche Effizienz, Kostendruck, gesamtwirtschaftliche Effizienz
- Umweltaspekte: CO₂, Feinstaub und Stickoxide.
- Wirtschaftsverkehr als Verkehrsbehinderung und Belastung städtischer Gebiete.

Arbeitspaket 2.2: (Identifikation Optimierungspotentiale)

Aufbauend auf den Ergebnissen zu den Transporten und Prozessen aus dem vorhergehenden Arbeitsschritt werden mögliche Verbesserungspotenziale insbesondere für den KEP- und den Stückgutverkehr abgeleitet. Unter Berücksichtigung von Trends und Entwicklungsmöglichkeiten werden Strategien zur ressourcenschonenden Logistik identifiziert und deren Wirkung auf betriebswirtschaftliche, logistische und Umweltaspekte beschrieben. Soweit möglich werden die Optimierungsbeiträge quantifiziert, in jedem Falle jedoch qualitativ beschrieben. Die folgenden Beispiele verdeutlichen die Vorgehensweise:

- Räumliche und zeitliche Organisation der Verkehre, z.B. Entlastung der Spitzenzeiten durch Nachtbelieferungen; Flexibilisierung von Lieferzeiten reduzieren die Fehlversuche bei der Zustellung und/oder lange Wartezeiten.

- Fahrzeuge: Anpassung der Fahrzeuge an veränderte Sendungsstrukturen und Zustellprozesse ermöglicht optimierte Beladung und Lieferung. Aufgrund der geringeren Bündelungsmöglichkeiten werden kleinere Fahrzeuge zum Einsatz kommen, um so den sinkenden Auslastungsgrad aufzufangen.
- Last-Mile-Konzepte, Innovation, Urban Hubs: Eine weiter zunehmende Verschärfung der Zufahrtsreglementierung, insbesondere in Innenstädten und Wohngebieten, wird zu einer zunehmenden Fragmentierung der letzten Meile führen. Größere Fahrzeuge werden gebündelt Sendungen an regionale Hubs außerhalb der zufahrtsbeschränkten Zonen liefern. Von dort aus werden mit Elektrofahrzeugen Urban Hubs bedient von denen die Endkunden mit klimaneutralen Zustellformen (Lastenfahrräder, Drohnen, automatisierte Zustellfahrzeuge) bedient werden. Die Maße und Gewicht der Fahrzeuge werden sich an die Zufahrtsreglementierungen anpassen.
- Digitalisierung: Der Megatrend der Digitalisierung wird eine weitgehende Digitalisierung der Endkunde - Produzent - Beziehung und der gesamten Lieferkette bedingen. Die Lieferfahrzeuge werden mit vielfältigem Digitalequipment ausgerüstet sein und letztlich zu fahrbaren Packstationen werden. Die Digitalisierung ermöglicht die durch steigende Individualisierung bedingte geringe Auslastung teilweise zu kompensieren und einen höheren Stoppfaktor zu ermöglichen. Durch das Marktwachstum werden mehr Fahrzeuge im unteren Nutzlastbereich benötigt, die durch die Digitalisierung ermöglichten Produktivitätsgewinne werden aber diese Bedarfe teilweise kompensieren. Die Digitalisierung wird durch Tourenoptimierung auch einen wirtschaftlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen ermöglichen.
- Elektrifizierung: Die politisch gewollte Vorteilsregelung für Elektrofahrzeuge und die bevorstehenden Restriktionen für Dieselfahrzeuge führen dazu, dass der Anteil der Lieferfahrzeuge im unteren Nutzlastsegment steigt, tendenziell kommt es zu häufigeren Fahrten mit niedrigerem Auslastungsgrad. Durch den technischen Fortschritt werden die durch die schweren Batterien bedingten Nutzlastverluste der Fahrzeuge jedoch geringer. Gleichzeitig erhöht sich durch den technischen Fortschritt die Leistungsfähigkeit der Batterie und somit wird die durchschnittliche Transportweite im Wesentlichen gleich bleiben. Durch die Vorteilsregelungen wird einerseits eine größere Stückzahl von Elektrofahrzeugen und damit eine Kostendegression erwartet. Folglich werden Elektrofahrzeuge auch für kleinere Unternehmen interessant. Letztlich wird der Anteil der Fahrzeuge mit Elektroantrieb deutlich steigen.
- Kooperationen (intra-, interlogistisch): Die Kooperation einzelner Marktteilnehmer miteinander spielt eine zunehmend wichtige Rolle. Dabei geht es um verschiedene Marktbeziehungen und Kooperationsformen. Ziele des kooperativen Marktverhaltens sind z.B. die Erhöhung und Steigerung von Marktpräsenz und Marktanteilen, die Erzielung von Effizienzvorteilen, eine höhere Netzabdeckung sowie die Abrundung und das Angebot von Logistikdienstleistungen aus einer Hand.

Arbeitspaket 2.3: (Notwendige kommunale Infrastruktur zur Hebung der Optimierungspotentiale)

Die Möglichkeit verschiedene Last-Mile-Konzepte sinnvoll einzusetzen hängt massiv von den Voraussetzungen der jeweiligen kommunalen Infrastruktur ab, welche daher ex ante identifiziert werden muss. Einen wichtigen Aspekt stellt die Möglichkeit einer intermodalen Verkehrsanbindung dar. Im Idealfall können Schiene, Binnenschifffahrt und Straße (trimodal) über das Umschlagzentrum verknüpft werden. Dies ist auch direkt mit einem zweiten, wichtigen Aspekt, den verfügbaren Flächen und den erforderlichen Gebäuden, korreliert. So muss eruiert werden, wie nah ein Umschlagzentrum bei den Endkunden angesiedelt werden kann. Dies hat z. B. einen wesentlichen Einfluss darauf, wie kompakt das Umschlagzentrum gebaut sein muss und gleichzeitig auch darauf, ob z. B.

Lastenfahräder und/oder Elektro-Pkw eingesetzt werden können. Die Versorgung mit Strom muss ebenfalls sichergestellt werden. Der Anschluss von Schnellladesäulen zum Laden der Elektromobile erfordert einen Anschluss an das Mittelspannungsnetz, was nicht an jeder Stelle ohne merklichen Einfluss auf das Verteilungsnetz möglich ist. Insbesondere bei KEP-Dienstleistern ist ein sehr schneller Umschlag der Waren erforderlich, sodass eine enge Vernetzung von An- und Auslieferung erforderlich ist. Um dies gut abbilden zu können, sind schnelle Datenübertragungsnetze erforderlich.

Arbeitspaket 3.1: (Konzept eines elektrischen Last-Mile Wirtschaftsverkehrs)

Die derzeitige starke Wettbewerbssituation im Speditions- und Transportgewerbe sorgt für einen starken Verdrängungswettbewerb. Neue logistische Konzepte sind unter diesen Umständen unter Kosten- und Zeitgesichtspunkten nur schwer zu realisieren.

Insbesondere für die Nahbereichsverkehre werden in naher Zukunft somit kaum Lösungen außerhalb des Straßenverkehrs verfügbar sein. Das prognostizierte Verkehrswachstum, die steigenden Umweltauflagen und veränderte Versandstrukturen sowohl im B2B als auch im B2C Bereich stellen aber Anforderungen an die Versorgung der Zukunft, die mit den heutigen Systemen nicht geleistet werden können.

Der Grundgedanke, welcher das politische Handeln leitet, liegt bei Umschlagskonzepten, die einen möglichst geringen Flächenverbrauch aufweisen und gleichzeitig möglichst nah an dicht besiedelten Ballungsräumen liegen, um die Transportwege zu reduzieren. Im Idealfall werden nur bestehende, bereits versiegelte Flächen, und nicht „die grüne Wiese“ verwendet. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an lokale Emissionen, wie z. B. Feinstaub. Die aktuellen Forschungsbedarfe unter den beispielhaften Stichpunkten City-Logistik, Morgenstadt oder E-Mobility zeigen, dass insgesamt großer Bedarf an zukunftsfähigen Logistikkonzepten besteht.

Folgende Aspekte sollen untersucht werden:

- Anforderungen und Rahmenbedingungen der Last Mile in Mittelstädten
- Einsatzpotentiale elektrischer Fahrzeuge
- Organisationsformen und Verteilkonzepte
- Logistische und infrastrukturelle Voraussetzungen zur Elektrifizierung des Wirtschaftsverkehrs

Wie beschrieben, stehen Speditions- und Transportunternehmen in einem starken kostengetriebenen Wettbewerb, welcher innovativen und noch nicht erprobten Lösungsansätzen entgegenwirkt. Gleichzeitig nehmen der Logistikbedarf, die Urbanisierung sowie der demographische Wandel weiter zu. Dies führt zu einem prognostizierten Verkehrswachstum auf der Straße, welcher ohne neue Lösungskonzepte in der bestehenden Infrastruktur nicht abgedeckt werden kann. Eine Verknüpfung von überregionalem Transport via Schiene und Binnenschiff und der City- bzw. Last-Mile-Logistik stellt eine vielversprechende, wenn nicht sogar notwendige Alternative zu den bestehenden Systemen dar. Zunehmende Staulängen, (lokale) Emissionen, sowie Lärm als auch Schmutz, sind schon heute erkennbare Folgen, die um Versorgungsengpässe und Kostenveränderungen in der Zukunft ergänzt werden.

Unter Beachtung all dieser geschilderten Gesichtspunkte, muss ein zukunftsfähiger Wirtschaftsverkehr auf der letzten Meile die folgenden eng miteinander verknüpften Ansprüche erfüllen:

- Hohe Qualitätsansprüche der Kunden bzgl. Liefergeschwindigkeit und Flexibilität
- Hochwertiger Anschluss an überregionale Transportströme
- Möglichst geringe verkehrliche und ökologische Belastung insbesondere der Liefergebiete
- Wirtschaftliche Darstellbarkeit auf Seiten der Logistik
- Möglichst konfliktarme Integration der benötigten Infrastruktur in die Siedlungsstruktur trotz hoher Flächenkonkurrenzen

Der verstärkte bzw. vorrangige Einsatz elektrisch betriebener Fahrzeuge auf der letzten Meile bietet die Chance, den wachsenden Qualitätsanforderungen im städtischen Lieferverkehr gerecht zu werden und gleichzeitig die negativen ökologischen Effekte selbst in sensiblen Wohngebieten zu minimieren. Um den Einsatz elektrischer Fahrzeuge sowohl organisatorisch als auch wirtschaftlich realisieren zu können, muss den operierenden Unternehmen allerdings die Möglichkeit gegeben werden, ihre Konzepte den veränderten Nachfragestrukturen und den spezifischen Eigenschaften elektrischer Fahrzeuge anzupassen. Im Kern ist dazu die Schaffung neuer Umschlagzentren nötig, die näher am Kunden (also innerstädtisch) gelegen sind und zudem alle technischen (Ladeinfrastruktur) und organisatorischen (Anbindung an intermodale Schnittstellen) zur Verfügung stellen.

Bevor im AP 3.2. ein Konzept für ein derartiges Zentrum erarbeitet wird, stellt das AP 3.1. zunächst die grundlegenden Anforderungen zusammen, indem der Last-Mile-Verkehr in Mittelstädten am Beispiel Hamm anhand von Einschätzungen zu wesentlichen Kennzahlen aufbereitet wird:

- Sendungsvolumina
- Durchschnittliche Fahrtweiten
- Struktur der eingesetzten Fahrzeuge
- Fahrleistungen und Energiebedarf

Diese Kennzahlen zur Nachfrage werden im Anschluss genutzt, um wesentliche Anforderungen bei der Elektrifizierung des Lieferverkehrs abzuleiten:

- Anzahl benötigter Fahrzeuge
- Fahrtweiten und Dauer der Touren je Fahrzeug
- Benötigte Ladeinfrastruktur und Ladedauer
- Weitere organisatorische und intermodale Anforderungen an ein innerstädtisches Umschlagzentrum

Arbeitspaket 3.2: (Konzept eines Elektromobilen Umschlagzentrums)

Insbesondere für Nahbereichsverkehre stehen in naher Zukunft kaum Lösungen außerhalb des Straßenverkehrs zur Verfügung. Das prognostizierte Verkehrswachstum, die steigenden Umweltauflagen und veränderte Versandstrukturen sowohl im B2B als auch im B2C Bereich stellen aber Anforderungen an die Versorgung der Zukunft, die mit den heutigen Systemen nicht geleistet werden können.

Der Grundgedanke, welcher das politische Handeln leitet, liegt bei Umschlagskonzepten, die einen möglichst geringen Flächenverbrauch aufweisen und gleichzeitig möglichst nah an dicht besiedelten Ballungsräumen liegen, um die Transportwege zu reduzieren. Im Idealfall werden nur bestehende, bereits versiegelte Flächen, und nicht „die grüne Wiese“ verwendet.

Das Forschungsprojekt CCD stellt eine sehr gute Basis für die Entwicklung des Elektromobilen Umschlagzentrums dar, da die Erkenntnisse sich zu einem guten Teil übertragen lassen. So wurden erkennbare Nachteile verbreiteter Umschlagzentren reduziert und ein ökonomisch und ökologisch optimierter Lösungsansatz zur Planung moderner und zukunftsweisender Transportketten inklusive der unvermeidbaren Umschlagzentren vor dem Hintergrund eines reduzierten Flächenbedarfs entwickelt. Üblicherweise sind Cross Docking Zentren als bestandslose Umschlagzentren auf Rampenhöhe in einer Ebene gebaut. Diese konventionellen Cross Docking Zentren sind mit durchschnittlich 80 bis 150 Verladetoren ausgestattet und benötigen einen entsprechenden Flächenbedarf.

Anforderungen hinsichtlich Flächenbedarf, Umweltbedingungen und veränderten Sendungsstrukturen können mit diesen bestehenden Konzepten nur unzureichend erfüllt werden. Auch der Forderung einer verstärkten Nutzung multimodaler Transporte genügen die aktuellen Lösungsansätze häufig nicht. Darüber hinaus werden aus Kostengründen solche Umschlagsknoten bevorzugt auf der „grünen Wiese“ oder in unmittelbarer Nähe der genutzten Verkehrsinfrastrukturen errichtet.

Ziel des CCD-Forschungsprojektes war es, die bekannten Nachteile von konventionellen Umschlagzentren hinsichtlich ihres Flächenverbrauchs und ihrer vorrangig auf den Straßenverkehr fokussierten Transportprozesse zu beseitigen. Um dieses Ziel zu erreichen ist ein ökonomisch und ökologisch ausgerichteter Lösungsansatz verfolgt worden der sich insbesondere dem

Nachhaltigkeitsgedanken verpflichtet hat. Der Anbindung einer Elektromobilen Distribution stellt damit eine (nahezu logische) Weiterentwicklung des CCD-Konzeptes dar.

Folgende Aspekte sollen untersucht werden:

- Anforderungen und Rahmenbedingungen für den Standort
- Bau und Betriebsmodus
- Vergleich konkurrierender, technischer Systeme
- Marktverfügbarkeit und notwendiger Modifikationsbedarf
- Regulatorische Rahmenbedingungen

Arbeitspaket 3.3: (Evaluation/Sensitivitätsanalyse)

Die Evaluation des ICEM-Konzeptes soll mit Hilfe verschiedener, noch näher zu bestimmender Key Performance Indicators (KPIs) vorgenommen werden. Dadurch wird es möglich einen Vergleichsmaßstab zu schaffen, mit dem die Ergebnisse transparent bewertet werden können. Es werden dabei mehrere Ziele verfolgt. Zum einen sollen die Ergebnisse mit dem Status-Quo und möglichen, bekannten Alternativkonzepten verglichen werden. Zum anderen soll eine Sensitivitätsanalyse vorgenommen werden, mit der die wichtigsten Einflussgrößen identifiziert werden können. Dies ermöglicht sowohl einen besseren Ressourceneinsatz, als auch eine detailliertere Risikoabschätzung. Beide sind für das anschließende Realisierungskonzept sowie Empfehlungen an die Politik erforderlich. Die folgende Tabelle gibt einen ersten Überblick über bereits vorab identifizierte KPIs. Im Laufe der Studie werden diese konkretisiert und ergänzt.

Arbeitspaket 4.1: (Betriebswirtschaftliche Perspektive)

Der Bau eines ICEM-Umschlagzentrums, dessen Betrieb und die logistischen städtischen Prozesse werden kann nur dann erfolgreich durchgeführt werden, wenn sie betriebswirtschaftlich darstellbar sind. Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind die im vorigen Arbeitspaket ermittelten Kosten und vorgeschlagenen Erlösmodelle. Ziel ist es, die betriebswirtschaftliche Bewertung als Vollkostenrechnung durchzuführen; das heißt, es werden alle relevanten Kosten- und Einnahmenpositionen einbezogen. Wichtig dabei ist es, die Kosten- und Einnahmenträger (vor allem private und öffentliche Hand) zu unterscheiden. Es muss also schon bei der Konzeptionierung des ICEM-Umschlagzentrums der Dreiklang: „Wer baut?“, „Wer betreibt?“, „Wer nutzt?“ beantwortet werden.

Die zeitliche Komponente spielt eine wesentliche Rolle bei der betriebswirtschaftlichen Bewertung. Vor allem für Bau und Betrieb des ICEM-Umschlagzentrums fallen Kosten und Einnahmen zeitlich weit auseinander. Dies muss durch entsprechende Diskontierung kenntlich gemacht werden. Vorgeschlagen wird daher, die Finanzflüsse von den ersten Planungskosten bis zu den Jahren eines funktionierenden Regelbetriebs einzubeziehen. Der konkrete zeitliche Horizont ist erst dann festlegbar, wenn ein konkretes ICEM-Umschlagzentrums-Konzept vorliegt. Er ist beispielweise

abhängig von der Größe, der Lage des ICEM, aber auch vom Bauträger (die öffentliche Hand hat in der Regel einen wesentlich längeren Planungs- und Vergabehorizont als private Investoren).

Ziel der betriebswirtschaftlichen Analyse ist die Ableitung von Kennziffern, die die Erfolgsaussichten des ICEM-Umschlagzentrums bestätigen. Für dessen Bau ist bspw. die Amortisationsdauer, der Return-on-Investment u.v.m. zu berücksichtigen. Je nach Betreiber (privat oder öffentlich) bieten sich für die Bewertung des Betriebs Kennziffern wie Gewinn oder Kostendeckungsgrad an. Die Vorteilhaftigkeit der Nutzung durch Logistiker und weitere Stakeholder (vor allem Handel) muss durch eine Gegenüberstellung der Vorteile und der Kosten der Nutzung belegt werden.

Arbeitspaket 4.2: (Volks-/ Regionalwirtschaftliche Perspektive)

Aus dem in AP3 entwickelten Konzept für ein ICEM-Umschlagzentrum lassen sich die jährlich benötigten Arbeitskräfte und die damit verbundene Wertschöpfung ableiten (direkte Effekte). Unter Zuhilfenahme von spezifischen Beschäftigungs- und Wertschöpfungsmultiplikatoren lassen sich die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte auf vorgelagerten Ebenen (indirekte Effekte) quantifizieren.

Die Ermittlung der Umweltwirkungen basiert auf einer technologischen und auf einer verkehrlichen Komponente. Ziel der Untersuchung und letztendlich des ICEM-Umschlagzentrums ist es, die Verkehre in der Innenstadt zu bündeln (weniger Verkehr) und den Einschaltgrad der Elektromobilität zu erhöhen (umweltschonender Verkehr). Eine Bewertung der Umwelteffekte (v.a. Luftschadstoffe) wird auf Basis der Emissionsfaktoren des HBEFA durchgeführt.

Aus regionaler Sicht sind vor allem 2 Aspekte des ICEM -Umschlagzentrums von Bedeutung:

- Das Potential, Arbeitsplätze und Wertschöpfung zu generieren.
- Das Potential, Ressourcen zu schonen, hier vor allem die Umwelt

Arbeitspaket 5.1: (Realisierungskonzept)

Das Realisierungskonzept umfasst mehrere Schritte:

- Identifikation potenzieller Investoren: zunächst muss identifiziert werden, wer als potenzieller Investor in Frage kommt. Dazu ist zu klären, in welchem Verhältnis Investor, Bauherr, Betreiber und Kunde zueinander stehen. Es ist grundsätzlich möglich, dass alle Rollen von einem Unternehmen abgedeckt werden. Gleichzeitig besteht aber auch die Möglichkeit, dass alle Rollen von unterschiedlichen Partnern übernommen werden, sodass sich jeder auf seine Kernkompetenzen konzentrieren kann. Aus diesem Grund kommen neben „klassischen“ Logistikunternehmen auch institutionelle Investoren, wie Versicherungen, in Frage, die ihrerseits die Bewirtschaftung wiederum an externe Anbieter vergeben könnten.
- Mögliche Geschäfts- und Betreibermodelle: neben der grundsätzlichen Identifikation potenzieller Investoren, muss auch deren Rolle bzw. der Business-Case für sie geklärt werden. Hier können grob mehrere Kategorien unterschieden werden. So gibt es z. B. kapitalstarke Investoren, wie Versicherungen, die Wert auf konstante, sichere Rückflüsse

legen, sich aber inhaltlich nicht einbringen möchten. Ihre Erwartung an die Rendite ist relativ gering, aber dafür ist der Wunsch nach Sicherheit umso größer, was auch regulatorisch gefordert ist. Anlagenbauer sind ihrerseits recht kapitalschwach und daher in aller Regel nicht an einem wirtschaftlichen Betrieb interessiert. Der technische Betrieb, d. h. Wartung und Instandhaltung, wird von ihnen dafür fast immer mit übernommen bzw. angeboten.

- **Bau und Finanzierung:** Da ein Umschlagzentrum samt zusätzlich anzuschaffender Elektrofahrzeuge eine Investitionssumme im dreistelligen Millionen-Bereich bedeuten kann, sind auch Bau und Finanzierung des Vorhabens gesondert zu berücksichtigen. So bietet sich z. B. eine Projektfinanzierung an, bei der die Liquidität des Investors geschont bleibt. Gleichzeitig können Fremdkapitalgeber auf „sichere“ Einnahmen zurückgreifen, sodass die Bonität des Investors von untergeordneter Bedeutung ist. Die Option ist allerdings weniger relevant, wenn institutionelle Investoren direkt investieren.
- **Betriebsmodalitäten:** wenn der Bau abgeschlossen und die Finanzierung des Projektes sichergestellt sind, ist im laufenden Betrieb ebenfalls die Aufgaben- und Rollenverteilung zu klären. Dies ergänzt sich mit den möglichen Geschäftsmodellen, hat aber noch einen weitergehenden Aspekt. So ist es aktuell kaum vorstellbar, dass ein Speditionsdienstleister seine Pakete von einem Konkurrenten ausliefern lässt, selbst wenn dies kostentechnisch Vorteile bringen würde. Es ist u. a. aus Imagegründen essentiell wichtig für die Speditionen, dass sie persönlich in Erscheinung treten. Dies steht natürlich im Widerspruch zu einer „konsolidierten“ Distribution, bei der die Auslieferung über einen gemeinsamen Anbieter stattfindet. Hier muss geklärt werden, ob es eine Art „neutralen“ Auslieferdienst gibt, der selbst nicht in Konkurrenz zu den Speditionen tritt und wie dieser aufgestellt wäre. So gäbe es grundsätzlich die Möglichkeit im Namen einer Spedition auszuliefern, wenn der Fahrer des Betreibers einen neutralen Wagen, d.h. ohne Beschriftung, fahren und ggf. bei jeder Tour sogar die jeweilige Kleidung/Jacke der Spedition tragen würde. Ein Nachteil läge darin, dass die Auslieferung nicht bzw. kaum zu Wunschzeiten stattfinden könnte und darüber hinaus auch wesentlich mehr Leerfahrten resultieren würden, da das Fahrzeug bei jeder einzelnen Tour voraussichtlich nicht ausgelastet wäre.
- **Chancen- und Risikoabschätzung:** vor jeder Investition wird stets geprüft, welche Chancen und Risiken sich daraus ergeben. Dies muss bereits im Realisierungskonzept (zumindest im Groben) behandelt werden. Natürlich können unternehmensspezifische Aspekte nicht pauschal adressiert werden, sodass nur auf allgemeingültige Punkte eingegangen werden kann.
- **Aufwandschätzung:** neben den reinen Kosten für die Projektierung und den Bau, müssen auch scheinbare Randaspekte adressiert und konkretisiert werden, was z. B. Genehmigungen umfasst.

Potenzielle Investoren sollen bereits vor Beginn des Projektes möglichst genau wissen, wie lange der Gesamtprozess bis zur Inbetriebnahme dauert und welche Kosten zu veranschlagen sind.

Arbeitspaket 5.2: (Standortanalyse)

Neben dem Realisierungskonzept besteht eine weitere Konkretisierung innerhalb des Projekts darin, eine Empfehlung für den Standort des ICEM abzugeben. Da dieser Standort deutlich zentraler liegen muss, als herkömmliche Logistikstandorte, ist die Auswahl des Standortes mit besonderer Sorgfalt unter Berücksichtigung folgender Aspekte zu wählen:

- Möglichst starke räumliche Nähe zu den Kunden
- Gute Erreichbarkeit intermodaler Schnittstellen
- Möglichst Nutzung bestehender Freiflächen oder Brachen

In verschiedenen anderen Projekten hat sich die Inaugenscheinnahme der potenziellen Standorte für ein ICEM-Umschlagzentrum als wertvoll erwiesen. Aus diesem Grund wird ein Team aus SRH und KE-CONSULT die herausgearbeiteten Standortvorschläge persönlich besuchen und „face-to-face“ bewerten. Unter Einbindung der lokalen Stakeholder sind so mögliche Kandidaten zu identifizieren, die einer GIS-gestützten Standortanalyse unterzogen werden. Dabei werden die potentiell verfügbaren Standorte anhand von Erreichbarkeitsanalysen auf Basis eines Open-Streetmap-Netzes bzgl. ihrer Eignung als zentraler Knotenpunkt des Lieferverkehrs bewertet. Im Ergebnis entsteht ein Ranking, welche Standorte im Hinblick auf überregionale Anbindung und Abdeckung der Liefergebiete die größten Potentiale aufweisen.

Das zu erarbeitende Konzept stellt vor allem in Kombination mit dem an der Hochschule entwickelten CCD eine innovative Entwicklung dar. Für die Realisierung muss in Kooperation mit Industriepartnern ein Anforderungs- und Leistungskatalog erarbeitet werden, mit dem das Vorhaben umgesetzt werden kann. Das Projekt hat einen besonderen Charme, weil es sowohl den grenzüberschreitenden Wirtschaftsverkehr und Warenaustausch innerhalb der EU, als auch ökologische Verbesserungen adressiert. Durch den intermodalen Ansatz können neben Lkw auch Züge und Binnenschiffe ideal zur Versorgung des Hinterlandes mit Waren eingesetzt werden, die z. B. im Überseetransport angelandet wurden. Die finale Auslieferung zum Endkunden erfolgt dann über Elektromobile. So könnten beispielsweise Waren aus den USA oder Asien in Rotterdam angelandet, via Binnenschiff nach Hamm gebracht, dort umgeschlagen und dann im Elektrofahrzeug in der Region verteilt werden. Dies hätte im Vergleich zur heutigen Situation sowohl ökonomische, als auch ökologische Vorteile.

NRW eignet sich dabei für einen ersten Prototypen genauso wie für ein späteres Roll-Out optimal. Durch einen intermodalen Warenverkehr kann die hohe Verkehrsbelastung durch Lkw auf den Straßen reduziert werden. Die Voraussetzung dafür sind ein gut ausgebautes Schienennetz und gute Binnenschiffahrtswege mit ausreichenden Kapazitäten, was gegeben ist. Gleichzeitig ist NRW sehr dicht besiedelt, sodass der Platzvorteil des CCD im Vergleich zu einem konventionellen Umschlagzentrum voll zum Tragen kommt. Schließlich strebt die NRW-Landesregierung an, möglichst nur noch versiegelte Flächen bebauen bzw. umwidmen zu lassen, um Landwirtschaft und Forst zu schonen. Das CCD-Konzept ist prinzipiell auch als Kapazitätserweiterung bestehender Umschlagzentren geeignet, sodass dieser Forderung sehr gut nachgekommen werden könnte.

Arbeitspaket 5.3: (Umsetzungs-Roadmap)

Nachdem die grundsätzliche Realisierung und die Standortanalyse behandelt wurden, soll auch die anschließende, zeitliche Umsetzung erörtert werden. Dazu müssen zunächst potenzielle Investoren angesprochen werden. Ihnen wird das Konzept vorgestellt, um sie als Sponsoren zu gewinnen. Parallel dazu müssen potenzielle Kunden/Nutzer akquiriert werden, um eine ausreichende Auslastung sicherzustellen. Hier kann auch die Kommunalpolitik unterstützend eingreifen, indem z. B. die Genehmigungsverfahren verkürzt und im Konzept vorgeschlagene Maßnahmen zur Förderung umgesetzt werden. Im Anschluss werden die Grundstücke sichergestellt, indem die (bisherigen) Eigentümer sich dazu bereit erklären diese zur Verfügung zu stellen, z. B. in Form einer Veräußerung. Dann können die Genehmigungen für den Bau eingeholt und gleichzeitig die ersten Ausschreibungen für Bau und Inbetriebnahme getätigt werden. Dieser Schritt entfällt, wenn es sich beim Investor zeitgleich auch um den Bauherrn/Generalunternehmer handelt. Zeitgleich kann eine Ausschreibung der Elektromobile vorgenommen werden. Auch dieser Schritt entfällt natürlich, wenn es sich beim Investor um einen Hersteller dieser Fahrzeuge handelt. Nach Abschluss des Baus und Inbetriebnahmen der Elektromobile, können das Umschlagzentrum und die Fahrzeuge in die Betriebsphase übergehen. Die aus Bau, Inbetriebnahme und Betriebsphase gewonnenen Erkenntnisse können dokumentiert und für anschließende Projekte verwendet werden. Da es sich um ein Entwicklungsprojekt handelt, bei dem Risiken trotz sorgfältiger Vorarbeit nicht vollkommen ausgeschlossen werden können, ist es gut möglich auch weitere, staatliche Fördermittel zu beantragen, um den möglichen finanziellen Schaden zu begrenzen.

Arbeitspaket 5.4: (Übertragbarkeit auf andere Kommunen)

Ziel der Wirtschaftsförderung Hamm ist es den Standort Hamm für Industrieunternehmen so attraktiv wie möglich zu gestalten, um so Arbeitsplätze zu schaffen und den Wohlstand zu vergrößern. Gleichzeitig sollen in der Studie auch Aspekte eruiert werden, die allgemeingültig sind und daher bei vergleichbaren Rahmenbedingungen auch auf andere Kommunen übertragen werden können. Daher sollen die Ergebnisse der Studie abstrahiert werden, um so induktiv ableiten zu können, welche Aspekte und Maßnahmen wann und unter welchen Bedingungen übertragen werden können. Die Studie hätte somit auch einen überregionalen Charakter, was die Attraktivität für eine spätere Umsetzung durch Industrieunternehmen weiter vergrößern würde, da die Entwicklung multipliziert werden könnte. Dazu soll ein Last Mile-Logistik Hub-Leitfaden erarbeitet werden, an welchem Kommunen sich bei der Realisierung orientieren können. Dieser soll bspw. enthalten:

- Aussagen zur Repräsentativität und Besonderheiten von Hamm
- Darstellung übertragbarer Elemente des ICEM
- Vorstellen eines auch für andere Kommunen anwendbaren Leitfadens zur Erarbeitung eines elektrischen Last Mile-Logistik-Hub

3. Projektergebnisse

3.1. AP 1 – Überprüfung bestehender E-Mobilitätskonzepte

3.1.1. AP 1.1 & AP 1.4 - Identifikation von national wie international entwickelten E-Mobilitätskonzepten (Prognos AG)

In einem ersten Schritt wurde nach Beispielen national und international umgesetzter bzw. geplanter Pilotprojekte innovativer Innenstadtlogistik gesucht. Diese sollten möglichst weitgehend mit den Inhalten bzw. der Zielsetzung her dem in Hamm durchgeführtem ICEM vergleichbar sein. Die Beispiel-Pilotprojekte wurden genutzt, um innovative Konzepte, kritische Erfolgsfaktoren und erste Kennzahlen als Ausgangspunkte für die Skalierung auf Hamm zu gewinnen.

Als Ergebnis der Recherche kann festgehalten werden, dass bereits eine Vielzahl von Konzepten existieren, welche zum Teil ähnliche Ziele wie das ICEM-Projekt in Hamm verfolgen. Im Kern setzen sich die Konzepte aus folgenden (Teil-) Komponenten zusammen:

- Bündelung der Lieferverkehre in einem Konsolidierungs-Hub
- Elektrifizierung möglichst großer Teile der Lieferkette
- Einsatz möglichst kleiner und schonender Fahrzeuge auf der letzten Meile

Zur Realisierung dieser Konzepte werden zusätzliche Infrastrukturen benötigt:

- Konsolidierungszentrum, im Idealfall mit intermodalen Schnittstellen
- Ausreichende Ladeinfrastruktur für den Einsatz elektrischer Fahrzeuge
- Flächen zur (temporären) Einrichtung dezentraler Mikrodepots in Kundennähe

Es ist festzustellen, dass bei weitem nicht alle dieser Konzepte erfolgreich durchgeführt bzw. getestet wurden, und einige wurden bereits wieder eingestellt. Insbesondere Konzepte, die dem City-Logistik-Ansatz zuzuordnen sind und die auf eine Konsolidierung der Ströme in einem zentralen Hub abgezielt haben, wurden zumeist in der Praxis kaum angenommen und entsprechend beendet. Aus den Erfahrungen anderer Projekte lassen sich folgende Erfolgskriterien identifizieren, die für eine erfolgreiche Durchführung in der Praxis beachtet werden müssen:

- Konkurrenzfähigkeit bzgl. Zustellgeschwindigkeit
- Konkurrenzfähigkeit bzgl. Preises
- Enge Einbindung der regionalen Akteure vor Ort
- Ggf. Restriktionen, die das Konsolidierungszentrum als Alternative aufwerten, z.B. Umweltzonen

Im Hinblick auf die Konzeptionierung des ICEM Hamm ergeben sich aus den Erfahrungen der anderen Pilotprojekte folgende direkte Anknüpfungspunkte:

- Die Rahmendaten der anderen Konzepte können als Richtwerte bei der Skalierung des ICEM herangezogen werden -> die Kennwerte für Flächenbedarf, Anzahl Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur bieten wichtige Anhaltspunkte für die Dimensionierung des ICEM vor dem Hintergrund des lokalen Sendungsaufkommens
- Die identifizierten Erfolgsfaktoren müssen auch beim ICEM als Benchmark fungieren

Diese beiden Ansatzpunkte fließen in den nächsten Schritten ein, indem die unterschiedlichen denkbaren Konzepte mit konkreten Empfehlungen zur Dimensionierung und zur benötigten Infrastruktur versehen werden. Die möglichen Konzepte werden miteinander verglichen und von den lokalen Stakeholdern priorisiert. Für das priorisierte Konzept werden im Anschluss die kritischen Erfolgsfaktoren aus ähnlichen Projekten herangezogen, um diese bei der Umsetzung zu berücksichtigen.

Die erstellten Steckbriefe der vergleichbaren Projekte sind in Anhang 7.1 nachzulesen. Die angehängten Steckbriefe sind eine Stichprobe aus der Vielzahl verschiedener Projekte und umfassen nicht alle Projekte, die zu diesem Thema verfasst wurden.

3.1.2. AP 1.2 & 1.3 Ableitung eines Anforderungskatalogs & Anpassung des Anforderungskatalogs (SRH Hamm)

Zu Beginn wurden in persönlichen Gesprächen mit Vertretern der Stadt Hamm, die Ziele der Stadt ermittelt und dokumentiert. Zusätzlich wurden anhand des Dokumentes „Masterplan Verkehr“ und dem integrierten Klimakonzept, sowie weiterer aktueller Studien und Projekte Informationen gewonnen, um eine fundierte Grundlage zu schaffen. Mit den Steckbriefen zu anderen Projekten aus AP1.1 wurden anschließend relevante Anforderungen abgeleitet. Die entwickelten Anforderungen wurden den Vertretern der Stadt Hamm vorgestellt und im Anschluss überarbeitet und weitergehend detailliert. Im entstandenen Anforderungskatalog sind die Anforderungen nach Relevanz für die Stadt Hamm priorisiert und spezifiziert worden.

Im Folgenden sind die entsprechenden Kriterien aufgelistet:

- Reduktion verkehrsbedingter CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2025 um 53000t / Jahr
- Reduzierung des motorisierten Verkehrs um 10% bis 2025
- Steigerung der Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel auf 50% bis 2025
- Senkung der Lärmbelastigung im Innenstadtbereich
- Definition eines Flottenzielwertes bzw. einer Elektroquote, die in die offiziellen Ziele der Stadt Hamm aufgenommen werden kann.

- Verbesserung Luftreinhalte (dauerhaft unter $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Stickstoffdioxid an der Münsterstraße)
- Evaluation der Auswirkungen des ICEM- Projekts auf die Lärm- und Schadstoffwerte in der Stadt Hamm
- Konzept für die Einrichtung von vorteilhaften Ladezeitfenstern für E-Fahrzeuge (B2B)
- Konzept für eine kosteneffiziente Ladeinfrastruktur
- Reservierung von Parkflächen für E-Fahrzeuge im Lieferverkehr

3.2. AP 2 - Festlegung logistischer Anforderungen in der Last-Mile Logistik

3.2.1. AP 2.1 Status Quo Last Mile-Logistik (KE-CONSULT)

Definition und Abgrenzung Last Mile-Verkehr
Last Mile-Verkehr
<p>Transport von Waren und Gütern auf der letzten Meile des Transport- und Logistikprozesses. Die letzte Meile ist dabei:</p> <ul style="list-style-type: none"> • der «letzte» logistische Teilprozess in der Logistikkette, • betrifft ausschließlich den «Vor- und Nachlauf (gebrochener Verkehr)» zwischen • Verteilzentrum (Ende des Hauptlaufs) bis zum Empfänger / Endkunden der Waren und • ist unabhängig von der (durchschnittlichen) Transportentfernung, den Transportmitteln und der Art der Transportkette und • erfolgt mit Fahrzeugen des Nah- und Regionalverkehrs mit entsprechend geringerer Transportkapazität.
Long Haul-Verkehr
<p>Transport von Waren und Gütern auf der Langstrecke, er umfasst</p> <ul style="list-style-type: none"> • den logistischen Teilprozess (Hauptlauf) zwischen Vor- und Nachlauf, also zwischen • Versand- und Empfangsregion, • im Komplettladungs- oder Teilladungsverkehr und • erfolgt mit Fahrzeugen des Fernverkehrs mit entsprechend größerer Transportkapazität.

Tabelle 1 Definition und Abgrenzung Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)

Die letzte Meile ist der letzte logistische Teilprozess in der Logistikkette und betrifft ausschließlich den Vor- und Nachlauf (gebrochener Verkehr) zwischen Verteilzentrum (Ende des Hauptlaufs) bis zum Empfänger / Endkunden der Waren. Sie ist unabhängig von der (durchschnittlichen) Transportentfernung, den Transportmitteln und der Art der Transportkette. Sie erfolgt mit Fahrzeugen des Nah- und Regionalverkehrs mit entsprechend geringerer Transportkapazität) und Long Haul-Verkehre (Transport von Waren und Gütern auf der Langstrecke). Er umfasst den logistischen Teilprozess (Hauptlauf) zwischen Vor- und Nachlauf, also zwischen Versand- und Empfangsregion, im Komplettladungs- oder Teilladungsverkehr und erfolgt mit Fahrzeugen des Fernverkehrs mit entsprechend größerer Transportkapazität).

In der ICEM-Untersuchung wird der Last-Mile-Verkehr betrachtet.

Im Last-Mile-Verkehr wird angewendet in den Marktsegmenten industrieller Kontraktlogistik, Produktions- und Ersatzteillogistik (Produktions- und Materialversorgung), Konsumgüterdistribution und Konsumgüterkontraktlogistik (Distributionssysteme des Konsumgüterbereichs und des Einzelhandels), Stückgutverkehr / Teilladungsverkehr (allgemeiner, spezieller: Produkte aller Branchen, bei speziellen Stückgutverkehren z.B. aus den Bereichen hängende Kleider und Neumöbeldistribution), KEP-Verkehr (Abholung und Belieferung von Industrie, Handel und Dienstleistern im B2B-Segment und von Endkunden und privaten Haushalten im B2C- und C2C-Segment).

Abgrenzung Marktsegmente im Last Mile-Verkehr
Marktsegmente im Last Mile-Verkehr
<ul style="list-style-type: none"> • Industrielle Kontraktlogistik, Produktions- und Ersatzteillogistik (Produktions- und Materialversorgung) • Konsumgüterdistribution und Konsumgüterkontraktlogistik - Distributionssysteme des Konsumgüterbereichs und des Einzelhandels (breites Spektrum aller Konsumgüter FMCG (Food und Non-Food) und NON-FMCG-Güter) • Stückgutverkehr / Teilladungsverkehr (allgemeiner, spezieller: Produkte aller Branchen, bei speziellen Stückgutverkehren z.B. aus den Bereichen hängende Kleider und Neumöbeldistribution) • KEP-Verkehr: Abholung und Belieferung von Industrie, Handel und Dienstleistern im B2B-Segment und von Endkunden und privaten Haushalten im B2C- und C2C-Segment (breites Spektrum aller Güter und Waren)

Tabelle 2 Abgrenzung Marktsegmente Last Mile-Verkehre (KE-CONSULT)

In der ICEM-Untersuchung werden Stückgut- und KEP-Verkehre betrachtet.

Im Stückgut- und KEP-Verkehr sind oligopolistische Anbieterstrukturen. Das heißt, es gibt wenige große und viele kleine Anbieter, die zum Teil als Nachunternehmer für die großen arbeiten.

Organisation und Akteure im Last Mile-Verkehr

TOP 5 Anbieter und Logistikdienstleister sowie typische Transportstruktur im Last Mile-Verkehr / Inncity-Verkehr

- Konsumgüterdistribution und Konsumgüterkontraktlogistik:
 - Kraftverkehr Nagel, Arvato, Dachser, Deutsche Post DHL, Rhenus sowie die Eigenlogistik der Handelsunternehmen (Rewe, Aldi,...)
 - Direkte Lieferverkehre in „Single-User“-, Verteil- und Sammelverkehr in Multi-User“-Netzwerken

- Stückgutverkehr / Teilladungsverkehr:
 - Dachser, DB Schenker, Meyer & Meyer, Rhenus und Zusammenschlüsse mittelständ. Speditionen (IDS, Cargoline, System Alliance),
 - Nationale Stückgutnetzwerke i.d.R. mit 30-50 Depots; regionale Abholverkehre und gebündelte Endauslieferung im Verteilverkehr

- KEP-Verkehr:
 - Deutsche Post DHL, Hermes, DPD, UPS, GLS
 - Ausliefer-, Verteil- u. Sammelverkehre u.a. im Mehrhubnetz oder gemischten Transportnetz

Tabelle 3 Organisation und Akteure im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)

Während für die Konsumgüterdistribution und die –Kontraktlogistik direkte Lieferverkehre in single-user-Netzwerken, aber auch Verteil- und Sammelverkehre in Multi-user-Netzwerken dominieren, wird der Stückgutverkehr / Teilladungsverkehr vorwiegend über nationale Stückgutnetzwerke mit gebündelter Endauslieferung im Verteilverkehr abgewickelt. KEP-Dienstleister bedienen sich in der Regel Mehrhub- oder gemischten Transportnetzen.

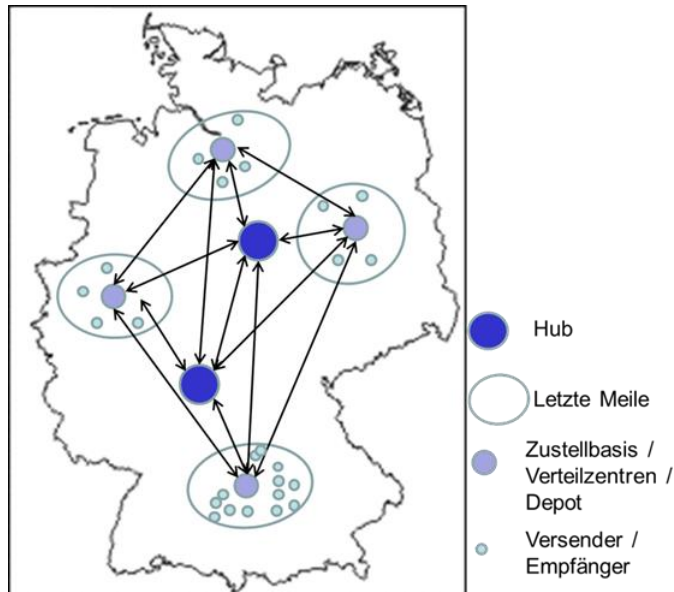


Abbildung 1 Typische Struktur eines Mehrhubnetzes (KE-Consult, 2018)

Derzeit steht die Last-Mile-Logistik vor großen Herausforderungen, die durch verschiedene Entwicklungen ausgelöst werden.

Entwicklung und Einflussfaktoren im Last Mile-Verkehr

Einflussfaktoren auf Umfang, Struktur und Organisation des Last Mile-Verkehrs

- Digitalisierung und E-Commerce
- Strukturänderungen im Handel (Verschiebung vom stationären Handel zum Onlinehandel, Omni-, Multichannel-Strategien, Pop-up-stores,..)
- Individualisierung der Prozesse (Kunde bestimmt Lieferort- und Lieferzeit)
- Alternative Lieferstrukturen und Zustellkonzepte
- Urbanisierung
- Elektrifizierungs- und Automatisierungsstrategien im Verkehr
- Kostenentwicklung (Kosten der letzten Meile, Flächen- und Lagerkosten)
- Fahrermangel
- Ordnungsrecht und Zufahrtsbeschränkungen («Dieselfahrverbot», Lärmschutz,...)

Tabelle 4 Entwicklung und Einflussfaktoren im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)

Umfang, Struktur und Organisation des Last Mile-Verkehrs sind abhängig von den Faktoren Digitalisierung und E-Commerce, Strukturänderungen im Handel (Verschiebung vom stationären Handel zum Onlinehandel, Omni-, Multichannel-Strategien, Pop-up-stores,..), Individualisierung der Prozesse (Kunde bestimmt Lieferort- und Lieferzeit), Alternative Lieferstrukturen und Zustellkonzepte, Urbanisierung, Elektrifizierungs- und Automatisierungsstrategien im Verkehr, Kostenentwicklung

(Kosten der letzten Meile, Flächen- und Lagerkosten), Verfügbarkeit von Personal (Stichwort: Fahrermangel), ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen (Zufahrtsbeschränkungen, Feinstaubproblematik, Lärmschutz).

In Folge dessen werden in der nahen Zukunft Entwicklungen eintreten, die zum Teil die bisherige Entwicklung fortsetzen, zum Teil aber auch strukturelle tiefgreifende Veränderungen beinhalten.

Auswirkungen im Last Mile-Verkehr

Auswirkungen und Strukturänderungen im Last Mile-Verkehr

- Zunehmende Fragmentierung der letzten Meile
- Wachstum der Last Mile-Verkehre
- Entbündelung der Sendungen durch mehr Direktverkehre
- Steigerung der Lieferfrequenz von Industrie und Handel
- Reduzierung der durchschnittlichen Sendungsgröße
- Veränderung des Auslastungsgrads
- Wachstum der same day-delivery
- Vermehrte Zustellfahrten in den Tagesrandzeiten durch lieferzeitfenstergenaue Zustelloptionen und same day-delivery

Tabelle 5 Auswirkungen im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)

Derzeit feststellbar sind vor allem die folgenden Entwicklungen im Last-Mile-Verkehr:

Zunehmende Fragmentierung der letzten Meile, Wachstum der Last Mile-Verkehre, Entbündelung der Sendungen durch mehr Direktverkehre, Steigerung der Lieferfrequenz von Industrie und Handel, Reduzierung der durchschnittlichen Sendungsgröße, Veränderung des Auslastungsgrads, Wachstum der same day-delivery, Vermehrte Zustellfahrten in den Tagesrandzeiten durch lieferzeitfenstergenaue Zustelloptionen und same day-delivery.

3.2.2. AP 2.2 & AP 2.3 Identifikation von Optimierungspotentialen & der notwendigen kommunalen Infrastruktur (KE-CONSULT)

Infolge der sich ändernden Rahmenbedingungen, der veränderten Kundenansprüche, aber auch der technischen Möglichkeiten werden verschiedene strukturelle Veränderungen auf der letzten Meile erwartet, die Anknüpfungspunkte zur effizienteren und nachhaltigeren Abwicklung bieten:

- Ausbau (Anzahl) und Ertüchtigung (Leistungsfähigkeit) der Umschlagsinfrastrukturen sowie höhere Netzdichte (räumliche Verteilung) von Hubs, Depots und Zustellbasen;
- Aufbau / Einrichtung lokaler Depots / Warenlager v.a. in städtischen Regionen durch Händler und Logistiker zur Befriedigung der Kundenwünsche nach same-day-Lieferungen;
- Entmischung / Ausschleusung / Trennung im Netz von allgemeinen Sendungen und lokalen same-day-Sendungen;
- Kooperative (Nutzung, Einbindung von lokalen Kurierdiensten, Beteiligung von SDD-Spezialisten) und integrierte Geschäftsmodelle (Aufbau entsprechender Angebote und Dienste in den Unternehmen und in den eigenen Netzen) im Markt;
- Etablierung einer 3. Zustellwelle aus den Zustellbasen heraus;
- verstärkter Aufbau von Mikrodepots und Urban Logistik-Hubs in städtischen Regionen zur Trennung der letzten Meile;
- Bündelung von same-day-Sendungen zu Lieferzeitfenstern am Abend in städtischen Regionen;
- Zunahme der Anzahl von Fahrzeugen im Zustellverkehr;
- Umstellung der Fahrzeugflotte im Zustellverkehr in städtischen Regionen auf Elektroantrieb

Im Markt werden derzeit neue Konzepte und Lösungen in der Last-Mile-Logistik entwickelt bzw. teilweise bereits umgesetzt:

- Alternative Zustellformen: Teilung der letzten Meile in einen Zustellprozess und einen Auslieferprozess („allerletzte Meile“), Aufbau und Etablierung von «Urban Hubs» bzw. Mikrodepots in den Innenstädten, Nutzung von Paketshops als Mikrodepot, Kooperative Nutzung der Infrastruktur («weiße Mikrodepots»)
- Alternative Zustellpunkte: Automatisierte Übergabestellen (Paketautomaten, Packstationen), Paketboxen (beim Empfänger), Paketbutler, Kofferraumzustellung, Zustellung am Arbeitsplatz des Empfängers (z.B. Pakadoo), Crowd delivery (Paketmitnahme durch private Person)
- Alternative Antriebe: Elektrofahrzeuge in der Zustellung, E-Cargo-Bikes, LNG-, CNG-Trucks, Zustellung zu Fuß, per Lastenfahrrad oder Lastenkarre aus einem Mikrodepot heraus
- Alternative Transportsysteme: Paketroboter, Drohne, Automatisierte Fahrzeuge, Cargo cap (Rohrpostsysteme), Urban Hubs auf Wasserwegen / Binnenschiff

Trends im Last Mile-Verkehr

Neue Konzepte und Lösungen in der Last Mile-Logistik

1. Alternative Zustellformen
 - Teilung der letzten Meile in einen Zustellprozess und einen Auslieferprozess („allerletzte Meile“)
 - Aufbau und Etablierung von «Urban Hubs» bzw. Mikrodepots in den Innenstädten
 - Nutzung von Paketshops als Mikrodepot
 - Kooperative Nutzung der Infrastruktur («weiße Mikrodepots»)
2. Alternative Zustellpunkte
 - Automatisierte Übergabestellen (Paketautomaten, Packstationen)
 - Paketboxen (beim Empfänger), Paketbutler
 - Kofferraumzustellung
 - Zustellung am Arbeitsplatz des Empfängers (z.B. Pakadoo)
 - Crowd delivery (Paketmitnahme von Privatperson)
3. Alternative Antriebe
 - Elektrofahrzeuge in der Zustellung
 - E-Cargo-Bikes
 - LNG-, CNG-Trucks
 - Zustellung zu Fuß, per Lastenfahrrad oder Lastenkarre aus einem Mikrodepot heraus
4. Alternative Transportsysteme
 - Paketroboter
 - Drohne
 - Automatisierte Fahrzeuge
 - Cargo cap (Rohrpostsysteme)
 - Urban Hubs auf Wasserwegen / Binnenschiff

Tabelle 6 Trends im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)

Kurz- bis mittelfristig liegen die Ansatzpunkte zur Optimierung der Last-Mile-Verkehre in der Stadt Hamm vor allem in alternativen Zustellformen und in den alternativen Antrieben. Dabei können zwei grundsätzliche Wege weiterverfolgt werden:

- Zentrale Konsolidierung: Ein Depot am Stadtrand, von dem aus Paketsendungen und/oder Stückgut möglichst batterieelektrisch in Hamm verteilt werden.
- Dezentrale Verteil-Depots: Ein oder mehrere Mikro-Hubs in der Innenstadt, von dem/denen aus die Pakete per Fahrrad (E-Cargo-Bike) in Hamm verteilt werden.

Für die Verfolgung beider Konzepte ist es zunächst notwendig, ein Mengengerüst für das Untersuchungsgebiet abzuschätzen. Es wurde, aufgrund der Relevanz der privaten Haushalte als Empfänger von Paketen der Bereich auf den Stadtteil Hamm-Mitte ausgedehnt.

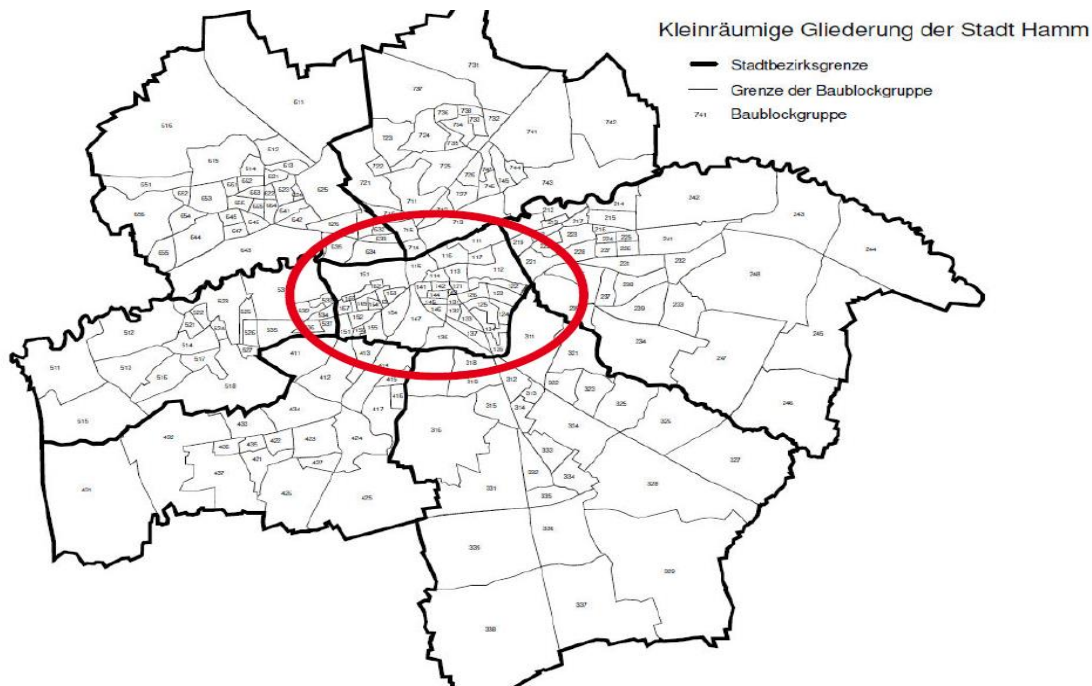


Abbildung 2 Gliederung der Stadt Hamm (KE-CONSULT & Prognos AG)

Das Mengengerüst wird mit Hilfe eines Modells der KE-CONSULT (KEP-rQ - Modell zur regionalen Quantifizierung des KEP-Marktes) erstellt. Dabei werden relevante Strukturdaten (Anzahl der Haushalte, die Kaufkraft, der Handelsbesatz und –Umsatz sowie der Industriebesatz) berücksichtigt. Ähnliche Fakten sind für die Übertragbarkeit (siehe Kapitel 3.5.3) auf andere Städte und Kommunen bedeutsam.

Sendungsaufkommen	
Einwohner	35.906
Fläche	10,9 km ²
Anzahl Haushalte	19.493
Bevölkerungsdichte	3.294 / km ²
Haushaltsdichte	1.788 / km ²
Kaufkraftniveau	93,7 %
Anzahl Einzelhandel	379
Verkaufsfläche	100.815 m ²
Umsatz p.a.	392 Mio. €

Tabelle 7 Sendungsaufkommen (KE-CONSULT & Prognos AG)

Das Modell musste aufgrund der unzureichenden Datenlage für Hamm-Mitte mit einigen Annahmen arbeiten.

- Es standen keine Daten für Hamm-Mitte zum Besatz mit Industrie zur Verfügung. Daher kann dieser Bereich nicht berücksichtigt werden
- Die Abschätzung zum Dienstleistungsgewerbe erfolgt auf Basis von Durchschnittswerten
- Die Stückgutverkehre werden auf Basis der BVWP-Daten modelliert

Aufgrund der Datenunsicherheiten wurden die Mengen (vor allem Stückgut) in einem breiten Korridor geschätzt. Zur Sicherheit werden im Folgenden die Minimalmengen verwendet. Die Validierung und Konkretisierung der Daten erfolgt, wenn die Entscheidung für ein Konzept getroffen ist.

Unter den angesprochenen Annahmen und Unsicherheiten liegt das KEP-Sendungsvolumen in Hamm-Mitte bei 1,2 Mio. Sendungen pro Jahr. Dies entspricht 4.000 bzw. 30 Fahrzeugen pro Tag. Das General Cargo Aufkommen liegt bei 600.000 t pro Jahr bzw. 2.000 t pro Tag, die mit rund 170 Fahrzeugen transportiert werden.

Mengengerüst	
– KEP und Stückgut in Hamm Mitte	
KEP-Sendungen pro Jahr	1.200.000
KEP-Sendungen pro Tag	4.000
KEP-Fahrzeuge pro Tag	30
KEP-Stopps pro Tag	2.100
General Cargo (Tonnen pro Jahr)	600.000
General Cargo Tonnen pro Tag	2.000
General Cargo Fahrzeuge pro Tag	170
General Cargo Stopps pro Tag	1.000

Tabelle 8 Mengengerüst - KEP und Stückgut in Hamm Mitte (KE-CONSULT)

Für die beiden grundsätzlichen Konzepte werden folgende Annahmen getroffen:

- Zentrale Konsolidierung: Belieferung des Gebietes Hamm Mitte mit elektrischen Lkw/Transportern aus zentralem Depot heraus ist für maximal 50% des Stückguts und für 100% der KEP-Sendungen möglich.
- Dezentrale Verteil-Depots: Verlagerung von 65% der KEP-Sendungen auf elektrische Lastenräder; Stückgut weiterhin mit Lkw

Diese Annahmen sind sehr ambitioniert und dürften in der Realität nur schwer erreichbar sein. Dennoch werden für die Konzeptfindung zunächst diese Zielgrößen verwendet, um die Unterschiede bei den benötigten Infrastrukturen und Fahrzeugen möglichst deutlich und auch bezogen auf künftige Skalierungen herausarbeiten zu können.

Als Modell-E-Fahrzeuge werden beispielhaft der Framo-E-Truck, der Streetscooter und das bei UPS eingesetzte E-Bike mit den in der Tabelle angegebenen Charakteristika verwendet.

Angenommene Fahrzeuge			
Kriterien	Framo E-Truck City Logistik	StreetScooter	E-Bike UPS
Reichweite km	165	80	60
Nutzlast kg	7.800	960	300
Kapazität Paletten Stückgut	18	/	/
Touren pro Tag KEP	/	1	Bis u 3
Touren pro Tag Stückgut	2	/	/

Tabelle 9 Fahrzeuge in der City Logistik (KE-CONSULT & Prognos AG)

Fahrzeuge und Infrastruktur sind von entscheidender Bedeutung. Während der Flächenbedarf für eine zentrale Konsolidierung auf 2.000 m² geschätzt wurde, werden bei der dezentralen Variante etwa 600 m² benötigt.

Fokus Infrastruktur		
	Zentrale Konsolidierung	Dezentrale Verteil-Depots
Benötigte Verteil-Depots	0	1-6
Benötigte Fläche Verteil-Depots gesamt	0	Ca. 600m ²
Benötigte Fläche Konsolidierungszentrum	Ca. 2000 m ²	0
Benötigte Ladepunkte am Konsolidierungszentrum	110	0

Tabelle 10 Fokus Infrastruktur (KE-CONSULT & Prognos AG)

Die folgende Tabelle stellt dar, wie viele Fahrzeuge benötigt werden würden, um die zu zuvor definierten Mengen abzuwickeln.

Konzepte		
	Zentrale Konsolidierung	Dezentrale Verteil-Depots
Abwicklung Stückgutverkehr	Konventionell und Framo E-Truck	Konventionell
Abwicklung KEP	StreetScooter	Konventionell und E-Bikes
Belieferung KEP Verteil-Depots	/	Konventionell
Elektrische Lieferfahrten KEP pro Tag	40	90
Elektrische Lieferfahrten Stückgut	140	0
Benötigte Framo E-Truck	70	0
Benötigte StreetScooter	40	0
E-Bikes	0	30

Tabelle 11 Lieferkonzepte (KE-CONSULT & Prognos AG)

Zu beiden Varianten ist eine Kostenabschätzung und eine Abschätzung der Realisierungswahrscheinlichkeit durchgeführt worden. Auf diese wird im weiteren Verlauf weiter eingegangen. Die Abschätzung wurde in einer Beiratssitzung dem Beirat vorgestellt. Nach einer ausführlichen Diskussion beider Varianten wurde vor allem aufgrund von Kostengründen und Erfolgswahrscheinlichkeiten eine Fokussierung auf das Konzept Dezentrale Verteilung (Mikrodepots) beschlossen. Der erste Schritt beinhaltete die grundsätzliche Konzept-Entscheidung und noch keine exakte Zielgröße, welche Volumen mit dem gewählten Konzept realisiert werden sollen. Diese wurde erst unter Einbeziehung der lokalen Stakeholder (KEP-Dienste und Einzelhändler) vorgenommen.

3.2.3. AP 2.4 Identifikation Infrastrukturbedarf durch Befragung der Hammer Einzelhändler & Gewerbetreibenden (SRH Hamm)

Für die Identifikation des Infrastrukturbedarfes ist eine Umfrage gemacht worden. Ziel der Befragung war es, den möglichen Bedarf und Akzeptanz alternativer Anlieferkonzepte zu erkennen.

Für die Durchführung wurde ein Fragebogen entworfen. Dieser wurde zusätzlich auf einem Onlineportal für Umfragen eingestellt, um den Teilnehmern mehrere Optionen zur Beantwortung bieten zu können. Vor der Verteilung wurde eine Ankündigung der Befragung zusammen mit der WFH aufgesetzt und via Mail verteilt. Die Verteilung der Bögen erfolgte durch Mitarbeiter des ICEM-Projektes. Den Teilnehmern ist alternativ angeboten worden online teilzunehmen, andernfalls werden die Bögen nach einer Woche abgeholt. Ein Schwerpunkt des Einzelhandels in der Hammer Innenstadt stellt das Allee Center dar. Daher wurde Kontakt mit dem Center Management des Allee Centers aufgenommen, jedoch wurde hier keine Durchführung der Befragung genehmigt. Es wurden ca. 100 Geschäfte vom Umfrageteam aufgesucht, von diesen haben ca. 50% einen Fragebogen angenommen. Von den verbliebenen potenziellen Teilnehmern waren ca. ein Drittel Filialbetriebe. Somit musste erst eine Genehmigung der jeweiligen Zentrale erfolgen. Von den entsprechenden Zentralen wurden jedoch keine Daten für die Umfrage zur Verfügung gestellt. Somit haben ca. 30 inhabergeführte Einzelhändler einen Fragebogen angenommen. Von den verbliebenen Geschäften haben bis zum Stichtag 15 Inhaber den Bogen ausgefüllt bzw. zur Verfügung gestellt. Obwohl die Umfrage durch die geringe Rücklaufquote nicht repräsentativ genug als belastbare Basis für eine Analyse ist, werden die erhobenen Daten im Sinne der Vollständigkeit angegeben. Die Ergebnisse der Auswertung sind dem Anhang 7.2 zu entnehmen.

Um die Repräsentativität der ermittelten Daten bewerten zu können, wurden zusätzlich Artikel, Berichte und Studien ausgewertet. Die darin enthaltenen Daten wurden genutzt, um die Werte der Hammer Umfrage zu evaluieren. Die folgende Tabelle zeigt Ergebnisse des Abgleichs.

Vergleich mit anderen Studien			
Kriterium	Bestätigung durch andere Quellen	Widerspruch durch andere Quellen	Keine Quelle gefunden
1. Die Anlieferung erfolgt hauptsächlich über den Eingang (keine Fußgängerzone)		X	
2. Belieferung des Einzelhandels erfolgt hauptsächlich durch KEP	X		
3. Belieferung des Einzelhandels erfolgt im Durchschnitt mehrmals täglich	X		
4. Der Größte Anteil der Belieferung erfolgt durch Pakete	X		
5. Bevorzugte Lieferzeiten sind in Hamm von Öffnung bis 12, sowie Mittags von 12 – 15 Uhr	X	X	
6. Der Großteil der Einzelhändler geben an, dass sie sich nicht durch Restriktionen eingeschränkt fühlen.	X		
7. Anteil der Belieferungen die eine Kühlung benötigen			X
8. Die Einzelhändler werden aktuell noch nicht durch Elektromobile beliefert (Transporter)	X	X	
9. Der Großteil der Einzelhändler sind am Onlinehandel beteiligt	X		

Tabelle 12 Vergleich mit anderen Studien, Berichten und Artikeln

Die folgenden Punkte sollen die Gründe für eventuelle Abweichungen erläutern:

1. Die unten aufgeführten Studien zeigen, dass die Belieferung in innenstädtischen Bereichen hauptsächlich über Fußgängerzonen erfolgt.
5. Andere Umfragen zeigen, dass die Belieferung in innerstädtischen Bereichen hauptsächlich über Fußgängerzonen erfolgt, daher besteht eine zeitliche Beschränkung der Anlieferung, dieses Zeitfenster deckt sich ungefähr mit der morgendlichen Belieferung in Hamm. Dies schließt jedoch eine Belieferung zu späteren Zeiten aus.
6. Obwohl in Hamm sowie in anderen Städten, zeitliche Zufahrtsbeschränkungen existieren, geben die meisten Einzelhändler an, dass Sie sich dadurch nicht eingeschränkt fühlen. Dies trifft jedoch nicht auf die Sicht der KEP-Dienstleister zu.
8. Die KEP-Dienstleister, vor allem DHL, erhöhen den Anteil Ihrer vollelektrischen Fahrzeuge. Die Anteile in der Gesamtflotte sind jedoch immer noch gering. Daher findet an manchen Orten bereits eine Zustellung durch vollelektrische Fahrzeuge statt, jedoch nicht überall.

Die Informationen die durch die Analyse diverser anderer Studien gewonnen wurden, sollen als zusätzlicher Input in die Studie einfließen.

1. Eignung von Elektrofahrzeugen für den Last-Mile-Lieferverkehr

Die Fahrleistung eines vollelektrischen Fahrzeugs liegt pro Tag im Schnitt bei 49 km und pro Jahr bei ungefähr 10.950 km. (Brüninghaus, Christiane, 2014) Laut Prognosen soll der aktuell noch bestehende Kostennachteil von Elektrofahrzeugen ab dem Jahr 2020 nicht mehr bestehen. (Nürnberger, 2015) Der Großteil gewerblich genutzter Elektrofahrzeuge ist aktuell im Fuhrpark von kleinen Unternehmen (weniger als 1.200 Mitarbeiter) integriert. (Frenzel, et al., 2015) Bezüglich der Mehrpreisbereitschaft für Elektromobilität sind die gewerblichen Nutzer überwiegend der Meinung, dass die „Gesamtkosten (TCO) vergleichbar hoch“ sein müssen. Hier zeigt sich, dass Gewerbetreibende vorwiegend auf die Gesamtnutzungskosten, als auf die Investitionskosten, achten. (Vogel) Gewerbliche Nutzer bevorzugen zum Laden das eigene Betriebsgelände. Beginn des Ladevorgangs von durchschnittlich gewerblich genutzten Elektrofahrzeugen sind es bei den BEV 25 %. Die Mehrheit der gewerblichen Nutzer würde eine Reichweite von 200 bis 400 km bevorzugen. Einschränkungen in der gewerblichen Nutzung werden vor allem beim Transport von Waren und Gütern empfunden. Als wesentliche Gründe werden Reichweitenaspekte und die geringeren Möglichkeiten der Zuladung genannt. (Frenzel, et al., 2015)

Unabhängig vom konkreten Anwendungsfall wird Elektrofahrzeugen in „Mischflotten“ eine sehr große Eignung zugesprochen. Der Vorteil liegt auf der Hand, denn durch ein geeignetes Flottenmanagement kann die Jahresfahrleistung und damit der Betriebskostenvorteil von Elektrofahrzeugen optimiert werden, wohingegen auf langen Strecken Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor eingesetzt werden können. (Vogel)

Die Zeitschrift Transport-Trends bewertet E-Transporter bereits heute als ähnlich wirtschaftlich wie weit verbreitete Dieselfahrzeuge. Aufgrund der steigenden Stückzahlen und dem wachsendem Portfolio vieler Hersteller, werden die Preise für verschiedene Finanzierungsarten weiter sinken. (Reichel, 2018)

2. Informationen bezüglich Belieferung der Einzelhändler durch KEP Dienstleister

„Im Durchschnitt wird jeder Gewerbetreibende 5,4 mal in der Woche durch KEP-Dienstleister beliefert (Median=5). Es werden im Durchschnitt 2,9 mal pro Woche Sendungen bei den Gewerbetreibenden durch KEP-Dienstleister abgeholt (Median=2). In 59 % der Fälle erfolgt die Anlieferung und Abholung nicht zur gleichen Zeit. Damit werden in 59 % der Fälle die Gewerbetreibenden im Durchschnitt 8,3 mal pro Woche durch einen KEP-Dienstleister angefahren. Im Durchschnitt werden jedem Gewerbetreibende 17,4 Sendungen pro Woche durch KEP-Dienstleister zugestellt (Median=6). Das durchschnittliche Gewicht der Sendungen liegt bei 7,0 kg (Median 5). Die Betroffenheit der Fußgängerzone ist insgesamt hoch. 59 % der Befragten und 69 % der Einzelhändler werden über die Fußgängerzone beliefert. Interessant ist dabei der Umstand, dass nur ein geringer Prozentsatz der Befragten mit dem aktuellen Lieferzeitfenster unzufrieden ist. Die KEP-Dienstleister schätzen den diesbezüglichen Bedarf ihrer Kunden nach einer Ausweitung des Lieferzeitfensters dagegen als hoch bis sehr hoch ein. Auch die betriebswirtschaftlichen Effekte flexiblerer Lieferzeiten werden von den Gewerbetreibenden nicht gesehen. Nur 15 % der Einzelhändler (N=61) könnten durch flexiblere Lieferzeiten der KEP-Dienstleister Lagerflächen in Verkaufsflächen umwandeln, 20 % der Einzelhändler würden Umsatzsteigerungen erwarten und nur 22 % der Einzelhändler sehen Kosteneinsparungen. Völlig anders ist hingegen die Sichtweise der KEP-Dienstleister. In der Ausweitung der Lieferzeitfenster wird das größte Reduzierungspotential für Verkehr und Emissionen durch Tourenoptimierung gesehen.“ (Bogdanski)

3. Auswertungen aus anderen Studien

Die wichtigsten Anreize für die Nutzung von Elektrofahrzeugen sind:

1. Sonderabschreibungen
2. Monetäre Kaufanreize / -prämien
3. Befreiung von zeitbezogenen Zufahrtsbeschränkungen
4. Befreiung der Kfz-Steuer
5. Befreiung von streckenbezogenen Zufahrtsbeschränkungen
6. Reduzierter Gewerbestromtarif
7. kostenfreies Parken für Elektrofahrzeuge
8. Intelligente Energiemanagementsysteme zur Lastspitzenreduktion / ggf. zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs
9. Steuerlich subventioniertes Leasing
10. Lukrative Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Stromnetze oder variable Stromtarife
11. Privilegierung von Elektrofahrzeugen durch die Nutzung von Busspuren (Vogel)

Die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl eines Elektrofahrzeugs sind:

1. Zuverlässigkeit des Elektrofahrzeugs 75% (sehr wichtig) 9% (wichtig)
2. Einheitliche Normen und Standards (Ladetechnologie, Stecker, etc.) 44% (sehr wichtig) 17% (wichtig)
3. Akzeptanzkriterien (einfache Handhabung) 39% (sehr wichtig) 35% wichtig
4. Akzeptanzkriterien (Garantie Batterie Lebensdauer) 38% (sehr wichtig) 35% wichtig
5. Schnellladefähigkeit 36% (sehr wichtig) 25% (wichtig)
6. Flexible Einsatzfähigkeiten 30% (sehr wichtig) 32% (wichtig)
7. Reduzierung der Emissionen 22% (sehr wichtig) 27% (wichtig)
8. Gut ausgebaute Ladeinfrastruktur 22% (sehr wichtig) 20% (wichtig)
9. Positive Studienergebnisse und Ersterfahrungen mit E-Mobilität im Wirtschaftsverkehr 21% (sehr wichtig) 38% (wichtig)
10. Geringe Strompreise 20% (sehr wichtig) 28% (wichtig)
11. Fahrspaß 16% (sehr wichtig) 25% (wichtig)
12. Strom aus erneuerbaren Energiequellen 14% (sehr wichtig) 27% (wichtig)
13. Markenprodukt 5% (sehr wichtig) 20% (wichtig) (Vogel)

Bewertung durch Unternehmen (1-trifft überhaupt nicht zu; 6- trifft voll und ganz zu)

- 5,45 von 6 - Einfache Nutzung des Elektrofahrzeugs
- 5,15 von 6 - Einfaches Laden der Batterie
- 4,75 von 6 - Sicherheit und Zuverlässigkeit
- 5,1 von 6 - Umweltfreundlichkeit
- 3,55 von 6 - genügend Reichweite
- 3,65 von 6 - Vertrauen in die Reichweite
- 3,15 von 6 - Ladedauer der Batterie (NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH, 2015)

Bewertungen durch Mitarbeiter zur Elektromobilität

- 5,35 von 6 Elektrofahrzeuge sind gut für das Image der Firma
- 5,3 von 6 Das Unternehmen nimmt durch die Nutzung von E-Mobilität eine Vorreiterrolle ein
- 4,95 von 6 Mitarbeiter finden die Nutzung von E-Fahrzeugen gut
- 4,8 von 6 Mitarbeiter finden es gut das ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet wird
- 3,55 von 6 Organisation spart durch E-Fahrzeuge Geld ein (NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH, 2015)

Die positive Bewertung von Elektrofahrzeugen durch Mitarbeiter, aufgrund der einfachen Handhabung und des geringen Geräuschpegels, stellt sich auch bei E-Truck-Fahrern für die BMW Group dar. Die Scherm-Gruppe beliefert Werke der BMW-Group und seit 2015 sind bereits einige LKW vollständig elektronisch angetrieben. (Schmid, 2018)

3.3. AP 3 ICEM-Konzept

3.3.1. Erweiterung des Projektfokus

Zum Zeitpunkt der Ausschreibung und Beauftragung war es das Ziel der Wirtschaftsförderung Hamm, im Rahmen der Studie zunächst grundlegende Konzepte eines elektrischen Last-Mile-Verkehrs miteinander zu vergleichen und deren Realisierungs-Chancen und die positiven Effekte für Hamm abzuwägen. Insofern handelte es sich in diesem frühen Stadium des Projekts um eine Konzept- und Machbarkeitsstudie, die die spätere Realisierung vor Ort wissenschaftlich unterfüttern sollte.

Methodik und Projektplan haben sich sehr stark an diesen Ansprüchen orientiert: So standen zunächst eindeutig die theoretischen Untersuchungen zu verschiedenen Optionen eines elektrischen Last-Mile-Verkehrs im Vordergrund. Im weiteren Projektverlauf wurde die Ausrichtung der Forschungsfragen um wesentliche praxisrelevante Komponenten ergänzt und es wurden sukzessive bereits sehr konkrete Fragen zur Umsetzung aufgegriffen, die in dieser Tiefe ursprünglich noch nicht Teil des Projekts sein sollten.

Der Wandel des Projekts von einer Grundlagenstudie hin zur Konzeption eines realen Piloten kann als Erfolg des Projektbeirats angesehen werden. Durch die enge Einbindung lokaler Akteure aus unterschiedlichen Branchen (KEP, Logistik, Bauwirtschaft, Verwaltung) entwickelte sich im intensiven Austausch schnell ein sehr detailliertes Konzept dezentral organisierter Micro-Hubs, das schon sehr früh einen hohen Konkretisierungsgrad aufgewiesen hat (Standort, beteiligte Akteure, benötigte Infrastruktur).

Diese Entwicklung wurde im Projekt als Chance ergriffen, um einen Realisierungsgrad zu erreichen, der weit über das ursprüngliche Projektziel hinausgeht; zunehmend rückte das Projekt in Richtung eines realen "Praxislabors", in dem vor allem die konkreten Realisierungsschritte und die damit verbundenen Aushandlungsprozesse vorbereitet und erprobt werden konnten. Das begrenzte Budget und vor allem der enge Zeitrahmen erforderten dabei eine Umschichtung der Projekt-Ressourcen, die der inhaltlichen Refokussierung entsprechen: Während die theoretischen Untersuchungen zu alternativen Konzepten deutlich an Bedeutung verloren, wurden die Schritte zur Umsetzung des konkreten Konzepts nicht mehr nur wissenschaftlich unterfüttert, sondern aktiv vor Ort begleitet, um auf diese Weise die Chancen für eine zeitnahe Umsetzung in den Realbetrieb deutlich zu erhöhen.

In der Konsequenz wurden einige (theoretische) Arbeiten im Projekt mit weniger Tiefgang behandelt als ursprünglich vorgesehen. Dies ist insofern legitim, weil das schon sehr konkrete Pilotkonzept der Micro-Hubs in den Diskussionen nur noch wenig wissenschaftlicher Untermauerung bedurfte. Die in den theoretischen Arbeitsschritten eingesparten Ressourcen konnten in praxisnähere Arbeiten (Standortsuche, Abschätzung der Effekte) investiert werden. Alle vorgenommenen methodischen Umschichtungen erfolgten in enger Abstimmung mit der Wirtschaftsförderung Hamm.

3.3.2. AP 3.1 Konzept eines elektrischen Last-Mile- Wirtschaftsverkehrs (SRH Hamm)

Im Rahmen des AP 3.1 werden sieben Ansätze, als denkbare Last-Mile-Lieferlösungen identifiziert: Urban Consolidation Centre (UCC)/Micro Hub, Compact Cross Docking (CCD), Mobile Package Delivery (MPD), Intelligent Locker (Packstation), Einzelhandelsflächen, Parkhaus und Wechselbrücke.

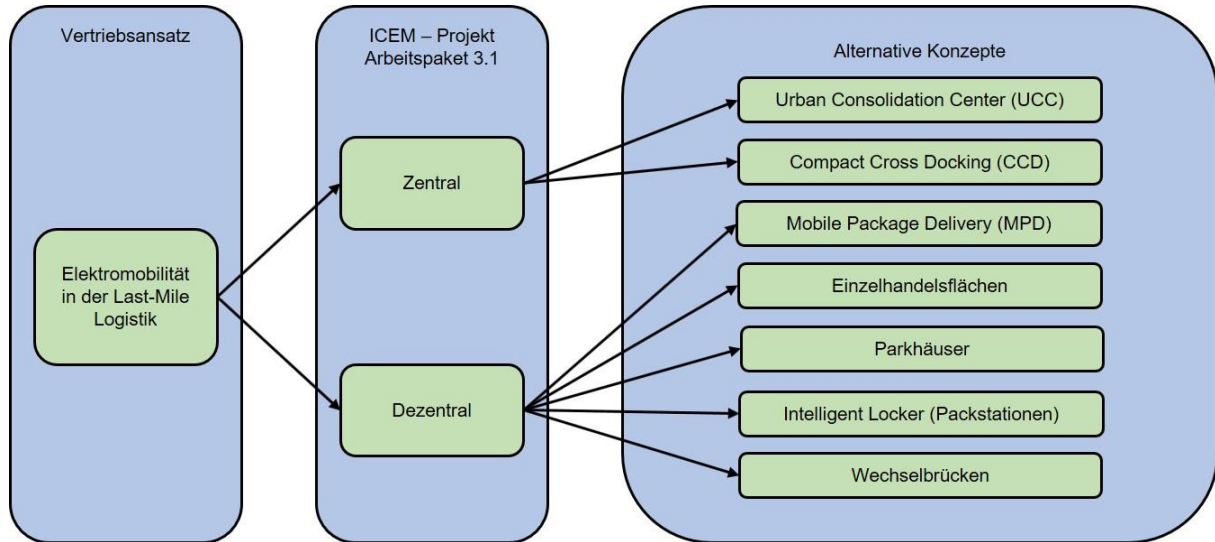


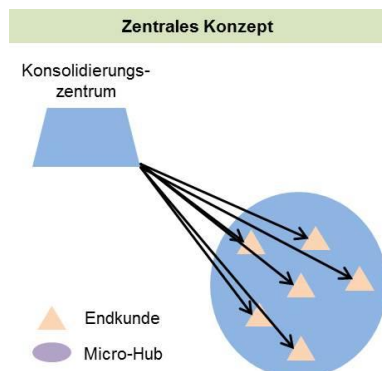
Abbildung 3 Alternative Konzepte in der Last-Mile Logistik

Die „Last Mile“ oder „Letzte Meile“ ist ein Begriff, der im Supply Chain Management und der Transportplanung in einer Business-to-Consumer (B2C)-Paketlieferung verwendet wird, um den Transport von Waren von einem Distributionszentrum zu einem Endziel zu beschreiben. (Gevaers, et al., 2009)

"Die letzte Meile, die als Warenbewegung zwischen einem Verkehrsknotenpunkt und einer Lieferadresse bekannt ist, wird immer wettbewerbsfähiger und innovativer. Starke Beziehungen zwischen Handel und Logistikdienstleistern waren noch nie so wichtig, um positive Erfahrungen für den Endverbraucher zu sichern". (Lowe, et al., 2015)

Vor diesem Hintergrund sollen im Folgenden die jeweiligen Konzepte näher beleuchtet werden.

Zentralisierungs-Konzept



Bei der Zentralisierung beliefert ein zentrales Lager flächendeckend Einzelhändler und andere Endkunden. Das zentrale Lager konsolidiert zuvor die verschiedenen Warenströme.

Ein zentraler Ansatz bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber einem dezentralen Vertriebssystem. Die Vorteile der zentralen Verteilung können in zwei Bereiche untergliedert werden : Logistik- und Servicevorteile.

Abbildung 4 Zentrales Konzept

Vorteile der Zentralisierung	
Logistik	Service
Geringere Fixkosten	Kürzere und sichere Lieferzeiten
Niedrigere variable Kosten	Höhere Lieferpräzision
Einbinden von Aktivitäten	Bessere Informationen

Tabelle 13 Vorteile der Zentralisierung

Logistische Vorteile:

Geringere Fixkosten: Da für den Betrieb eines einzelnen großen Lagers weniger Ressourcen benötigt werden als für mehrere kleine gleicher Gesamtkapazität, wirkt sich die Zentralisierung positiv auf die Kosten der Lageraktivitäten aus.

Niedrigere variable Kosten: Variable Lagerhaltungskosten wie Arbeit, Transport etc. können ebenfalls minimiert werden, wenn der Gesamtbestand an Überstunden sinkt.

Einbinden von Aktivitäten: Die Zentralisierung hilft bei der Integration aller Lager- und Logistikaktivitäten unter einem Dach und führt zu geringeren Verwaltungskosten. So kann sich das Unternehmen auf Kernkompetenzen konzentrieren.

Servicevorteile:

Kürzere und sichere Lieferzeiten: Ein zentrales Lager hilft, kürzere und sichere Lieferzeiten für alle Produkte zu erreichen. Das Lager kann Waren und andere Sendungen schneller an die Kunden versenden und die Durchlaufzeiten verkürzen.

Höhere Lieferpräzision: Da sich alle Produkte zentral in einem Lager befinden, können mehre Lieferungen korrekt durchgeführt werden. Die Anzahl der Lieferungen und die Zeitfenster können besser synchronisiert werden.

Differenzierung: Ein zentrales Lager kann Produkte in verschiedenen Formen und Größen lagern. Mit einem zentralen System steigt die Möglichkeit der Anpassung von Lösungen.

Bessere Informationen: Da alle Produkte zentralisiert sind, ist es einfacher die Lagerbestände zu verwalten. Dadurch können die Kunden genauere Informationen über die Lieferzeiten durch das Unternehmen erhalten.

Kundendienst: Die besten Mitarbeiter, Geräte und Inventarsysteme befinden sich alle zentral in einem Lager. Der Mehrwert ist in der Konzentration auf Kundenbedürfnisse und verbessertem Service erkennbar.

Nachteile der Zentralisierung

Verzögerung beim Versand von Materialien an die Abteilungen und Filialen

Erhöhung der Materialkosten, da Personal für den Transport von den Märkten zu den verschiedenen Produktionseinheiten benötigt wird.

Erhöhte Verlustrisiko im Schadenfall, da im z.B. bei Brandschäden ganze Bestände verloren gehen können

Tabelle 14 Nachteile der Zentralisierung

Dezentralisierungs-Konzept

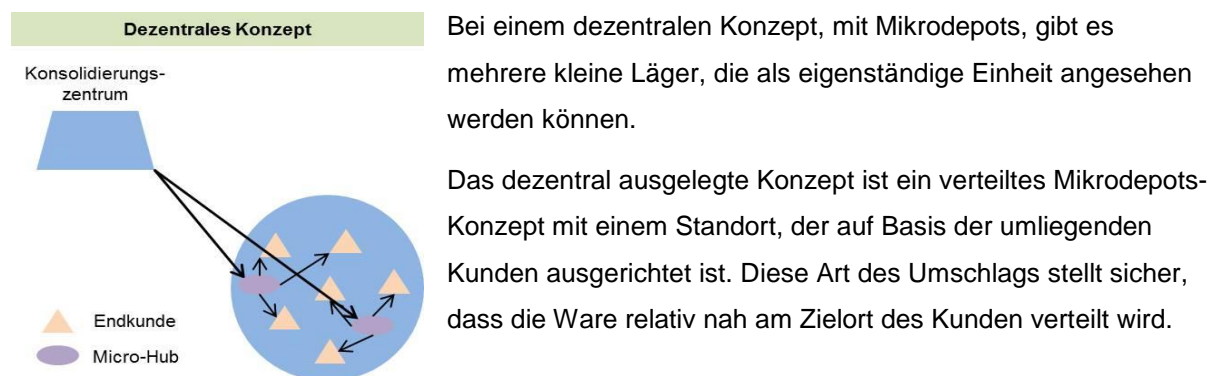


Abbildung 5 Dezentrales Konzept

Vorteile der Dezentralisierung

Der Be- und Entladevorgang und die Überwachungsfunktion sind relativ unkompliziert.

Relativ niedrigere Kosten durch Minimierung von Verzögerungen bei der Lieferzeit

Reduziertes Katastrophenrisiko, Feuer, etc.

Geringere Transportkosten für die Lieferung zum Endkunden, da der Mikro-Hub in der Nähe des Wohnsitzes des Kunden liegt.

Schnellere Lieferzeiten, da nur kurze Wege zur Kundenadresse.

Tabelle 15 Vorteile der Dezentralisierung (Vehlow, Stefan)

Der Nachteil liegt in der höheren Investitions- und Fixkostenbelastung, denn Investoren müssen unterschiedliche Lager betreiben, wodurch bei vergleichbaren Umschlagmengen mehr Equipment benötigt wird. Darüber hinaus besteht ein Risiko bei der Auswahl der Standorte aufgrund der strategischen Planung.

Urban Consolidation Centre

Das Urban Consolidation Centre (UCC) ist ein neues Konzept für die Verteilung von Waren auf der letzten Meile und wird auch als "Urban Warehouses" oder "Micro-Hub" bezeichnet.

Das Konzept sammelt an einem Sammel- und Versandort Fracht, die per Luft, Schiene, Straße oder Schiff in die Stadt geliefert wird. Meist liegen diese vor oder in den Zielstädten und werden von einem unabhängigen Betreiber betrieben. (Johansson, 2018) Darüber hinaus können UCCs auch Added Value Services übernehmen. Der Mikro-Hub liegt taktisch zwischen dem UCC und dem Zielort, um Zeit und Kosten zu sparen. Dabei vermeidet das Konzept Staus und minimiert den ökologischen Fußabdruck von Speditionen.

Für den erfolgreichen Einsatz von UCCs sind viele Aspekte zu berücksichtigen. Briales beschreibt in dem Projekt eMotion Faktoren wie Infrastruktur, Managementsysteme, Elektrofahrzeuge und die Unterstützung öffentlicher Institutionen. (Briales, et al., 2014)

Infrastruktur	Elektrofahrzeuge	Richtlinien, finanzielle Anreize, Marketing und Kommunikation
Standardkriterien für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur	Förderung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit von Elektrofahrzeugen	Zuschüsse und Subventionen
Standardisiertes Ladeprotokoll	Erweiterte Auswahl an Elektrofahrzeugen	Finanzielle Anreize und Steuererleichterungen für Elektrofahrzeuge
Standardisierung der Beschilderung und Einsatz von IT zur Ortung von Ladepunkten	Durchbrechen der "Reichweiten-Angst"	Allgemeine lokale Anreize für Elektrofahrzeuge
Vereinfachung des Abrechnungssystems	Geeignetes Wartungsnetz	Förderung und Verbreitung des grünen Verkehrs
Weniger Verwaltungsaufwand		

Tabelle 16 Faktoren für ein UCC

Infrastruktur

Standardkriterien für den Aufbau einer schnellen und flächendeckenden Ladeinfrastruktur: Notwendig ist ein allgemeines Bereitstellungsmodell für die Infrastrukturentwicklung. Eine geeignete Strategie wäre die Förderung von Standardladestationen in Wohnungen und an Arbeitsplätzen, an denen Elektrofahrzeuge länger geparkt werden können. Darüber hinaus sind Schnellladestationen notwendig, um den Nutzern von Elektrofahrzeugen eine schnelle Lösung zu bieten. Aus diesem Grund empfehlen einige Partner die Installation von Schnellladestationen auf Autobahnen, in Tankstellen und öffentlichen Parkplätzen und/oder an großen Kreuzungen.

Standardisiertes Schnell- und Langsamladeprotokoll: Es ist notwendig, eine Infrastruktur zu schaffen, die standardisiert, einfach zu bedienen und mit allen auf dem Markt befindlichen Elektrofahrzeugsystemen kompatibel ist.

Standardisierung der Beschilderung und Einsatz von IT zur Ortung von Ladestationen: Websites, Autonavigationssysteme und Smartphone-Applikationen könnten zur Erleichterung der Ortung genutzt werden und auch Details wie verfügbare Stecker, Zahlungsarten und Verbrauchskosten bieten.

Vereinfachung des Abrechnungssystems, sowohl im Inland als auch im Ausland: Das Abrechnungssystem muss unter Berücksichtigung des geltenden Datenschutzes einfach anzuwenden sein. Die Kunden sollten in der Lage sein, den Gebührendienst an jeder beliebigen Ladestelle zu nutzen, wobei die für das Aufladen erforderlichen Informationen zwischen den verschiedenen Betreibern übermittelt werden. Dies ist nur mit einer reibungslosen Kommunikation zwischen den Elektrofahrzeug-Dienstleistern und den Betreibern von Ladestationen zum Austausch von Abrechnungsdaten möglich. Für eine bequeme Bezahlung ist eine sichere Roaming-Architektur erforderlich, die aus mehreren miteinander verbundenen Roaming-Diensten bestehen kann.

Integration in das Netz: Ladestation sollten vollständig in das Netz integriert werden und handlich und aus der Ferne steuerbar sein.

Elektrofahrzeuge

Förderung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit von Elektrofahrzeugen: Der aktuelle Elektrofahrzeug-Preis ist das Haupthindernis, das den potenziellen Nutzer abschreckt. Denn die Kosten für ein neues Elektrofahrzeug (in einigen europäischen Ländern) im Vergleich zu einem herkömmlichen Auto mit Verbrennungsmotor sind ca. doppelt so hoch. Die Automobilhersteller müssen sich dafür einsetzen, dass die Preise für Elektrofahrzeuge sinken, um sie im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen wettbewerbsfähiger zu machen.

Erweiterte Auswahl an Elektrofahrzeugen: Die zukünftigen Elektrofahrzeug-Nutzer sollten in der Lage sein, den am besten geeigneten Elektrofahrzeug-Typ zu finden, der ihren Bedürfnissen entspricht. Ein vielfältigeres Angebot an Elektrofahrzeugen wird den unterschiedlichen Bedürfnissen der Nutzer gerecht und macht den Kauf von Elektrofahrzeugen attraktiver.

Durchbrechen der "Reichweiten-Angst": Viele potenzielle Nutzer sorgen sich um die deutlich geringere Reichweite von Elektrofahrzeugen. Normalerweise bedeutet die Erhöhung der Mobilität bzw. der Kapazität einer Batterie die Erhöhung des Gewichts. Allerdings sind die Batterien der neuen Generation, wie z.B. Lithium-Luft-Batterien, in der Lage die Energiedichte zu erhöhen und eine höhere Reichweite zu gewährleisten. Diese Art von Batterien ist noch in der Forschung, aber die Prognose ist, dass diese Batterien vor 2020 auf den Markt kommen werden. Dies würde dazu beitragen die Befürchtungen zu zerstreuen, dass das Elektrofahrzeug nicht genügend Reichweite hat, um sein Ziel zu erreichen. Eine andere Lösung wäre, den Nutzern zuverlässige Statistiken über die durchschnittliche Tageskilometerleistung des Fahrzeugs zur Verfügung zu stellen, die deutlich unter der Durchschnittskilometerleistung liegt, die mit aktuellen Batterien erreicht werden kann.

Geeignetes Wartungsnetz: Es ist notwendig, Zugang zu einer Großen Anzahl von hochqualifizierten Fachleuten zu haben. Die Wartung des Elektrofahrzeugs erfordert qualifiziertes Fachpersonal und ein Netzwerk von Wartungswerkstätten.

Politik, finanzielle Anreize, Marketing und Kommunikation

Zuschüsse und Subventionen: Mit dem Ziel, die Bürger zum Kauf von Elektrofahrzeugen zu ermutigen und den Preisunterschied zwischen einem konventionellen und einem Elektrofahrzeug zu verringern, müssen Zuschüsse an Fahrer vergeben werden, die ihre PKW mit Verbrennungsmotor, durch ein Elektrofahrzeug ersetzen.

Finanzielle Anreize und Steuererleichterungen für Elektrofahrzeuge: Wenn mehr Elektrofahrzeuge eingesetzt werden sollen, müssen lokale und nationale Regierungen die Bürger und Unternehmen mit Steuererleichterungen und finanziellen Anreizen ermutigen. Kfz-Zulassungskosten und Straßenbenutzungsgebühren müssen für Elektrofahrzeuge gesenkt oder einfach gestrichen werden.

Allgemeine lokale Anreize für Elektrofahrzeuge: Neben der finanziellen Unterstützung müssen potenzielle Nutzer von Elektrofahrzeugen mit anderen Anreizen gefördert werden. Die Kommunalverwaltungen sollten Anreize, wie die Nutzung von Fahrspuren für Fahrgemeinschaften, den Zugang zu Gebieten mit Einfahrbeschränkungen, bevorzugten Parkplätzen und/oder kostenlosen oder ermäßigten Parkgebühren in regulierten Gebieten schaffen, um den Markt für nachhaltige Verkehrslösungen zu stimulieren und mit gutem Beispiel voranzugehen, denn die Kommunen könnten ihre Flotten um Elektrofahrzeuge erweitern.

Förderung und Verbreitung des grünen Verkehrs: Schließlich müssen die lokalen und nationalen Regierungen betonen, dass Elektrofahrzeuge nicht nur keine Abgasemissionen und damit keine lokale Belastung erzeugen, sie können auch in Abhängigkeit von der verwendeten Primärenergiequelle nahezu CO₂-neutral betrieben werden. Elektrofahrzeuge produzieren auch weniger Lärm als PKW mit Verbrennungsmotoren. Lokale, regionale und nationale Regierungen sollten Aktivitäten wie Verbreitungskampagnen, internationale Konferenzen, öffentliche Veranstaltungen, Informationsstellen, Messen und Werbemaßnahmen fördern und entwickeln. Außerdem sollten Testfahrten, bestehend aus Elektrofahrzeug-Tests, Pilotdemos, Car-Sharing-Initiativen usw., durchgeführt werden.

Vorteile	Nachteile
Minimierung der Stauanzahl & Emissionen	Hohe Entfernung zum Kunden
Verhindern von Blockaden durch die Entladung, z.B. durch blockierende LKW's	Verkehrsbelastung
verkürzte Belegzeiten der Transportfahrzeuge	Hohe Investitionskosten / Betriebskosten
Schnelle Be- & Entladung vom Fahrzeugen	Geringe Standortauswahl
verstärkte Nutzung von umweltfreundlichen Verkehrsträgern	E-Mobilität nicht zu 100% realisierbar
Erhöhung der Flexibilität durch automatisierte Umsetz- und Materialflussprozesse	

Tabelle 17 Vor- und Nachteile des UCC

Compact Cross Docking

„Cross-Docking: Distributionssystem, in dem die im Lager oder Verteilzentrum eingehenden Bestände nicht eingelagert, sondern für den Versand an den Einzelhandel bereitgestellt werden. Cross-Docking erfordert die benachbarte Synchronisation aller eingehenden und ausgehenden Transportbewegungen, da es die Einlagerung, Lagerung und Sortimentsoperationen eliminiert und somit die Vertriebskosten erheblich reduziert“. (The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), 2014)

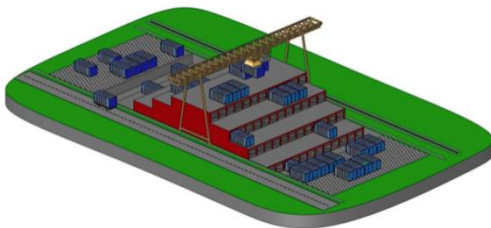


Abbildung 6 Darstellung eines möglichen CCD (SRH Hamm für Wirtschaft und Logistik, 2014)

"Compact Cross Docking (CCD) ist die Aufteilung der konventionellen H-, I-, L-, T-, U- und X-förmigen Cross Docks in mehrstufige, vielseitige, raum- und geschwindigkeitsoptimierte Warenbewegungen vom Lieferanten zum Kunden bei gleichzeitiger Erleichterung der Intermodalität des Transports". (SRH Hamm für Wirtschaft und Logistik, 2014)

Vorteile	Nachteile
Reduziert das Materialhandling	Mehr Aufmerksamkeit, Zeit und Planung des Managements sind für der reibungslosen Ablauf notwendig
Reduziert die Notwendigkeit, Produkte im Lager zu speichern.	Der Aufbau der Cross-Docking-Terminal-Strukturen würde viel Zeit und Kapital in Anspruch nehmen.
Keine großen Lagerflächen erforderlich	Einige Lieferanten wären nicht in der Lage, fertige Produkte an das Cross-Docking-Terminal zu liefern.
Reduzierte Arbeitskosten (keine Verpackung und Lagerung)	Für den reibungslosen Betrieb des Cross Docking Terminals ist eine ausreichende Anzahl von Verkehrsträgern notwendig, daher ist es vor allem auf den Lkw-Verkehr angewiesen.
Weniger Zeit bis zum Kunden	Hohes Produktvolumen ist notwendig, um kosteneffizient zu sein.
Hoher Warenumsschlag, da sich alles schnell durch das Cross-Docking-Terminal bewegt. Produkte verbringen hier in der Regel weniger als 24 Stunden.	
Produkte, die für einen ähnlichen Endpunkt bestimmt sind, können als Komplettlading transportiert werden, was die Gesamtvertriebskosten reduziert.	

Tabelle 18 Vor- und Nachteile des CCD

Mobile Package Delivery (MPD)

Die dritte Alternative ist das Mobile Package Delivery (MPD), ein zweiteiliges System, bei dem die Pakete und Zustellfahrzeuge (Cargo-Bikes) durch ein mobiles Micro-Depot in unmittelbarer Nähe des Stadtzentrums geliefert und dann an ihren Bestimmungsort gebracht werden.

Erfolgreiche Piloten in vielen europäischen Städten haben wertvolle Fallstudien geliefert, um den Erfolg des Systems aufzuzeigen, insbesondere wenn folgende Probleme aufgetreten sind: Unzureichende Be- und Entladezonen, Fußgängerschutz, Lieferzeitbeschränkungen, Umweltzonen, Geschwindigkeitsbeschränkungen und Staus. Diese Lösung ist ideal für nicht verderbliche Güter. Zudem steigert das System die Flexibilität beim Parken, reduziert Lieferzeiten, Staus und

Treibhausgasemissionen. Darüber hinaus ermöglicht es durch mobile Zustell- und Lastenräder KEP-Dienstleistern sich an die strengen Regeln und Richtlinien zu halten, die zur Regulierung der Zustellung in den Innenstadtbereichen bestehen. Öffentliche Fördermittel und Kooperationen zwischen verschiedenen Interessensgruppen im Bereich der Planung und des Rollouts haben sich als entscheidend für den Erfolg dieser Projekte erwiesen.

Intelligent Locker (Packstationen)

Das smarte Konzept der Last-Mile-Innovation ermöglicht eine bequeme und sichere Abholung und Rückgabe von Paketen zu jeder Zeit. Intelligente Schließfächer eignen sich am besten für Non-Food und ungekühlte Waren und ideale Standorte sind hochverdichtete Verkehrsflächen (z.B. Einkaufszentren, Lebensmittelmarkt oder Haushaltszentrum).

Packstationen haben niedrige Arbeitskosten, sind relativ schnell zu installieren und wurden in vielen Städten erfolgreich eingeführt. Öffentlich-private Partnerschaften haben sich bewährt, um geeignete Standorte zu identifizieren. Viele erfolgreiche Piloten, angeführt von großen Frachtunternehmen wie DHL, UPS, Amazon und InPost haben zu einer raschen Verbreitung von Paketschränken auf der ganzen Welt geführt.

Einzelhandelsflächen

E-Commerce-Marktteilnehmer müssen sich auf die Last-Mile-Logistik des herkömmlichen Liefersystems konzentrieren. Die Geschäftsräume in der Innenstadt versprechen eine alternative Lösung, um den Kunden mit einer Lieferung am nächsten oder gleichen Tag näher zu kommen. Das innerstädtische Last-Mile-Konzept ist nicht dasselbe wie das traditionelle Fulfillment-Center außerhalb der Stadt. Kleinere Grundflächen, hohe Mieten und Flächenkonkurrenz sind einige der Herausforderungen, denen sich sowohl E-Retailer als auch industrielle Eigentümer stellen müssen. Der hohe Preis für städtische Logistikflächen auf dem Markt muss von den Akteuren der Last-Mile-Logistik beachtet werden.

Die Anforderung an die Last-Mile-Logistik hat einige Entwickler dazu veranlasst, Orte als Lager zu verwenden, an denen einst Einkaufszentren, Einzelhandelsgeschäfte oder Büroflächen standen. Die Technologie hat die gemeinsame Nutzung erleichtert und ermöglicht es den Benutzern, die Lagerflächen zu überwachen und zu sichern. Die Mieter sind bereit für einen temporären Raum zu zahlen, der sich an die Nutzung in volumenstarken Zeiten, wie z.B. in der Weihnachtszeit, anpassen kann.

Parkhäuser

Steigende Kundennachfrage nach tagesgleichen Lieferungen, zunehmender Wettbewerb um kleinere, nahe gelegene Einrichtungen in denen Produkte von großen Lkw auf kleine Fahrzeuge verladen werden, sind Herausforderungen für viele KEP-Dienstleister. Eine innovative Möglichkeit der Expressabholung und -zustellung in der nächtlichen Innenstadt ist die Nutzung eines Parkhauses oder Tiefgaragenplatzes. In diesem Parkhaus steht ein Trailer mit Be- und Entladehilfen für kurzfristige Lagerungen bereit. Am Abend oder am Morgen wird der Trailer mit allen innerstädtischen Lieferungen

für diesen Tag beladen und dann zu einem zentralen Parkplatz in der Stadt gefahren. Von dort aus werden die Endauslieferungen von Versandfahrer*innen auf Elektrofahrrädern durchgeführt.

Wechselbrücken

Immer mehr Güter werden in die Städte geliefert. Damit wächst die Verkehrsproblematik weiter. Um einen unkomplizierten und effizienten Warenfluss zu gewährleisten, müssen die Teilnehmer zusammenarbeiten.

Das Projekt I.LOG berichtete über ein neues Stadtlogistiksystem, das den intermodalen Verkehr mit der "letzten Meile" integrieren kann. Das Konzept erlaubt die Vermischung verschiedener Transportmittel und die Lieferung von Gütern direkt in die städtischen Zentren.

Dies ist möglich durch spezielle "Micro-Wechselbrücken", die ohne Änderung der vorhandenen Ladeflächen sowohl auf Eisenbahnwaggons als auch auf Straßenfahrzeuge wie Lastkraftwagen und Nutzfahrzeuge unter 3,5 Tonnen (Iveco Daily, Nissan Cabstar usw.) verladen werden können.

Auf diese Weise kann der Transport für jedes Endziel direkt am Ausgangspunkt in jedem intermodalen oder logistischen Zentrum arrangiert, dann mit dem Zug oder großen Lastkraftwagen transportiert und schließlich mit umweltfreundlichen Fahrzeugen an die Endauslieferungsorte in städtischen Zentren verteilt werden.

Der intermodale Transfer wird durch spezielle, für Kabinenfahrzeuge entwickelte intermodale Flachböden und (Ent-)Ladeeinrichtungen gewährleistet, die das Handling und die Übersetzung der einzelnen Mikro-Wechselbrücken ermöglichen. Durch die begrenzten Abmessungen (2.550 mm Länge x 1.840 mm Breite x 2.350 mm Höhe) kann der Übergabebereich an benachbarte Positionen zu städtischen Zentren platziert werden. Außerdem können einfache Parkplätze für den Transfer genutzt werden.

Vorteile	Nachteile
Optimierung der Verladung, die am Ursprung der Lieferroute geplant ist.	Behördliche Genehmigungen
Erhöhung des Verkehrsträgers Schiene	Rechtsunsicherheit
weniger Fahrzeuge und gefahrene Kilometer	
die signifikante Verringerung der Umweltbelastung.	

Tabelle 19 Vor- und Nachteile der Wechselbrücke

3.3.3. AP 3.2 Konzept eines elektromobilen Umschlagzentrums (SRH Hamm)

Das Konzept für eine elektromobile Last-Mile-Belieferung über ein elektromobiles Umschlagzentrum oder dezentrale Micro-Hubs wurde auf Basis der von der Prognos AG ermittelten Sendungsaufkommen für Hamm weitergehend untersucht. Aufgrund der ermittelten Werte konnten Aussagen über die maximal benötigte Anzahl der Depots, die Größe der benötigten Fläche, sowie die Anzahl der Ladepunkte und Fahrzeuge getroffen werden.

Ziel war eine wirtschaftliche Betrachtung der beiden alternativen Konzepte (zentral, dezentral). Diese sollte es ermöglichen, die beiden Varianten zu vergleichen und zu verdeutlichen, welche Option sich im Vorfeld durch genauere Bewertung als vorteilhaft herausstellt. Dazu hat das Projektteam eine ausführliche Kalkulation vorgenommen und Investitions- sowie laufende Kosten verglichen. Die Kalkulation wurde für die folgenden Alternativen durchgeführt: Mobile Package Delivery, Konsolidierungszentrum, Einzelhandelsflächen, Parkhäuser und Wechselbrücken.

Kostenbewertung	
Mobile Package Delivery	
Investitionskosten	3.000.000€
Laufende Kosten	130.000€
Konsolidierungszentrum	
Investitionskosten	18.000.000€
Laufende Kosten	790.000€
Einzelhandelsflächen	
Investitionskosten	420.000€
Laufende Kosten	150.000€
Parkhäuser	
Investitionskosten	200.000€
Laufende Kosten	230.000€
Wechselbrücken	
Investitionskosten	950.000€
Laufende Kosten	100.000€

Tabelle 20 Kostenbewertung möglicher Realisierungskonzepte

Die vollständige Tabelle ist im Anhang 7.7 zu finden. Auf Basis der ermittelten Daten und unter Abwägung der Aufwand-Nutzen-Einschätzung, sowie Bewertung weiterer Aspekte wie Skalierbarkeit und Flexibilität wurde in Zusammenarbeit mit den Experten aus der Praxis, der Stadt Hamm sowie

dem Auftraggeber im Beirat nach ausführlicher Diskussion und Abwägung einhellig der dezentrale Ansatz mit Micro-Hubs favorisiert. Dieser soll daher als Grundlage für die weitere Umsetzung des Projektes dienen.

3.3.3.1. Aspekte der Standortanalyse

Einflussgrößen außerbetrieblicher Transportsysteme

In der Logistik gilt der außerbetriebliche Transport als der Teil, welcher stark von externen Bedingungen beeinflusst wird. Hierbei zählen Einflüsse, wie zum Beispiel die Infrastruktur, externe Transportmittel, rechtliche Vorschriften, aber auch Transportnebenkosten welche sich auf die Nutzung von Straßen oder Häfen beziehen. Die Nebenkosten beziehen sich dabei vorwiegend auf Zollgebühren oder Standgelder. Bei der Betrachtung der Transportvorgänge ist daher nicht nur die reine Ortsveränderung der Güter, sondern auch die Qualität der Logistikleistung zu berücksichtigen. Durch den weltweiten Strukturwandel in vielen Branchen wie der Fertigung kundenspezifischer Güter, kleinerer Losgrößen, aber auch durch die Zunahme der E-Commerce Geschäfte, entwickeln sich erhöhte Anforderungen für den Transport. Daraus ergeben sich geringere Bestellmengen und eine häufigere Belieferung, was zu höheren Transportkosten führt. (Schulte, 2013)S.175

Kosten:

- Frachtkosten
- Transportnebenkosten
- Handlingskosten
- Sonstige Logistikkosten
-

Transportfaktoren:

- Massenleistungsfähigkeit (Fähigkeit von Verkehrsmittel zum Transport großer Mengen zu niedrigen Kosten)
- Schnelligkeit (Fähigkeit eines Verkehrsmittels, Güter schnell zu befördern – Transportdauer)
- Zeitliche Flexibilität (Fähigkeit auf zeitliche Veränderungen zu reagieren)
- Räumliche Flexibilität (Fähigkeit zur räumlichen Verlagerung von Transportmitteln/-kapazitäten)
- Sicherheit (Maß für Unfallhäufigkeit von Transporten)
- Umweltbeeinflussung (Energieeinsatz, Schadstoff- und Lärmemissionen)

Entscheidungsorientierung der Standortanalyse

Die Standortplanung kann als eine zukunftsorientierte Abstimmung aller betrieblichen Maßnahmen verstanden werden. Deren Durchführung und Erfolg sind von räumlichen Einflüssen abhängig. Die räumliche Betrachtungsebene lässt sich in eine Mikro- und Makroanalyse abgrenzen. Bei der (geographische) Mikroanalyse werden qualitative Standortmerkmale betrachtet. (Ottmann, et al., 2016) S.4 ff

Durch das Bereitstellen von Informationen werden Unsicherheiten bei der Standortanalyse reduziert. Je mehr Informationen zur Verfügung stehen, desto einfacher können Standortentscheidungen getroffen werden.

Die Standortwahl hängt somit stark von der Datenverfügbarkeit ab. In der Praxis werden Daten entweder (primär) durch den Einsatz eigener Mittel erhoben oder man nutzt bereits bestehende Informationen (Sekundärdaten). Diese werden häufig von Kommunen zur Verfügung gestellt. Allerdings kann das Verwenden von Sekundärdaten zu Problemen führen, da diese unter Umständen fehlerhaft oder veraltet sind. Dennoch zählen Daten amtlicher Institutionen als Grundlage für Standortanalysen. (Ottmann, et al., 2016) S.27

Makroebene

Bei der Makroebene werden Rahmenbedingungen der Standortentscheidung untersucht, die das makroökonomische Umfeld der Standorte betrachten. Hier werden beispielsweise die steuerlichen Gegebenheiten, politische Stabilität oder infrastrukturelle Ausstattung herangezogen. Die Erforderlichen Daten hierfür können von sekundären Quellen verwendet werden.

Mikroebene

Die Mikroebene betrachtet städtische Teilräume und umfasst die unmittelbar lokale Umgebung eines Grundstücks oder Gebäudes. Sie stellt den Schwerpunkt der Standortanalyse dar.

Untersuchungsgegenstand sind hierbei qualitative und quantitative Standortfaktoren wie etwa Grundstücksfläche, Rangierfläche oder Mietkosten. Diese Faktoren sind ortsgebunden und haben großen Einfluss auf die Standortwahl. Für die Analyse lokaler Standorte wird meist eine Primärerhebung vorgezogen, da auf vorhandenes Datenmaterial oft nicht zurückgegriffen werden kann.

Standortfaktoren als Bewertungskriterium

Die Relevanz von Standortfaktoren ist subjektiv und von der jeweiligen Zielsetzung abhängig. Je nach Branche können sich diese in der Wichtigkeit deutlich voneinander unterscheiden. Aber auch bei Entscheidungssituationen zwischen beteiligten Interessensgruppen können Prioritäten von Faktoren stark auseinandergehen.

Begriff Standortfaktor

„Unter Standortfaktoren versteht man die Gesamtheit aller Faktoren, die ein Unternehmen bei der Wahl eines Standorts berücksichtigt. Standortfaktoren bilden die maßgebliche Determinante der Standortwahl. Standortfaktoren sind die variablen standortspezifischen Bedingungen, Kräfte, Einflüsse

etc., die sich positiv oder negativ auf die Anlage und Entwicklung eines Betriebs auswirken. Sie sind daher als wirtschaftliche Vor- und Nachteile einer Niederlassung zu sehen.“ (Haas, et al., 2015)

Grundsätzlich lassen sich Standortmerkmale in quantitative und qualitative Merkmale unterscheiden. Quantitative (harte) Faktoren besitzen die Eigenschaft der Messbarkeit und können deshalb als Rechengrößen herangezogen werden. Diese tragen bei den meisten Standortentscheidungen eine wichtige Rolle. Die qualitativen (weichen) Faktoren hingegen können nur schwer bis gar nicht gemessen werden. Obwohl Sie erfolgsneutral sind, müssen sie dennoch in die Standortbewertung mit einfließen. Erst durch die Bewertung beider Merkmale ist man in der Lage ein genaues Abbild der Realität zu zeichnen. (Melde, Adrienne, 2015) S.2

Relevanz von Standortfaktoren

Zur Findung aller entscheidungsrelevanten Standortfaktoren müssen zunächst die für die Entscheidung relevanten Interessen identifiziert werden. Danach legt man die Bewertungsgrößen fest, um diese später auch messen zu können. In den meisten Fällen werden den Standortfaktoren eine Gewichtung zugeordnet um so den Stellenwert der Faktoren zu reihen. (Ottmann, et al., 2016) S.8 ff

Standortfaktoren	
Qualitative	Quantitative
Grundstückslage	Transportkosten
Verkehrsanbindung zum Grundstück (Gebäude)	Transportzeit
Grundstücksfläche	Grundstückskosten
Lagerfläche	Mietkosten
Umgebungseinflüsse	Personalkosten
Brandschutzvorschriften	Förderung und Subventionen
	Energieversorgung
	Finanzierungskosten

Tabelle 21 Standortfaktoren (Kinkel, et al., 2007)

Quantitative Standortfaktoren			
	<i>relevant</i>	<i>wenig relevant</i>	<i>unbedeutend</i>
Transportkosten	x		
Transportzeit		x	
Personalkosten	x		
Finanzierungskosten		x	
Miete	x		
Raumarchitektur		x	
Entfernung zum Hub		x	
Energieversorgung	x		
Förderung/Subventionen	x		
Qualitative Standortfaktoren			
Fläche	x		
Lage		x	
Verkehrsanbindung	x		
Infrastruktur		x	
Brandschutzvorschriften		x	
Bauvorschriften			x
Umgebungseinflüsse			x
Lagerfläche	x		

Tabelle 22 Bewertung von Standortfaktoren in Hub & Spoke Netzwerken

Top down Methode

Um Handlungsalternativen der Mikroebene übersichtlich darzustellen, bedient man sich zweier Phasenmodelle. Den sogenannten Top-down oder Bottom-up Ansätzen. Diese sollen helfen die aufeinander aufbauenden Phasen voneinander zu trennen und zu Reihen. (Ottmann, et al., 2016) S.27

Mit dem Top-down Ansatz werden die Untersuchungsräume der Standortanalyse schrittweise heruntergebrochen. Im ersten Schritt wird zunächst die nationale Ebene betrachtet. Diese legt fest, in welchem Land der Standort x geplant ist. Anschließend wird die Region oder Stadt identifiziert. Wie ein Trichter werden die Entscheidungsmöglichkeiten für die Standortwahl von oben nach unten immer

kleiner. Auf der letzten Ebene befindet sich dann das Grundstück oder Objekt selbst. Auch bei der Betrachtung der Standortmerkmale geht man hier vom groben ins feine. (Ottmann, et al., 2016) S.28

Bottom-up Methode

Der Bottom-up Ansatz eignet sich in der Standortplanung für Entscheidungssituationen, in denen bestimmte Standorte bereits vorgegeben sind. Unterschied zum Top-down Ansatz ist, dass die Betrachtungsreihenfolge hier umgedreht ist. Hier wird zunächst der Standort selbst betrachtet. Ausgehend von den festgelegten Standortfaktoren wird dann entschieden, ob der Standort geeignet ist oder nicht. (Ottmann, et al., 2016) S.29

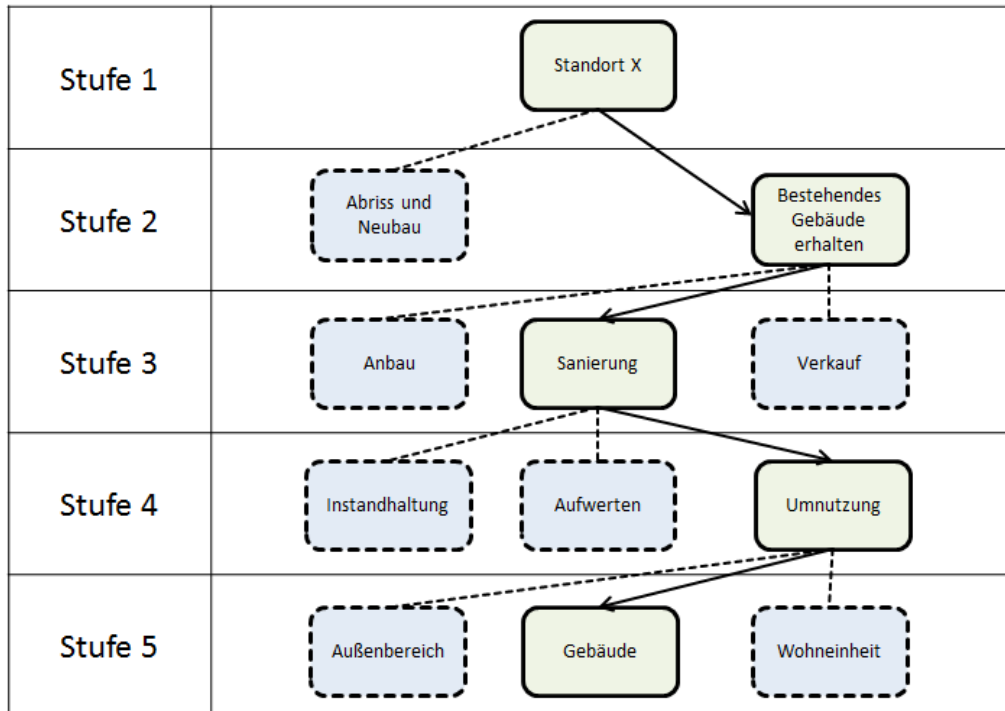


Abbildung 7 Bottom-up-Ansatz einer mehrstufigen Standortanalyse (Ottmann, et al., 2016) S.31

Paarvergleich

Das Prinzip des paarweisen Vergleichens (Pairwise Comparison, PC) stellt eine weitere Gewichtungsregel dar. Bei diesem Ansatz werden alle relevanten Faktoren paarweise miteinander verglichen. Dabei ist bei den verschiedenen Paaren einzuschätzen, welches der Kriterien wichtiger ist. Anschließend werden die Ergebnisse nach Kriterien zusammengeführt und normiert. (Ottmann, et al., 2016) S.66

Anwendung

Im ersten Schritt bekommt jedes Kriterium einen Buchstaben oder Zahlencode. Danach wird die sogenannte Paarvergleichsmatrix in Form einer Tabelle erstellt. Jedes Element der Matrix wird eine Spalte und eine Zeile zugeordnet. Die Zellen, in denen ein Element mit sich selbst verglichen werden würde, sowie Zellen, welche einen Vergleich wiederholen, werden gestrichen. Für den Vergleich in der Matrix, nimmt man jeweils das Element in der Zeile und vergleicht diese mit dem Element in der

Spalte. Als Ergebnis wird in jeder Zelle der Buchstabe des wichtigeren Elements (Zahlencode) eingetragen.

		A	B	C	D	E	F
A	Fläche		A	A	A	E	A
B	Verkehrsanbindung			B	B	E	B
C	Standortlage				C	C	F
D	Förderungen					D	F
E	Energieversorgung						F
F	Grundstück-/Mietkosten						

Tabelle 23 Paarvergleichsmatrix (Ottmann, et al., 2016) S.67

Die Gewichtung der Kriterien, entspricht der Anzahl mit der ein Element in Vergleichsmatrix ausgelesen wurde. Durch eine Division mit der Gesamtsumme lassen sich die Prozentwerte berechnen.

		Relevanz	Gewichtung in %
A	Fläche	4	26,66
B	Verkehrsanbindung	3	20
F	Grundstück-/Mietkosten	3	20
C	Standortlage	2	13,33
E	Energieversorgung	2	13,33
D	Förderung	1	6,6
	Summe	15	100

Tabelle 24 Gewichten mit Paarvergleichsregeln

Die Pairwise Comparison Methode soll helfen, Bedeutungsunterschiede zwischen relevanten Standortfaktoren herauszuarbeiten. Gegenüber einer direkten absoluten Einschätzung werden bei dieser Herangehensweise vielmehr differenzierte Ergebnisse erreicht.

In Entscheidungssituationen bei der viele Kriterien betrachtet werden, lässt sich mit dieser Methodik einfacher eine Handlungsempfehlung geben.

Die Qualitative Prüfliste

Die Qualitative Checkliste ist eine Prüfliste mit vordefinierten Anforderungen welche die Standorte einzeln betrachtet. Über diese wird beurteilt, ob die betrachteten Ausprägungen der Kriterien gegeben sind oder nicht. Die Tabelle gliedert sich aus einem Textteil, über welche die verschiedenen Merkmalsausprägungen in wenigen Worten zusammengefasst werden und aus den zu betrachtenden Standorten. (Ottmann, et al., 2016)

Ziel dieses Verfahrens ist es die unterschiedlichen Alternativen der Standorte anhand einheitlicher Beurteilungskriterien zu prüfen, ob sie die gewünschten Anforderungen erfüllen. Die Ergebnisse der Alternativen werden dann in den Tabellenspalten festgehalten, um aufzuzeigen, welche der Standorteigenschaften erfüllt werden. Hierzu werden sie mit einem Häkchen gekennzeichnet. Wie weit die Ausprägungen dabei über- oder unterschritten werden, lässt sich hier nicht feststellen. Hier geht es vor allem zu klären, ob alle Anforderungen gegeben sind, oder nicht. Durch eine Zählung der Merkmalsausprägungen in den Spalten, können Standortentscheidungen leichter getroffen werden. Die Wahl fällt dann zugunsten der Option, welche die meisten Anforderungen erfüllt.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit der Prüfliste, liegt darin, zu überprüfen wie oft bestimmte Vorgaben erreicht werden. Mit diesen Ergebnissen, lassen sich dann beispielsweise Gewichtungen festlegen: Je weniger Alternativen einer Standorteigenschaft erfüllt werden, umso wichtiger kann diese angesehen werden.

Anforderung	Standort			
	A	B	C	D
Anforderungscheckliste				
Grundstücksgröße: 250 bis 300 m ² Fläche, vorzugsweise in Form eines Rechteckes	✓		✓	✓
Grundstücksprofil: Boden fest und eben, Parkfläche	✓	✓	✓	✓
technische Erschließbarkeit: Stromversorgung				
Verkehrerschließung: Autobahn Nähe, Bahnhof Nähe, Wasserstraße	✓		✓	

Tabelle 25 Qualitative Checkliste (Ottmann, et al., 2016)

Quantitative Prüfliste

Um in der Vorauswahl nicht geeignete Standorte gezielt auszuschließen, werden Regeln genutzt, die sich auf das variieren von Anforderungsniveaus beziehen. Im Vergleich zur qualitativen Prüfliste, erfordert die quantitative Prüfliste eine Ergebnismatrix sämtlicher Standortfaktoren und Ausprägungen. Bei diesem Verfahren, werden zunächst für die einzelnen Merkmale, Mindestanforderungen festgelegt. Die Standorte welche diese Vorgaben unterschreiten, werden eliminiert und von weiteren Planungsüberlegungen ausgeschlossen. Durch schrittweises eingrenzen der Werte, werden die Anzahl der Alternativen so lange verkleinert, bis nur noch eine einzelne Wahlmöglichkeit übrigbleibt.

	1. Anforderung	2. Anforderung	3. Anforderung
	Lage: Zentral	Grundstücksgröße	Autobahn Nähe
Standort A	√	Ausschluss	Ausschluss
Standort B	Ausschluss	√	√
Standort C	√	√	√
Standort D	√	Ausschluss	Ausschluss

Tabelle 26 Quantitative Prüfliste (Ottmann, et al., 2016)

Beim disjunktiven Ansatz, betrachtet man immer nur ein einzelnes Merkmal und eliminiert die Varianten, welche die Mindestanforderungen nicht erfüllen. Dieser Vorgang kann mit verschiedenen Merkmalen so lange wiederholt werden, bis alle Merkmale durch sind.

Pro-/Contra-Analyse

Prüflisten lassen sich von einer einfachen Auflistung in eine Gegenüberstellung ausbauen. Hierzu werden die verschiedenen Ausprägungen der Kriterien eingeschätzt und verglichen, um so eine andere Sichtweise auf die Entscheidungsalternativen zu bekommen. Das Augenmerk der Alternativen bezieht sich dabei nicht auf die Zielerreichung bestimmter Werte, sondern vielmehr auf das Vorhandensein bestimmter positiver oder negativer Ausprägungen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Alternativen mit den stärksten bzw. meisten Vorteilen Vorzug erhalten.

Bei der der Gegenüberstellung, werden hierbei die positiven (Stärken) und die negativen (Schwächen) Aspekte einer Alternative als Wertungseinheiten in getrennten Tabellenspalten eingetragen. Die einzelnen Merkmalsausprägungen können zur Übersicht für die Bewertung der Alternativen in einer zweiten Tabelle nach Wichtigkeit gewichtet werden. Die Entscheidungsfindung ergibt sich aus der Differenz aller positiven abzüglich negativer Punkte.

Mithilfe der PMI (Plus-Minus-Interest) Regel in Zusammenhang mit der Direct-Rating-Gewichtungsregel, werden den einzelnen Merkmalen Punkte von 1 (unwichtig) bis 6 (sehr wichtig) zugeordnet. Die Höhe der Werte bestimmt, die Wichtigkeit der Merkmale. Diese sind rein objektiv zu betrachten und davon abhängig wo Unternehmen Ihren Fokus legen.

Standortfaktoren		Relevanz
1.	Kundennähe	6
2.	Verkehrsinfrastruktur	5
3.	Autobahnnähe	4
4.	Pacht-/Mietkosten	3
5.	Umbaukosten	3
6.	Kanalanschluss	2
7.	Staatliche Förderung	2
8.	Stromversorgung	1

Tabelle 27 Standortfaktoren (Ottmann, et al., 2016)

Plus (Vorteil/Nutzen/Positiv)		Minus (Nachteil/Kosten/Negativ)	
Standort A			
6	Kundennähe	Mietkosten	3
4	Autobahnnähe	Staatliche Förderung	2
2	Kanalanschluss	Umbaukosten	3
2	Staatliche Förderung		
Gesamtwert für: 14		Gesamtwert gegen: 8	
Standort B			
2	Kanalanschluss	Kundennähe	
2	Staatliche Förderung	Umbaukosten	6
3	Mietkosten	Verkehrsinfrastruktur	5
1	Stromversorgung		
Gesamtwert für: 8		Gesamtwert gegen: 11	

Tabelle 28 Bewerten der Faktoren mit der PMI-Matrix (Ottmann, et al., 2016)

3.3.4. Elektromobile Fahrzeuge

3.3.4.1. Testfahrten mit einem elektrischen Versuchsträger (SRH Hamm)

Um die Nutzbarkeit von Elektrofahrzeugen auf der letzten Meile zu untersuchen, wurde anhand des Beispielfahrzeugs Nissan e-NV 200 Evalia eine Analyse durchgeführt.

Diese wurde in Zusammenarbeit mit der studentischen Forschungsgruppe des Fachbereichs Energie erstellt. Im Rahmen der Analyse wurden Fahrversuche geplant, durchgeführt und ausgewertet.



Abbildung 8 Nissan e-NV 200

Für den Test mit dem Fahrzeug wurde eine Route durch die Innenstadt von Hamm mit einer Länge von 7,3 km gewählt. Diese Route wurde jeweils unter unterschiedlichen Einflussfaktoren getestet um entsprechende Abweichungen zu ermitteln. Die Einflussfaktoren, die einen Einfluss auf die Reichweite haben, wurden wie folgt festgelegt: Zuladung, Fahrstil, Verbrauch von Klimaanlage/ Heizung, Lenkradheizung und Sitzheizung, Fahrmodus, Anzahl der Stopps und Temperatureinflüsse beim Parken. Es wurde jeweils zwei Testfahrten pro Fahrversuch unter den nachstehenden Einflussfaktoren durchgeführt.

Zur statistischen Absicherung wurde eine anhand eines Versuchsplans (Anhang 0) festgelegte Anzahl von Runden zur Erfassung verschiedener Parameter untersucht.

Bereits im Bestcase konnte eine Abweichung der maximalen Reichweite vom angegebenen NEFZ Wert ermittelt werden. Abhängig von den Randbedingungen im Worstcase reduzierte sich die Reichweite auf 43% der NEFZ Reichweite.

Testfahrt Nissan e-NV 200 Evalia					
Versuchsart	Zuladung	Fahrstil	Verbrauch	Fahrmodus	Park- umgebung
Bestcase	Fahrer und Beifahrer	Normales Beschleunigen, vorausschauende s Fahren, keine zusätzlichen Stopps	keine Heizung, Lenkrad- heizung an, Sitzheizung an, Infotainment an	Eco = leichte Steigerung der rekuperativen Bremsen, Reduktion der Motorleistung und des Energiebedarfs anderer Verbraucher	Tiefgarage
Alltagsfahrt	Fahrer, Beifahrer und 250kg Zuladung	normal	Heizung an, Lenkrad- heizung an, Sitzheizung an, Infotainment an Fahrmodus	B = volle Motorleistung, maximales Drehmoment, rekuperative Bremsen voll	Tiefgarage
Worstcase	Fahrer, Beifahrer und 500kg Zuladung	Kick-Down, Schnelles Anfahren, Lange Gas geben, spät Bremsen	Heizung an, Lenkrad- heizung an, Sitzheizung an, Infotainment an	D = volle Motorleistung, maximales Drehmoment, rekuperative Bremsen mild ausgelegt	Außen

Tabelle 29 Testergebnisse der Testfahrt mit dem Nissan e-NV 200 Evalia

Somit lässt sich feststellen, dass der Stromverbrauch des Testfahrzeugs nicht von der Verkehrslage abhängig ist. Die durchgeführte Analyse belegt, dass sowohl die Anzahl der Stopps als auch die Beschaffenheit der Strecke den Verbrauch nicht wesentlich beeinflusst. Im Vergleich zu einem Auto mit Verbrennungsmotor gibt es hier also einen Vorteil. Ein Nachteil ist die Abweichung zwischen angezeigter Reichweite im Fahrzeug und tatsächlich möglichen Reichweite. Die tatsächliche Reichweite entspricht ca. 50% der vom Hersteller angegebenen NEFZ-Reichweite. Die ermittelten Kennzahlen sind ausschlaggebend für die erfolgreiche Konzeptionierung einer Elektromobilen Last-Mile Versorgung und müssen für Aspekte wie z.B. Routenplanung oder Ladeinfrastruktur berücksichtigt werden. Zudem sind Schwankungen, wie sie in der Analyse festgestellt wurden, auch bei anderen Elektromobilen, z.B. E-Lastenräder, Elektrofahrzeuge anderer Hersteller, zu erwarten.

3.3.4.2. Vergleich E-Lastenräder

Eine weitere Transportmöglichkeit zur Paketauslieferung ist das E-Lastenrad. In der folgenden Tabelle werden Lastenräder in BIEK Nachhaltigkeitsstudie von 2017 verglichen.

Lastenfahrräder			
Bezeichnung	Cargo Cruiser	MovR	Cyclocargo-CG4
Hersteller	Olaf Lange Dreiradbau	Speedliner Mobility	Cyclopolitain
Leistung	250 W	250 W	250 W
Reichweite	35 km	60 km	25 km
Ladedauer (bei 230 V)	8 h	4-8h	3,5 h
Kapazität Batterie	8 Ah	2 Stk. á 19,9Ah	8Ah
Gesamtgewicht	360kg	350 kg	306 kg
Leergewicht	160 kg	134 kg	126 kg
Zuladung	250 kg	180 kg	180 kg
Ladevolumen	2.2 m ³	1,7 m ³	1,5 m ³
Kaufpreis	Ca. 8.900 €	Ca. 16.000 €	Ca. 9.700 €

Tabelle 30 Vergleich Lastenfahrräder (Bogdanski, 2017)

In der nachfolgenden Tabelle werden Lastenfahrräder mit herkömmlichen Transportfahrzeugen verglichen. Hierzu wurden die wichtigsten Einflussgrößen angeführt, welche die Effizienz der Zustellung auf der letzten Meile beeinflussen.

Effizienzgewinnung der Lastenräder bei der Zustellung		
Kriterien	Konventionelle Fahrzeuge	Lastenfahrrad
Wenden auf der Stelle	--	++
Parken direkt vor der Zustelladresse	--	++
Parkplatzsuche	--	++
Befahren von Einbahnstraßen	--	++
Abkürzungen auf Radwegen	--	++
Nutzlast und Nutzvolumen	++	--
Tourenlänge	++	--
Durchschnittsgeschwindigkeit	+/-	+

Tabelle 31 Logistische Effizienzgewinne der Lastenradzustellung (Bogdanski, 2017)

Potential von Mikro-Depots

Mikro-Depot Konzepte bieten neben ökologischen Nachhaltigkeitszielen (Emissionsfreie Zustellung von Sendungen) oder Imagegewinn welches das Ansehen der Unternehmen steigert, auch ökonomische Vorteile:

Sparpotential

- Niedrige Personalqualifikation (kein Führerschein erforderlich)
- Geringe Investitionskosten der Fahrzeuge im Vergleich zu konventionellen Transportern
- Günstige Wartungskosten der Fahrräder (Reifen, Bremsen, Batterie)
- Günstige Energiekosten (Ladung der Batterie über Strom)
- Logistische Effizienzgewinne

Kosten

- Höherer Personalbedarf
- Höherer Fahrzeugbedarf
- Miet- bzw. Pachtkosten für Mikro-Depots

Mittlerweile bieten Städte und Gemeinden mehr attraktive Subventionsmöglichkeiten für die Nutzung von Micro-Depots. Zusätzlich können weitere Anreize ausgehandelt werden, wie zum Beispiel das Bereitstellen günstiger Flächen, zusätzliche Anlieferfenster oder Genehmigungen für Zufahrtsbeschränkungen. Je nach Bundesland können die Art und der Umfang der Leistung unterschiedlich differenzieren. In Großstädten wie Beispielsweise Hamburg und Berlin, fallen diese meist höher aus. Nichtsdestotrotz, bieten Micro-Depots ein großes Einsparpotential mit vielen Vorteilen.

Gegenüberstellung Sprinter vs. Lastenfahrräder

Die Kosten pro Paket können über alle Einflussgrößen als Funktion der logistischen Leistungsgröße der Paketzustellung pro Stunde ermittelt werden. Man betrachtet dabei die Zustellungen der konventionellen Fahrzeuge und die Lastenradzustellung (siehe Abbildung 4). Dazu werden die gesamten Vollkosten bewertet, welche die operativen Faktoren wie Personalkosten und fahrzeugspezifische Kosten (Abschreibung, Leasing, Versicherung, Instandhaltung/Reparatur, Energie sowie Treibstoff) berücksichtigt. Vergleicht man die beiden Kurven, wird ersichtlich, dass die Zustellung mit einem Lastenrad in allen Bereichen der Leistungsgröße Paket pro Stunde kostengünstiger ist, wie die Zustellung konventioneller Touren über Sprinter. Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass zwei wesentliche Kostenfaktoren bei der Lastenradzustellung noch berücksichtigt werden müssen. Einerseits die Kosten für den Standort des Mikro-Depots und andererseits die Kosten welche für Versorgungs- und Entsorgungsfahrten vom Lager ins Depot anfallen. Der Kostenvorteil muss daher groß genug sein, damit die Zusatzkosten des Mikro-Depots ausgeglichen werden können. Ein Unterschreiten der Produktivität in einem Zustellgebiet kann somit unwirtschaftlich sein. (Bogdanski, 2017)

Das Mikro-Depot Konzept ist somit von der Produktivität (Sendungsaufkommen) und den Standortfaktoren wie etwa den Mietkosten oder die Entfernung zwischen Lager und Depot abhängig. Es kann daher angenommen werden, dass bei hohen Werten der Paketzustellung pro Stunde der Kostenvorteil der Lastenräder zu gering ist um die Zusatzkosten zu decken. Das bedeutet, dass bei Zustellung von mehr als drei Paketen pro Stopp im B2B-Segment konventionelle Transportfahrzeuge wirtschaftlicher sind. (Bogdanski, 2017)

Unterschiede im Zustellprozess auf der letzten Meile

Abbildung 3 beschreibt den Lieferprozess mit dem Lastenfahrrad. Die vorbereiteten Sendungsgrößen werden zunächst in den Laderaum des Lastenrades geladen. Dabei werden die Pakete kontrolliert und nach Tourenplan sortiert, sodass ein schneller Zugriff erfolgen kann. Der Kurier beginnt seine Tour ausgehend vom Depot und fährt zu seinem ersten Zielpunkt. Dort angelangt, sucht er sich zunächst eine passende Parkmöglichkeit wo das Rad sicher abgestellt werden kann. Anschließend wird der Laderaum geöffnet und der Kurier entnimmt das richtige Paket und übergibt diese dem Kunden. Zusätzlich nimmt er die Retouren der Kunden entgegen und packt diese in den Laderaum des Lastenrades. Dadurch werden Leerfahrten vermieden und der zusätzliche Service steigert die Kundenzufriedenheit. Nach Zustellung begibt sich der Kurier zum nächsten Lieferpunkt. Nach Auslieferung aller Pakete, wird das Micro-Depot angefahren, um neue Pakete aufzuladen. Die Retouren welche sich im Laderaum befinden, können entweder nach Beendigung der ersten Tour direkt zur Poststelle gebracht werden, oder sie werden im Depot gesammelt und zu einem späteren Zeitpunkt abgegeben. Durchschnittlich können auf einer Tour 60 bis 150 Pakete ausgetragen werden. Der Zustellradius beträgt in der Regel 2 bis 3 km und bei voll aufgeladenen Batterien schafft das Rad ca. 6-9 Stunden. (Bogdanski, 2017)

Betrachtet man die Zustellung auf der letzten Meile, so fällt auf, dass die reine Fahrtzeit im Vergleich zu der Zustellzeit relativ gering ist. Je dicht besiedelter das Liefergebiet ist, desto mehr Zeit geht bei der Auslieferung der Sendungen verloren. Der Zustellprozess mit konventionellen Fahrzeugen dauert oftmals länger, da die Parkplatzsuche in den Städten ein großes Problem darstellt. Nicht selten verlängern sich deswegen dann auch die Laufwege der Zusteller. Das Lastenfahrrad hingegen hat den Vorteil, dass direkt bei der Lieferadresse geparkt werden kann. Dieser Vorteil verstärkt sich, wenn die Haltepunkte nah beieinanderliegen. Somit wird der Nachteil einer geringen Höchstgeschwindigkeit auf kurzen Strecken überflüssig und es kann eine höhere Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Durch den Anstieg der Online Geschäfte und der wachsenden Urbanisierung gewinnen Mikro-Depot Konzepte immer mehr an Bedeutung. (Bogdanski, 2017)

3.3.5. AP 3.3 Evaluation / Sensitivitätsanalyse (SRH Hamm)

Sensitivitätsanalysen tragen zur Transparenz der Entscheidungsfindung bei. Sie zeigen auf, wie die Veränderung der Inputgrößen die Vorteile der Alternativen beeinflussen. Das kann zu einer Änderung in der empfohlenen Alternativenreihenfolge (rank reversal) führen. Dadurch lässt sich die Empfindlichkeit einer Handlungsempfehlung gegenüber unsicheren Eingangsdaten und Analyseparametern einschätzen.

Mithilfe der Sensitivitätsanalyse kann zudem ein Einblick in die Struktur der internen Unsicherheiten gewonnen werden. Zum einen deckt sie die wirkungsreichsten (kritischen Größen) Felder auf, deren Veränderungen sich besonders stark auf das Analyseergebnis auswirken. Zum anderen ermittelt sie die kritischen Werte der Eingangsgrößen, bei denen sich die vorteilhaften Alternativen ändern.

Damit kann man erkennen, innerhalb welcher Grenzen die Werte von Analyseparametern schwanken dürfen, ohne dass eine zuvor getroffene Handlungsempfehlung zurückgenommen werden muss.

Anwendung

Eine Sensitivitätsanalyse sollte immer dann angewendet werden, wenn Unsicherheiten bestehen. Entweder bezüglich der Datengrundlage oder der der subjektiven Analysekomponenten.

Aus der Prüfung können drei verschiedene Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Ergebnisse werden bestätigt, wenn die Alternativenreihenfolge sich innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen bewegen. Dann bleiben die Handlungsempfehlungen unverändert.
- Kommt es zu starken Schwankungen der, werden Handlungsempfehlungen zurückgenommen und die entsprechenden Analyseschritte müssen wiederholt werden
- Die Berücksichtigung der Sensitivitätsanalyse kann zu einer Veränderung der Handlungsempfehlung führen. (Alternative Problemlösungen) (Ottmann, et al., 2016) S.52 ff

Aktuelle Zahlen aus der KEP-Branche

Die jährlichen Studien des Bundesverbandes Paket & Express Logistik (BIEK) weisen einen stetigen Anstieg der ausgelieferten Pakete auf. Im Jahr 2017 sind 3,35 Mrd. Pakete, aller KEP Dienstleister, ausgeliefert worden. Betrachtet werden ausschließlich Daten aus dem nationalen Paketmarkt.

Die Wachstumszahlen bieten ein differenzierteres Bild auf die Erfolgsgeschichte der Branche. Hervorzuheben ist das starke Wachstum im Business to Customer Segment (B2C) mit 9,7 %, auch wenn das Wachstum im Vergleich zu den Vorjahren leicht abgenommen hat. Der B2C Bereich zeichnet sich Erfahrungsgemäß durch kleinere Pakete mit geringen Gewichten aus. Das Customer to Customer Segment ist lediglich um 1,3 % gewachsen, im Vergleich zu den Vorjahren ist dieser Bereich jedoch stärker gewachsen. In einer gesamtheitlichen Betrachtung sind 50 % der Pakete im Bereich B2C; 45% im Bereich B2B und 5 % im Bereich C2C. (KE-Consult, 2018) Die Studie belegt deutlich, dass sich das ICEM-Projekt in einem Branchensegment befindet, in dem es viele Herausforderungen und Aufgaben gibt.

Die Studie geht von einem Fortlaufen des starken Wachstums aus.

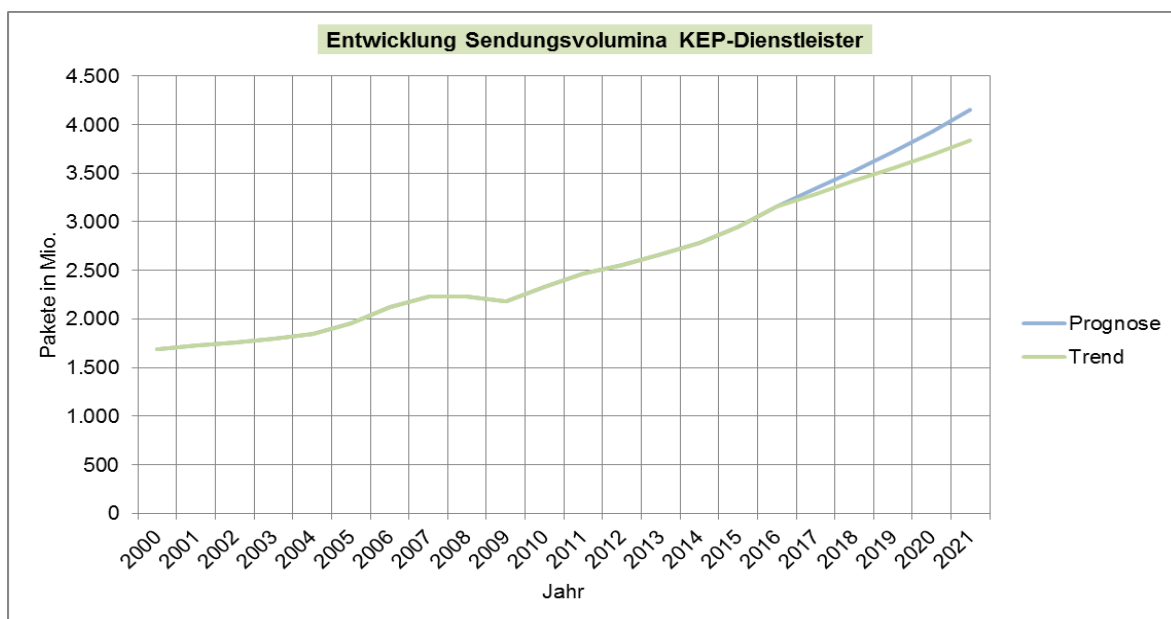


Abbildung 9 Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2022 (in Mio. Sendungen) (KE-Consult, 2018)

Mit der wachsenden Zahl von Sendungen sind auch Umsatz und Gewinn der Dienstleister gestiegen. Zugleich sind jedoch die Durchschnittserlöse pro Sendung auf 5,78 € im Jahr 2017 gefallen. Der Preis spiegelt einen stark konkurrierenden Markt um Kundenzufriedenheit, Preis und Value Added Services (z.B. Tracking & Tracing) wieder und bewegt die Dienstleister dazu neue Prozesse in der Sammlung, Verteilung und Zustellung von Paketen auszuprobieren.

Im Zusammenhang der Konsolidierungsstrategien mittels UCC oder MDC ist ein zentrales Konsolidierungszentrum unflexibler, hinsichtlich der Anpassung auf neue Herausforderungen und steigender Paketzahlen. Da es sich bei UCC meist um ortsfeste, spezielle für die Nutzung erbaute und/oder eingerichtete Gebäude handelt sind genaue Prognosen äußerst wichtig für wirtschaftliche

Nutzung über mehrere Jahre. Ein MDC ist mit kleineren Depots schneller und detaillierter skalierbar, sowohl in der Verkleinerung, als auch in der Vergrößerung. Neue Empfänger können schnell in das bestehende Netz eingebracht werden. Es ist anzunehmen, dass hohe Investitionskosten zu vermeiden sind und durch plangenaue fixe und variable Kosten ersetzt werden können.

3.4. AP 4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.4.1. AP 4.1 Betriebswirtschaftliche Betrachtung (KE-CONSULT)

Im Projektverlauf trafen Auftraggeber, Auftragnehmer und Projektbeirat schon früh eine Entscheidung bezüglich der Projektausrichtung: Aufgrund der eher geringen Kosten, der Durchsetzungswahrscheinlichkeit und der Geeignetheit wurde eine Fokussierung auf Mikrodepots zulasten eines zentralen elektromobilen Umschlagzentrums beschlossen. Die folgenden Ausführungen zur betriebswirtschaftlichen Analyse beziehen sich von daher auf die Betrachtung von Mikrodepots, aus denen heraus die Belieferung per E-Bike erfolgt.

Die Abwicklung von last-mile-Verkehren über ein Mikrodepot generiert keine neuen Umsätze. Es wird kein „neues“ Paketvolumen umgeschlagen, sondern „lediglich“ die letzte Meile anders organisiert. Das bedeutet, dass in die betriebswirtschaftliche Betrachtung zwei Aspekte einfließen müssen:

1. Einsparungen, die durch die Einbeziehung eines Mikrodepots entstehen und
2. Kosten, die durch die Einbeziehung eines Mikrodepots entstehen.

Einsparungen entstehen vor allem dadurch, dass Fahrten und Stops mit dem Last-Mile-Transporter (in der Regel bis zu 3,5 t) vermieden werden, so dass sowohl die Fahrzeug- als auch die Kosten für Fahrer*innen geringer ausfallen. Allerdings entfallen diese Kosten nicht proportional zu den über Mikrodepots abgewickelten Paketen, da es sich hier um eine nochmalige Teilung der letzten Meile handelt. Aus der Praxis wird die Ansicht vertreten, dass zum jetzigen Zeitpunkt die Einsparungen nahezu bei Null liegen. Dies könnte sich jedoch dann ändern, wenn die Mikrodepot-Variante ein derartiges Gewicht erhält, dass sie in die Netzwerkplanung einbezogen wird.

Die Höhe der Kosten, die durch ein Mikrodepot entstehen, ist von verschiedenen Einflussgrößen abhängig:

- Substituierbarkeit: Wie hoch ist der Anteil der Sendungen die statt mit dem Transporter per E-Bike geliefert werden können (=maximales Sendungsvolumen)
- Sendungsvolumen: Wie viele Sendungen werden tatsächlich per E-Bike ausgeliefert werden (=realistisches Sendungsvolumen)
- Grad der gemeinsamen Nutzung der Infrastruktur/Fläche/Immobilie (alleinige Nutzung, Nutzung durch zwei oder mehr Anbieter, offen für alle)
- Größe des zu bedienenden Gebiets? Lage des Mikrodepots
- Anzahl der eingesetzten E-Bikes? Anzahl des eingesetzten Personals? Dafür notwendige Investitionen und laufende Kosten (Mieten/Pachten, Personal, Energie, Wartung, ...)
- Art und Größe des Mikrodepots? Ladenlokal, Parkplatz, Parkhaus, ...
- Kosten für die Ertüchtigung des Mikrodepots (einmalige/investive Kosten, Brandschutz, Sozialräume)
- Kosten für den Betrieb/die Nutzung des Mikrodepots (laufende Kosten)

Da zu diesem Projektzeitpunkt noch keine konkreten Daten vorliegen, wird an dieser Stelle eine Modellrechnung durchgeführt. Die Eingangsdaten für die Modellrechnung stammen dabei aus verschiedenen Quellen und beziehen sich auf den in AP 5 beschriebenen Standort:

- Recherchen der Projektpartner (SRH Hamm)
- Aussagen der KEP-Unternehmen im Projektbeirat
- Aussagen der Kommune im Projektbeirat
- Aussagen des Bauunternehmens im Projektbeirat

Es wird davon ausgegangen, dass über den im AP5 beschriebenen Standort 380 Pakete (Beiratsmeeting, 2017/2018) pro Zustelltag abgewickelt werden können, so dass 2-3 Dieseltransporter im Liefergebiet durch Lastenräder substituiert werden können. Das Mikrodepot wird in Containerbauweise auf einer Brachfläche im Besitz der Stadt Hamm errichtet.

Für die Ertüchtigung der Fläche entstehen einmalige Kosten in Höhe von 300.000 €. (Bernhard Heckmann GmbH & Co KG, 2018)

Investitionsgegenstand	Kosten €
Baunebenkosten, Planungskosten	60.000
Zaunanlage	8.000
Toranlage	10.000
Gelände herrichten	4.000
Geländeoberflächen	58.000
Kanalanschluss	12.000
Mediengräben	8.000
Hausanschlüsse	12.000
Elektroarbeiten	16.000
Sanitärarbeiten	6.000
Außenbeleuchtung	20.000
Aufenthalts-Container	25.000
WC-Container	15.000
Vorraum-/Flur-Container	12.000
Technik-Container	5.000
2 Container	25.000
Stromversorgung	6.000
Invest gesamt	302.000

Tabelle 32 Modellrechnung Investitionskosten

Bei einer Abschreibungsdauer von 10 Jahren und unterstellter linearer Abschreibung entspricht dies 30.200 € pro Jahr.

Es werden zwei Lastenräder benötigt. Bei Anschaffungskosten von 12.000 € pro Stück (SRH Hamm, 2018) und einer Abschreibungsdauer von 8 Jahren (linear) liegen die jährlichen Kosten bei 3.000 €.

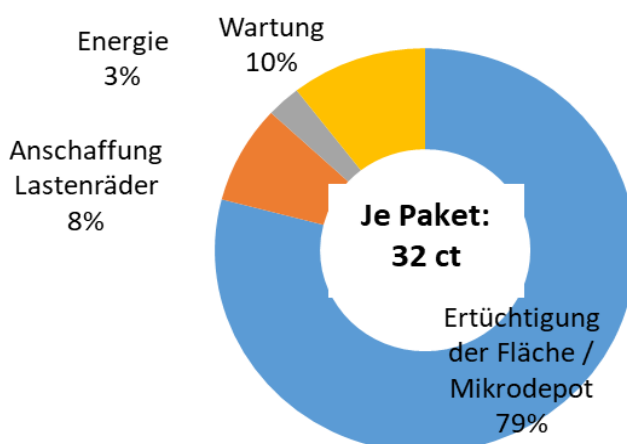
Die Energiekosten (Betrieb des Mikrodepots; Laden der E-Bikes) werden mit etwa 1.000 € (SRH Hamm, 2018), die Personalkosten (2 Fahrer*innen) werden mit etwa 50.000 € (inkl.

Lohnnebenkosten) angesetzt, die Wartung der Räder liegt bei etwa 4.000 €. (Beiratsmeeting, 2017/2018)

	Insgesamt	Pro Jahr	Anteil an den gesamten jährlichen Kosten
Einmalige / Investive Kosten			
Ertüchtigung der Fläche / Mikrodepot	302.000 €	30.200 €	32 %
Lastenräder	24.000 €	3.000 €	3 %
Laufende Kosten			
Energie		1.000 €	1 %
Personal		50.000 €	54 %
Wartung		4.000 €	4 %
Miete / Pacht		0 €	
Summe		93.200 €	100 %

Tabelle 33 Modellrechnung Kostenaufstellung

Insgesamt liegen die jährlichen Kosten bei 93.200 €. Bezogen auf 380 Pakete pro Tag bzw. auf etwa 120.000 Pakete pro Jahr liegen die Mehrkosten bei etwa 80 Eurocent pro Paket.



Diesen Zusatzkosten müssten die Kostenersparnisse gegenübergestellt werden, die in den Unternehmen durch den Einsatz des Mikrodepots erzielt werden. Leider liegen uns dazu keine näheren Informationen vor. Davon ausgehend, dass zumindest die Arbeitskosten in ähnlicher Größenordnung eingespart werden, liegen die Nettokosten in dieser Modellvariante bei 38.200 € pro

Jahr bzw. 32 Eurocent je Paket.

Dabei ist die Flächenertüchtigung der weitaus größte Kostenfaktor. Zu prüfen ist, wer diesen übernimmt. Dabei sind ökologische, volkswirtschaftliche und verkehrliche Effekte zu berücksichtigen.

3.4.2. AP 4.2 Volks-/Regionalwirtschaftliche Perspektive (Prognos AG)

Zu Beginn des Projekts war noch nicht abzusehen, in welche Richtung sich die Entwicklung des ICEM verlagern würde. Daher wurden zunächst sowohl zentrale (City-Logistik mit Urban Consolidation Hub) als auch dezentrale (Lastenräder und Mikrodepots) in Erwägung gezogen. Diese Konzepte unterscheiden sich von ihrer Skalierung und ihrem Bedarf an Infrastruktur, Baumaßnahmen und Arbeitskräften grundlegend: Während einem Urban Consolidation Hub ab einer gewissen Größe durchaus eine regionalwirtschaftliche Relevanz beigemessen werden kann, zeichnen sich Mikrodepots durch ihre Einfachheit und geringen Realisierungsaufwand aus. Dieser geringe Anspruch an Investitionen und Arbeitskräfte bedingt aber auch, dass sie keinen signifikanten Einfluss auf regionale Wirtschaftsindikatoren haben werden. Da sich im Projektverlauf eine Mikrodepot-Lösung als präferiertes Konzept herauskristallisiert hat, muss aus den genannten Gründen eine regionalökonomische Bewertung unterbleiben. Erste Einschätzungen zum ökologischen und verkehrlichen Nutzen können gleichwohl bereits vorgenommen werden.

Zum derzeitigen Projektstand befindet sich das Konzept noch in der Feinplanung. Dazu finden intensive Gespräche mit DPD sowie weiteren potentiellen Nutzern statt (vgl. 3.5.1), die insbesondere das konkrete Logistikkonzept thematisieren, das auf den zu schaffenden Mikrodepots aufbaut. Kern dieses Konzeptes ist die konkrete Anzahl von Touren und eingesetzten Fahrzeugen. Während sich bei DPD diese Kennzahlen zumindest schon abzeichnen, können dazu bei anderen Nutzern noch keine verlässlichen Angaben getätigt werden. Auf Basis der bereits verfügbaren Überlegungen von DPD lassen sich folgende verkehrlichen und ökologischen Effekte zumindest in groben Dimensionen ableiten:

Es wird davon ausgegangen, dass durch das gewählte Mikrodepot täglich zwei Transporter weniger im Liefergebiet eingesetzt werden können, da zwei elektrische Lastenräder einen Teil der Touren übernehmen sollen. Als Feeder für die Räder fungiert ein herkömmlicher Lkw. Auf Basis der von DPD benannten Kennzahlen kann davon ausgegangen werden, dass durch dieses Konzept täglich eine Dieselfahrleistung von gut 100 km entfallen würde. Auf ein Jahr gerechnet entspräche dies einer entfallenden Diesel-Fahrleistung von etwa 30.000 km, von denen etwa 65% im direkten Stadtgebiet Hamm stattgefunden hätte. Unter der Annahme, dass als Feeder kein konventioneller, sondern ein elektrischer Lkw eingesetzt würde, könnte die Reduktion von mit Diesel zurückgelegten Kilometern von 30.000 auf etwa 40.000 km ansteigen. Von diesen zusätzlichen 10.000 elektrisch erbrachten Kilometern würden aber nur etwa 15% im Hammer Stadtgebiet erbracht, da es sich hierbei wie gesagt nicht um Lieferfahrten, sondern um Feeder-Verkehr handelt.

Eine Verlagerung von 30.000 bzw. 40.000 km von Dieselfahrzeugen zu elektrischen Lastenrädern korrespondiert (unter Berücksichtigung des aktuellen Strommixes) mit einer Reduktion von Treibhausgasen von sechs bzw. acht t CO₂-Äquivalenten. Vor dem Hintergrund der in 3.1.2 formulierten klimapolitischen Ziele der Stadt Hamm handelt es sich demnach um einen recht kleinen Beitrag, der aber vor dem Hintergrund der bislang relativ überschaubaren Maßnahme bewertet werden muss. Falls es gelingt, das Konzept auf weitere Anbieter auszudehnen und in größere Teilgebiete der Stadt zu skalieren, so handelt es sich durchaus um einen Baustein, der im gesamten Kontext von Relevanz sein kann. Zudem ist zu beachten, dass sich der Strommix in Deutschland bis 2050 weiter sehr stark zu Gunsten der erneuerbaren Energien verschieben wird (vgl. Klimaziele der Bundesregierung).

Aus regionaler Sicht greift eine reine Betrachtung der Treibhausgase aus umwelt- und verkehrspolitischer Sicht ohnehin zu kurz. Neben CO₂ werden auch lokal wirksame Emissionen verringert: Schon mit dem heutigen Strommix könnten im Hammer Stadtgebiet mit dem vorgesehenen Konzept auch Emissionen von Stickoxiden und Feinstaub gesenkt werden. Auch hier mag der Impact des Konzepts in absoluten Zahlen relativ klein erscheinen, gerade auf kleinräumlicher Ebene können die Effekte in Kombination mit anderen Maßnahmen durchaus einen Beitrag leisten. Ähnliches gilt auch für die Reduktion von Lärm und Infrastrukturkonflikten (parkende Lieferfahrzeuge).

Fazit

Erwartungsgemäß stellen sich die ökologischen und verkehrlichen Effekte des Konzepts zum jetzigen Zeitpunkt als sehr überschaubar dar. Dies ist der bislang kleinen Skalierung des (Pilot-)Projekts geschuldet. Dabei muss aber bedacht werden, dass ähnliche Konzepte auch in anderen Städten nicht den Anspruch erheben, verkehrs- und umweltpolitische Ziele "allein" zu erreichen, sondern sie sind immer nur Bausteine einer integrierten Gesamtstrategie. Bei der Bewertung der Effekte sollte auch nach lokalen und übergeordneten Zielen unterschieden werden. Während der Beitrag derartiger Konzepte auf Global-Indikatoren wie etwa CO₂ aufgrund ihrer Skalierung immer relativ klein sein wird, können sie bezogen auf die lokalen Belastungen (NO_x, Lärm und Infrastrukturbelastung) in den unmittelbaren Liefergebieten durchaus zu spürbaren Entlastungen führen, insbesondere dann, wenn sich mehrere KEP-Firmen an ihnen beteiligen.

Somit stellt das ICEM fraglos einen ersten aber entscheidenden Schritt zur Entlastung der Innenstadt und zur Erreichung der übergeordneten Ziele dar.

3.5. AP 5 Umsetzungs- und Vermarktungskonzept

3.5.1. AP 5.1 Realisierungskonzept

Anpassung der Projektstruktur

Ab dieser Stelle ergeben sich aufgrund der Spezialisierung umfangreiche Änderungen in der Zielsetzung. Dadurch, dass eine Konzeptvariante entfällt und das Pilot-Micro-Depot als Umsetzungsmöglichkeit hinzukommt, ergeben sich durchweg Verzweigungen, die die Struktur des Gesamtprojektes verändern.

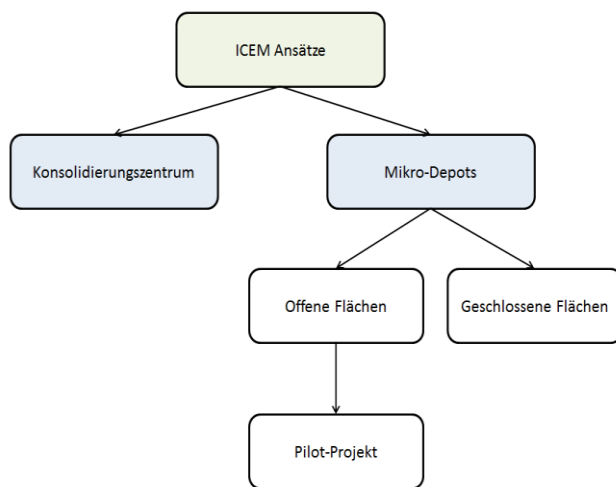


Abbildung 11 Baumdiagramm Projektfokus

Durch das Visualisieren des neuen Prozesses und die Diskussion über mögliche Überschneidungen konnten erste Verständnisprobleme gelöst und inhaltliche Änderungen der Arbeitspakete vorgenommen werden. Dabei wird die Vorgehensweise diskutiert, dass das Realisierungskonzept aus den theoretischen Ansätzen eine Konkretisierung für Hamm macht. (Schaffer, 2018) Das heißt, dass alle ermittelten allgemeinen Standortfaktoren konkret auf die möglichen Standorte der Stadt Hamm angewendet und geprüft werden.

Um weitere praxisnahe Erfahrungswerte für das Pilot-Projekt zu sammeln, wird ein Projekt der Unternehmensberatung ecargo logistic und GLS recherchiert. Dieses läuft seit Herbst 2017 in Bochum und wird durch ein Micro-Depot mit einem E-Bike realisiert. Da die Städte Bochum und Hamm sowohl räumlich als auch von der Einwohnerzahl in Bezug auf das Projekt am ähnlichsten sind, soll in diesem Bereich eine genauere Untersuchung stattfinden.

Um eine bessere Vorstellung von dem Gesamtkonzept zu erhalten, wird durch ein "Brainstorming" eine theoretische Planung des Versorgungskreislaufs vorgenommen.

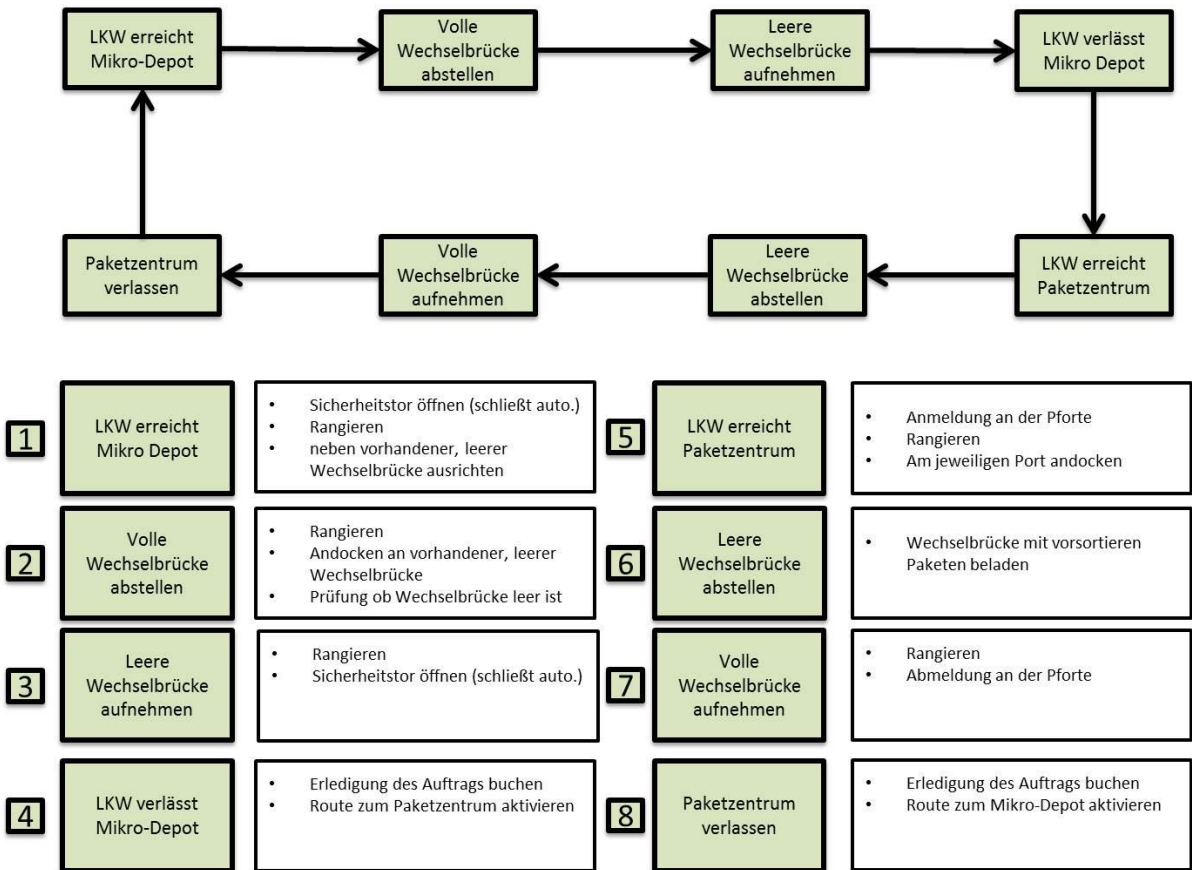


Abbildung 12 ICEM Kreislauf

3.5.2. AP 5.3 Umsetzungs-Roadmap

Umsetzungsroadmap (Vorbereitung Mikrodepot)												
Aktivität	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7	W 8	W 9	W 10	W 11	W 12
Potenzielle Standorte bei Kommune anfragen												
Antwort der Kommune mit Standorten												
Standortanalyse (grob)												
Nach Punkten sortieren												
Standortfavoriten festlegen												
Vorortbegehung des Favoriten												
Standortanalyse (fein)												
Anfrage mit Favorit an Kommune												
Antwort der Kommune bzgl. Favorit												
Anfrage an Dienstleister												
Antwort von Dienstleister												
Anfrage mit DL-Infos an Baufirma												
Antwort von Baufirma bzgl. DL-Infos												
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung												
Kommunikation mit Dienstleistern												
Beispiel ICEM Hamm 2018	W 16	W 17	W 18	W 19	W 20	W 21	W 22	W 23	W 24	W 25	W 26	W 27

Tabelle 34 Umsetzungsroadmap

Checkliste Mikrodepot					
Priorisierung	Analyse der...	Q1	Q2	Q3	Q4
	Temperatureinwirkung				
	Paketmengenänderung				
	Sortierung der Pakete				
	Sicherheitszugänge				
	Akkuladeprozesse				
	GPS Geräte				
	Ergonomie des Rades				
	Tür des Fahrradkoffers				
	Scanprozesse				
	Akkulaufdauer				
	Beladungsmasse				
	Schäden am Fahrrad				
	Zustelldauer				
	Kosten durch Nutzung				
	dyn. Kostenvergleich Lastenrad und Sprinter				
	Expansion (Bekanntmachung der eigenen Leistungen)				
	Wechselwirkungen				
	Imagesituation				
	Gegenüberstellung mit anderen Standorten				
	KPI's für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung				
	Zeitfenster				
	Stoppdichte (Anzahl der Stopps während einer Tour)				

Tabelle 35 Checkliste Mikrodepot

3.5.3. AP 5.4 Prüfung Übertragbarkeit

Für die erfolgreiche Übertragung des Konzeptes auf andere Städte und Kommunen, müssen diese ähnliche Charakteristika wie die Stadt Hamm aufweisen. Es werden Daten über die Stadt Hamm ausgewertet, welche einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Anzahl der Paketlieferungen im privaten Sektor haben. Zudem werden Daten gesammelt mit denen die Möglichkeit einer Belieferung durch Lastenräder bewertet werden kann.

Folgende Daten, die als Kriterien dienen, sind für eine Übertragung auf andere Städte und Kommunen wichtig. Natürlich sind darüber hinaus regionale Besonderheiten zu prüfen und zu beachten.

- Altersstruktur
- Fläche der Stadt
- Einwohnerzahl
- Bevölkerungsdichte
- Kaufkraft
- Radnetz
- Struktur der Haushalte (Personenanzahl im Haushalt)
- Attraktivität der Stadt

Die Stadt Hamm besteht aus 7 Stadtbezirken und ist insgesamt 226,2 km² groß, der für das Projekt relevante Stadtteil Mitte umfasst 10,9 km².

Im Folgenden werden die wichtigsten Daten der Stadt Hamm sowie des Bezirks Mitte zusammengefasst. In Hamm wohnen insgesamt 180.851 Personen, die Altersstruktur darstellend in der Tabelle dar.

Altersstruktur		
Alter	Bewohner Hamm gesamt	Bewohner Hamm Mitte
0-5 Jahre	9.942	2.007
6-9 Jahre	6.714	1.295
10-17 Jahre	14.718	1.295
18-29 Jahre	26.992	6.624
30-64 Jahre	85.569	16.702
65+ Jahre	36.986	7.046

Tabelle 36 Altersstruktur in Hamm (Stadt Hamm (Westf.), 2018)

Das Durchschnittsalter liegt bei 43,6 Jahren

Das Alter der Einwohner kann Erkenntnisse über die Kaufkraft im Bereich des E-Commerce geben. Es ist anzunehmen, dass die jüngere, geschäftsfähige Altersgruppe (16 – 29 Jahre) mehr im Internet kauft, da diese bereits seit jungen Jahren im Umgang mit dem Internet vertraut sind.

Anhand dieser Daten lässt sich ermitteln, dass in Hamm ca. 800 Personen pro km² leben. Im Bereich Mitte liegt der Wert bei ca. 3330 Personen pro km². Die Bevölkerungsdichte ist ein Kriterium bei der Überlegung einer möglichen Einführung des Konzeptes. In Stadtzentren ist die Bevölkerungsdichte deutlich höher, als in Randgebieten. Lastenräder können bereits auf kurzen Strecken viele Kunden erreichen.

Für die Planung des effizienten Einsatzes von Lastenfahrrädern ist zudem die Haushaltsstruktur wichtig. Erreichbarkeit des Endkunden und Anzahl der Pakete pro Haus, lassen sich mit diesen Daten näherungsweise ermitteln. Die 180.851 Personen verteilen sich auf insgesamt 88.028 Haushalte, 73% dieser Haushalte sind ein und zwei Personen Haushalte, dies entspricht einer Menge von 64.402. (Mitte: 15.923 von 19.764 / 81 %). (Stadt Hamm (Westf.), 2018)

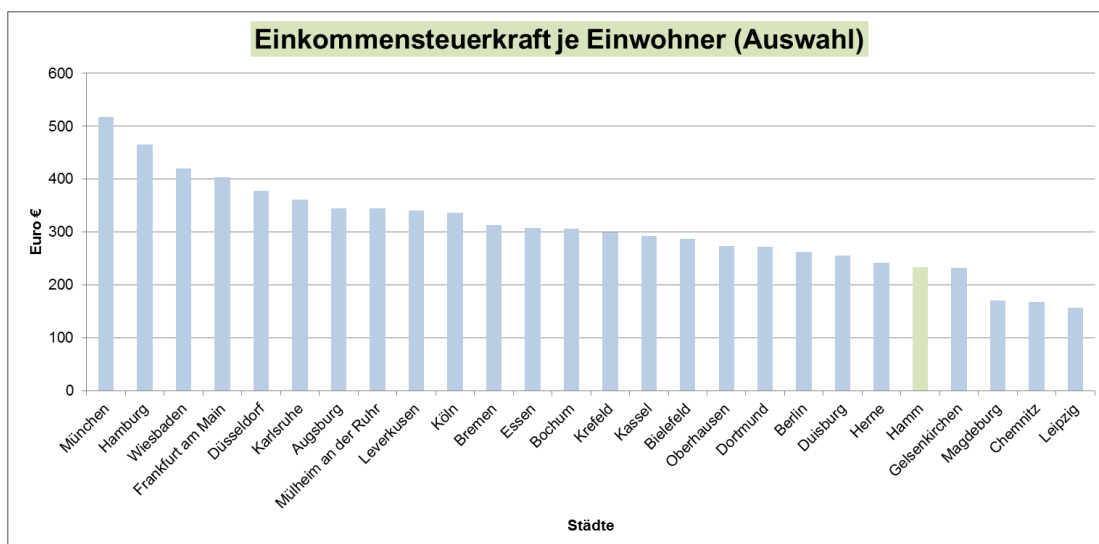


Abbildung 13 Einkommensteuerkraft zufällig ausgewählter Städte (Statistisches Bundesamt StatBa, 2018)

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die jährliche Kaufkraft pro Kopf. Diese liegt in Hamm unter dem bundesweiten Durchschnitt. Der bundesweite Schnitt beträgt 5.451€, in Hamm liegt der Wert bei 5.107 €. Die Einkommenssteuerkraft liegt bei 233 € pro Person und somit im untersten Viertel der verglichenen Städte. (Statistisches Bundesamt StatBa, 2018) Die Kaufkraft der Einwohner einer Stadt hat direkten Einfluss auf das Kaufverhalten im Internet. Mit dem Einkommen kann auch die Anzahl der Bestellungen im Internet steigen.

Die Attraktivität der Stadt, gemessen an der belegten Verkaufsfläche, kann Einfluss auf das Kaufverhalten im Internet haben. Städte mit mehr Verkaufsfläche und einer ansprechenden Umgebung laden Einwohner zu einer Einkaufstour ein. Ein linearer Zusammenhang lässt sich nicht feststellen und sollte deshalb individuell bewertet werden. In der Stadt Hamm sind insgesamt 308.640 m² Verkaufsfläche für den Einzelhandel, usw. verfügbar. 279.265 m² davon sind aktuell belegt, somit ergibt sich ein Leerstand von 29.375 m² (ca. 10 %). In dem Stadtteil Mitte sind 100.815 m² (36 % von

297.265) belegt, dem gegenüber steht ein Leerstand von 17.630 m² (60 % von 29.375). (BBE Handelsberatung, 2010)

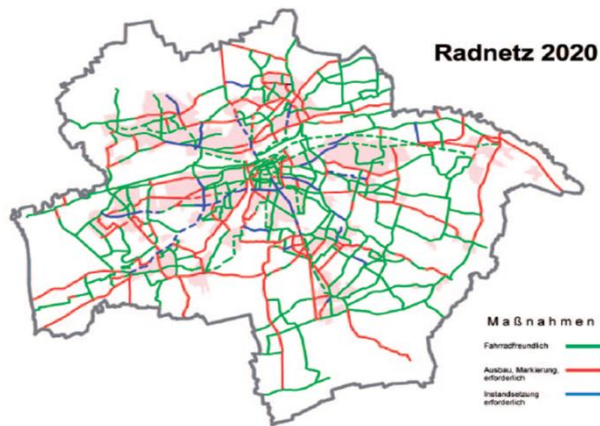


Abbildung 14 Bestehendes und geplantes Radnetz Stadt Hamm (Stadt Hamm (Westf.), 2018)

Ein gut ausgebautes Radnetz ist die Grundlage für eine erfolgreiche Implementierung des Konzeptes. Gute Zugänglichkeit und risikomindernde Infrastruktur, durch ausgewiesene Fahrradwege, sind für den Erfolg des Konzeptes notwendig. Hamm verfügt über ein gut ausgebautes Radnetz, welches über 180 km lang und somit gut geeignet für eine Belieferung durch Lastenräder ist.

4. Quellenverzeichnis

BBE Handelsberatung. 2010. *Einzelhandelsstandort- und Zentrenkonzept / Fortschreibung Stadt Hamm.* Hamm, Köln : Stadt Hamm, 2010.

Beiratsmeeting. KEP-Dienstleister. 2017/2018. Hamm : s.n., 2017/2018.

Bernhard Heckmann GmbH & Co KG. 2018. 180723 Kostenschätzung Pilot ICEM. Hamm : s.n., 2018.

Bogdanski, Ralf. 2017. *Innovationen auf der letzten Meile.* Berlin : Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V, 2017.

—, Umfrageergebnisse zur Belieferungssituation in der Nürnberger Innenstadt mit Kurier- und Expresssendungen (KEP) unter Gewerbetreibenden und KEP-Dienstleistern im September 2012. [Online] IHK Nürnberg. [Zitat vom: 25. Juli 2018.] <https://www.ihk-nuernberg.de/de/media/PDF/Standortpolitik-und-Unternehmensfoerderung/Logistik/umfrageergebnisse-zur-belieferungssituation-in-der-nuernberger-innenstadt-mit-k.pdf>.

Briales, Jaime, Palacios, Alfonso und Poyato, Eduardo. 2014. *The key features of successful implementation of electromobility.* European Commission : Brüssel, 2014.

Brünglinghaus, Christiane. 2014. Springer Professional. [Online] 20. März 2014. [Zitat vom: 25. Juli 2018.] <https://www.springerprofessional.de/fahrzeugtechnik/elektrofahrzeuge/warum-elektroautos-genutzt-werden/6561320>.

Frenzel, Ina, et al. 2015. *Erstnutze von Elektrofahrzeugen in Deutschland.* Berlin-Adlershof : DLR, 2015.

Fromme, Dirk. 2018. *Informationsaustausch.* 4. Juli 2018.

Gevaers, Roel, Van der Voorde, Eddy und Vanellander, Thierry. 2009. *Characteristics of Innovations in Last-Mile Logistics - Using Best Practices, Case Studies and Making the Link with Green and Sustainable Logistics.* Antwerpen : s.n., 2009.

Haas, Hans-Dieter und Neumair, Simon-Martin. 2015. *Wirtschaftsgeographie.* Darmstadt : wbg Academic, 2015. 978-3534253760.

Handelmann, Jens. 2018. *Beiratsmeeting.* Hamm, 18. 05 2018.

Holland, Martin. 2017. Heise. [Online] 4. Februar 2017. [Zitat vom: 16. Juli 2018.] <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Hannover-Explosion-von-E-Bike-Akku-loest-Parkhausbrand-aus-3619564.html>.

Johansson, Henrik. 2018. *Urban Consolidation Centres - On Relationships between Customer Needs and Services in City Logistics.* Linköping : Linköping University, 2018.

Jürgenliemke. 2018. *Telefonat.* 13. Juni 2018.

- KE-Consult. 2018.** *KEP-Studie 2018 - Analyse des Marktes in Deutschland*. [PDF] s.l. : Bundesverband Paket & Express Logistik, 2018.
- , 2018. Typische Struktur eines Mehrhubnetzes. Köln : s.n., 2018.
- KEP-Dienstleister, Beiratsmitglied. 2018.** *Arbeitsmeeting*. 09. Juli 2018.
- Kinkel, Steffen und Zanker, Christoph. 2007.** *Globale Produktionsstrategien in der Automobilzulieferindustrie*. Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. 978-3-540-70796-7.
- Lowe, Richard und Rigby, Mike. 2015.** *The Last Mile*. Conlumnio : Barclay, 2015.
- Melde, Adrienne. 2015.** Fraunhofer IMW. [Online] Januar 2015. [Zitat vom: 25. Juni 2018.] https://www.imw.fraunhofer.de/content/dam/moez/de/documents/Working_Paper/Investorenquellm%C3%A4rkte.pdf.
- Modell Berlin als Vorreiter. Transport. 2018.* 11, s.l. : Huss-Verlag GmbH, 2018.
- Neumann, Peter.** Berliner Zeitung. [Online] [Zitat vom: 16. Juli 2018.] <https://www.berliner-zeitung.de/berlin/verkehr/pilotprojekt-in-berlin-paketdienste-sollen-kuenftig-sendungen-per-lastenfahrrad-liefen-30008922>.
- NISSAN Center Europe GmbH.** Nissan. [Online] NISSAN Center Europe GmbH. [Zitat vom: 20. Juli 2018.] <https://www.nissan.de/fahrzeuge/neuwagen/e-nv200.html>.
- NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH. 2015.** Elektromobilität in Haushalten und Flotten: Was beeinflusst die Kauf- und Nutzungsbereitschaft? [Online] 2015. [Zitat vom: 25. Juli 2018.] <http://www.xn--starterset-elektromobilitaet-4hc.de/content/3-Infothek/3-Publikationen/9-elektromobilitaet-in-haushalten-und-flotten/elektromobilitaet-in-haushalten-und-flotten.pdf>.
- Nürnberger, Dieter. 2015.** Deutschlandfunk. [Online] 18. Februar 2015. [Zitat vom: 25. Juli 2018.] https://www.deutschlandfunk.de/studie-elektroautos-fuer-gewerbliche-flotten-lukrativ.697.de.html?dram:article_id=311996.
- Ottmann, Matthias und Lifka, Stephan. 2016.** *Methoden der Standortanalyse*. Darmstadt : wbv Academic, 2016.
- Persiel, Steffen.** Paketda. [Online] [Zitat vom: 16. Juli 2018.] <https://www.paketda.de/dpd-paketzentrum-hamm.html>.
- Raica, Thomas.** Bosch-ebike. [Online] [Zitat vom: 16. Juli 2018.] <https://www.bosch-ebike.com/de/news/11-fragen-rund-um-den-ebike-akku/>.
- Reichel, Johannes. 2018.** Reife-Prüfung. *Transport Trends*. 2018, 1.
- Schaffer, Jens. 2018.** *Arbeitsmeeting*. Hamm, 28. 05 2018.
- Schmid, Anna Maria. 2018.** Ganz leise durch die Stadt. *Vision Transport*. 2018, 1.
- Schulte, Christof. 2013.** *Logistik - Wege zur Optimierung der Supply Chain*. München : Vahlen, 2013. 978-3-8006-3995-3.

SRH Hamm für Wirtschaft und Logistik. 2014. *Entwicklung eines kompakten intermodalen Cross Docking Center (CCD).* Hamm : s.n., 2014.

SRH Hamm. 2018. Vergleich Tabelle ICEM. Hamm : s.n., 2018.

Stadt Hamm (Westf.). 2018. Statistik. Hamm : Abteilung Statistik und Wahlen, 2018.

Statistisches Bundesamt StatBa. 2018. Einkommenssteuerkraft je Einwohner in den größten Städten Deutschlands. s.l. : Statista, 2018.

Talano, Patricia. Transpack-Krumbach. [Online] [Zitat vom: 16. Juli 2018.] <https://www.transpack-krumbach.de/blog/richtig-verpacken/infografik-die-5-groessten-paketdienstleister-in-deutschland-im-vergleich>.

The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). 2014. *Supply Chain and Logistics Terms and Glossary.* s.l. : Supply Chain and Logistics Terms and Glossary, 2014.

Vehlow, Stefan. Logistik-Info. [Online] [Zitat vom: 26. Juli 2018.] <https://www.logistik-info.net/diverses/zentrale-vs-dezentrale-lagerung/>.

Vogel, Moritz. *Elektromobilität in gewerblichen Anwendung.* Frankfurt am Main : Deutsches Dialog Institut GmbH.

5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Definition und Abgrenzung Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)	25
Tabelle 2 Abgrenzung Marktsegmente Last Mile-Verkehre (KE-CONSULT)	26
Tabelle 3 Organisation und Akteure im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT).....	27
Tabelle 4 Entwicklung und Einflussfaktoren im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT).....	28
Tabelle 5 Auswirkungen im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT).....	29
Tabelle 6 Trends im Last Mile-Verkehr (KE-CONSULT)	31
Tabelle 7 Sendungsaufkommen (KE-CONSULT & Prognos AG).....	32
Tabelle 8 Mengengerüst - KEP und Stückgut in Hamm Mitte (KE-CONSULT).....	33
Tabelle 9 Fahrzeuge in der City Logistik (KE-CONSULT & Prognos AG)	34
Tabelle 10 Fokus Infrastruktur (KE-CONSULT & Prognos AG)	34
Tabelle 11 Lieferkonzepte (KE-CONSULT & Prognos AG)	35
Tabelle 12 Vergleich mit anderen Studien, Berichten und Artikeln	37
Tabelle 13 Vorteile der Zentralisierung	43
Tabelle 14 Nachteile der Zentralisierung	44
Tabelle 15 Vorteile der Dezentralisierung (Vehlow, Stefan).....	44
Tabelle 16 Faktoren für ein UCC	45
Tabelle 17 Vor- und Nachteile des UCC.....	48
Tabelle 18 Vor- und Nachteile des CCD.....	49
Tabelle 19 Vor- und Nachteile der Wechselbrücke	51
Tabelle 20 Kostenbewertung möglicher Realisierungskonzepte.....	52
Tabelle 21 Standortfaktoren (Kinkel, et al., 2007).....	55
Tabelle 22 Bewertung von Standortfaktoren in Hub & Spoke Netzwerken	56
Tabelle 23 Paarvergleichsmatrix (Ottmann, et al., 2016) S.67.....	58
Tabelle 24 Gewichten mit Paarvergleichsregeln.....	58
Tabelle 25 Qualitative Checkliste (Ottmann, et al., 2016)	59
Tabelle 26 Quantitative Prüfliste (Ottmann, et al., 2016)	60
Tabelle 27 Standortfaktoren (Ottmann, et al., 2016).....	61

Tabelle 28 Bewerten der Faktoren mit der PMI-Matrix (Ottmann, et al., 2016)	61
Tabelle 29 Testergebnisse der Testfahrt mit dem Nissan e-NV 200 Evalia.....	63
Tabelle 30 Vergleich Lastenfahrräder (Bogdanski, 2017)	64
Tabelle 31 Logistische Effizienzgewinne der Lastenradzustellung (Bogdanski, 2017).....	65
Tabelle 32 Modellrechnung Investitionskosten.....	71
Tabelle 33 Modellrechnung Kostenaufstellung.....	72
Tabelle 34 Erwartungen von KEP Dienstleistern.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 35 Umsetzungsroadmap	77
Tabelle 36 Checkliste Mikrodepot	78
Tabelle 37 Altersstruktur in Hamm (Stadt Hamm (Westf.), 2018)	79

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Typische Struktur eines Mehrhubnetzes (KE-Consult, 2018)	28
Abbildung 2 Gliederung der Stadt Hamm (KE-CONSULT & Prognos AG)	32
Abbildung 3 Alternative Konzepte in der Last-Mile Logistik	42
Abbildung 4 Zentrales Konzept	42
Abbildung 5 Dezentrales Konzept	44
Abbildung 6 Darstellung eines möglichen CCD (SRH Hamm für Wirtschaft und Logistik, 2014)	48
Abbildung 7 Bottom-up-Ansatz einer mehrstufigen Standortanalyse (Ottmann, et al., 2016) S.31	57
Abbildung 8 Nissan e-NV 200	62
Abbildung 9 Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2022 (in Mio. Sendungen) (KE-Consult, 2018)	68
Abbildung 10 Modellerte Nettokosten Mikrodepot je Sendung	72
Abbildung 11 Baumdiagramm Projektfokus	75
Abbildung 12 ICEM Kreislauf	76
Abbildung 13 Potenzielle Standorte für das Pilot-Projekt	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 14 Vergleich potenzielle Standorte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 15 Vergleich der Beiden Parkplätze	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 16 Lastenradtaugliche Pakete pro Tag in Hamm	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 17 Radien vom Standort	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18 Einkommensteuerkraft zufällig ausgewählter Städte (Statistisches Bundesamt StatBa, 2018)	80
Abbildung 19 Bestehendes und geplantes Radnetz Stadt Hamm (Stadt Hamm (Westf.), 2018)	81

7. Anhang

7.1. Steckbriefe

7.1.1. Dezentrale Belieferung mit innovativen elektrischen Fahrzeugen

Steckbriefnummer: ICEM-001

Erstellt von: Catharina Stonner

Erstellungsdatum: 04.07.2017

Projektinformationen

Projekthalt: Versorgung der Hamburger Innenstadt durch mobile Paketcontainer

Hauptverantwortlicher: United Parcel Service Deutschland

Weitere Beteiligte: Stadt Hamburg

Wirtsch. Organisation: Eigenprojekt UPS

Eingesetzte Fahrzeuge: E-LKW, E-Lastenfahräder

Ort: Hamburg

Einwohnerzahl: ca. 1,7 Mio.

Fläche: ca. 755 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 2.370 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: seit 2015

Zielsetzungen

1. Minimierung innerstädtischer Lagerkosten
2. CO₂-Reduktion in Innenstädten □ emissionslose Belieferungen
3. Verkehrsreduktion in der Innenstadt □ weniger Fahrten innerhalb der Innenstadt

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

Die Container werden morgens in der UPS-Niederlassung Hamburg-Ost vorsortiert, befüllt und dann mit elektrischen Lkw in die Stadt gebracht. Tagsüber entnehmen UPS-Zusteller die Pakete und bringen sie zu den umliegenden Empfängern. Dies geschieht entweder zu Fuß mit der Sackkarre oder per CargoCruiser-Lastenfahrad. Abends, nach dem Abflauen des Berufsverkehrs, werden die leeren Container wieder mit E-Lkw zurück ins Depot gefahren.

Voraussetzungen und Projektaufwand

Benötigte städt. Infrastruktur:

Standorte für Mikrodepots (mobile Container)

Benötigte Logistikinfrastruktur:

Zentralen Hub zum Beladen der Depots

Ergebnisse

1. Einsparungen von drei bis vier Liefertouren pro Tag
2. Einsparungen von 120 Stopps pro Tag

Bemerkungen

UPS betreibt insgesamt 13 Elektrofahrzeuge in Hamburg (Stand April 2017)

UPS hat ähnliche Konzepte inzwischen auch in anderen Städten von vergleichbarer Größe und Struktur wie Hamm etabliert (z.B. Herne, Oldenburg, Offenbach)

Übertragbarkeit

hoch

Quellen

- <https://www.abendblatt.de/wirtschaft/article210327955/Paketdienste-stehen-unter-Strom.html>
- <https://www.paketda.de/news-ups-hamburg-paketcontainer.html>

7.1.2. Geräuscharme Nachtlogistik (GeNaLog)

Steckbriefnummer: ICEM-002

Erstellt von: Catharina Stonner

Erstellungsdatum: 06.08.2017

Projektinformationen

Projekthinhalt: Geräuscharme Logistikdienstleistungen für Innenstädte
durch den Einsatz von Elektromobilität

Hauptverantwortlicher: Fraunhoferinstitut IML

Weitere Beteiligte: REWE, DOEGO, TEDI, Stadt Karlsruhe, Stadt Dortmund,
Stadt Köln, LOGIBALL GmbH

Wirtsch. Organisation: Förderung durch Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie

Eingesetzte Fahrzeuge: E-LKW

Ort:	Karlsruhe	Dortmund	Köln
Einwohnerzahl:	308.000	580.000	1.060.000
Fläche: 173,46 km ²	280,4 km ²	405,02 km ²	
Bevölkerungsdichte:	1.774 EW / km ²	2.088 EW / km ²	2.619 EW / km ²
Zeitraum:	seit 2015		

Zielsetzung

1. Verkehrs- und Belieferungsgeräusche reduzieren
2. Verkehrsaufkommen in Randzeiten verlagern
3. Logistik stadtverträglicher gestalten
4. Versorgungsqualität steigern
5. Wohnqualität erhöhen

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

Die Beförderung erfolgt mit rein elektrischen LKW, was die Lärm- und Schadstoffemissionen senkt.
Die Lader- und Förderungshilfsmittel werden an die Lärmpegelbestimmungen bei Nacht angepasst.

Voraussetzungen und Projektaufwand

Benötigte städt. Infrastruktur:

Ladesäulen für E-LKW

Benötigte Logistikinfrastruktur:

Geräuscharme Laderampen

Ergebnisse

1. Aufnahme der logistischen Ist-Prozesse und Ableitung von Maßnahmen
2. Auflistung und Beurteilung aller lärmrelevanten Logistikaktivitäten
3. Lärmpegelbestimmung für den Belieferungsprozess
4. Lärmreduzierende Maßnahmen an Fahrzeug und Ladehilfsmitteln
5. Untersuchung der Anforderungen aller Beteiligten

Bemerkungen

Eine erste Pilotphase in Köln wurde im März/April 2017 durchgeführt

Übertragbarkeit

hoch

Quellen

- <http://www.genalog.de/2017/03/genalog-flyer.html>
- http://www.elektromobilitaet-dienstleistungen.de/?page_id=675
- <http://www.genalog.de/>

7.1.3. ELMO – Elektromobile urbane Wirtschaftsverkehre

Steckbriefnummer: ICEM-003

Erstellt von: Catharina Stonner, Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 10.08.2017 / 29.08.17

Projektinformationen

Projekthalt: Unterstützung von Unternehmen bei der Einführung von
Elektrofahrzeugen

Hauptverantwortlicher: Fraunhofer-Institut IML

Weitere Beteiligte: Busch-Jaeger Elektro, CWS-boco Supply Chain
Management, TEDI Logistik, United Parcel Service Deutschland,
Wirtschaftsförderung Dortmund

Wirtsch. Organisation: Eigenmittel der Projektbeteiligten und Förderung durch
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (ca. 1,6 Mio. EUR
bei 2,8 Mio. EUR Gesamtvolumen)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-LKW, E-Lieferfahrzeuge, E-Autos

Ort: Dortmund

Einwohnerzahl: ca. 580.000

Fläche: ca. 280 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 2.090 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: 2011 bis 2015

Zielsetzung

1. Untersuchung der generellen Eignung und Einsetzbarkeit batterieelektrisch angetriebener Nutzfahrzeuge in stadtnahen Belieferungsverkehren im Rahmen eines Flottenversuchs
2. Einbindung dieser Fahrzeuge in aktuelle Logistikkonzepte
3. Erkundung, welche verkehrlichen, betrieblichen, sowie energie- und umweltseitigen Potenziale elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge im urbanen Wirtschaftsverkehr bieten

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

- Marktrecherche verfügbarer Fahrzeugtypen

- Abgleich Anforderungen an Nutzfahrzeuge mit einsetzbaren Fahrzeugtechnologien und Ladeinfrastruktur
- Aufbau eines Bewertungsmodells zur quantitativen Bewertung von Nutzfahrzeugen
- Definition von Umfang und regionaler Gebietsstruktur der Feldtests
- Durchführung von Feldtests
- Auswertung und Begleitung der Feldtests
- Finale Bewertung

Voraussetzungen und Projektaufwand

- Möglichst geringe Reibungsverluste durch die Einführung der E-Fahrzeuge, d.h. nur dort Anpassungen der Prozesse, wo diese technisch notwendig sind
- Verfügbarkeit geeigneter Fahrzeuge und Kundendienststrukturen

Ergebnisse

1. Reale Verbräuche und Herstellerangaben weichen teilweise deutlich voneinander ab
2. Einkaufsgemeinschaften können eine Möglichkeit sein, um passgenaue Fahrzeuge in Eigenregie zu entwickeln
3. Das mangelhaft ausgebaute Werkstattnetz kann zu Reichweitenproblemen bei der Überführung des Fahrzeugs in die Werkstatt und langen Ausfallzeiten führen
4. Die betriebliche Ladeinfrastruktur ist als wenig problematisch einzustufen

Übertragbarkeit

mittel

Quellen

- [http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20320/Infoseiten%20Abteilung%20und%20Gruppen/ELMO-Abschlussbericht_\(%C3%96ffentliche_Fassung\).pdf](http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20320/Infoseiten%20Abteilung%20und%20Gruppen/ELMO-Abschlussbericht_(%C3%96ffentliche_Fassung).pdf)

7.1.4. carvelo2go

Steckbriefnummer: ICEM-004

Erstellt von: Catharina Stonner, Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 11.08.2017 / 29.08.17

Projektinformationen

Projekthalt: Bereitstellung eines öffentlichen E-Lastenfahrrad- Verleihsystems

Hauptverantwortlicher: Mobilitätsakademie AG

Projektteam: Stadt Bern, Touring Club Schweiz, BLS AG

Wirtsch. Organisation: Förderung durch den Förderfonds Engagement
Migros

Eingesetzte Fahrzeuge: E-Lastenfahrräder

Ort: Bern Basel Vevey

Einwohnerzahl: ca. 140.000 ca. 175.000 ca. 19.500

Fläche: ca. 52 km² ca. 23 km² ca. 2,5 km²

Bevölkerungsdichte: ca. 2.692 EW / km² ca. 7.609 EW / km² ca. 7.800 EW / km²

Zeitraum: seit 2015

Zielsetzung

Verbreitung und Nutzung von Lastenfahrrädern unter Gewerbetreibenden und Privatkunden

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

„Im Oktober 2015 startete die Mobilitätsakademie AG mit 18 Rädern den Feldversuch in Bern. Im Projektverlauf wurde das Angebot auch auf die Städte Basel und Vevey ausgeweitet. (...) Der Verleih erfolgt an Einzelhandelsfilialen (Host). Diese Hosts verwalten die Schlüssel und die Batterien der Bikes und können sie im Gegenzug selbst während einer bestimmten Zeitspanne kostenlos für ihre betrieblichen Zwecke nutzen. So wird gleichzeitig der Einsatz von Cargo-Bikes im privaten als auch im betrieblichen Kontext gefördert und die maximale Auslastung der zur Verfügung stehenden Bikes ist gewährleistet.“

Es wird eine Nutzungsgebühr von 5 CHF für die erste und 2 CHF für jede weitere Stunde erhoben; allerdings ist die Nutzung für Mitglieder des Touring Club Schweiz (ca. jede dritte volljährige Schweizer) kostenlos.

Voraussetzungen und Projektaufwand

Hosts für die Verwaltung der E-Bikesfinden (in der Regel unabhängige Einzelhändler)

Ergebnisse

Nach weniger als einem Jahr bereits 40 E-Lastenräder in den drei Städten im Einsatz (Stand Juni 2016)

Übertragbarkeit

mittel

Quellen

- http://www.adfc-hessen.de/public_downloads/dokumente/Fraunhofer_IML-HOLM_Lastenradprojekt_2016.pdf
- <http://www.presseportal.ch/de/pm/100055576/100778512>

7.1.5. RegLog

Steckbriefnummer: ICEM-005

Erstellt von: Joshua Alles

Erstellungsdatum: 17.08.2017

Projektinformationen

Projekthalt: Bündelung von Fahrten des Straßengüterverkehrs in die Regensburger Altstadt

Hauptverantwortlicher: Fördergemeinschaft Güterverkehrslogistik Regensburg e.V.

Projektteam: BMW Werk Regensburg, Stadt Regensburg, IHK Regensburg

Wirtsch. Organisation: Eigenfinanzierung des Projektes

Eingesetzte Fahrzeuge: LKW

Ort: Regensburg

Einwohnerzahl: ca. 145.000

Fläche: ca. 80 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 1.800 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: 1998 bis 2012

Ausgangssituation & Zielsetzung

1. CO₂-Reduktion in Innenstädten
2. Verkehrsreduktion in der Innenstadt

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

Durch den Einsatz eines unabhängigen Frachtführers und die Bündelung von Versorgungsfahrten Einsparung von LKW-Fahrten in die Innenstadt.

Voraussetzungen und Projektaufwand

Kooperationsbereitschaft der Spediteure bzw. Regelungen seitens der Stadt, die zur Bündelung der Versorgungsfahrten zwingen.

Ergebnisse

„Dadurch konnte das Verkehrsaufkommen in der Altstadt deutlich verringert werden –

70.00 LKW-Kilometer wurden vermieden. (...) RegLog hat viel zur Entlastung der Umwelt in der historischen Altstadt beigetragen. Etwa 23 Tonnen CO₂-Ausstoß wurden über die Jahre hinweg vermieden.“ (Pressemitteilung zum Projektende)

Bemerkungen

Das Projekt wurde im Jahr 2012 aufgrund wirtschaftlicher Schwierigkeiten beendet.

Ein ähnliches Projekt existiert unter dem Namen SpediThun in Thun (CH) und wird dort seit dem Jahr 2000 betrieben.

Übertragbarkeit

hoch

Quellen

- http://www.reglog.de/pdf/PM_20120926_RegLog%20Projektbeendigung.pdf
- http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/transport_logistic_2011_vortrag_harald_weininger__76552.pdf
- <http://www.eltis.org/discover/case-studies/spedithun-urban-distribution-centre-operated-city-logistics-scheme-switzerland>
- http://www.thun.ch/fileadmin/behoerden/fachstelle_umwelt_und_mobilitaet/media/pdf/spedithun.pdf

7.1.6. Smart City Logistik

Steckbriefnummer: ICEM-006

Erstellt von: Joshua Alles

Erstellungsdatum: 17.08.2017

Projektinformationen

Projekthinhalt: Die Idee von Smart City Logistik ist die intelligente Integration von Elektromobilität in die Logistik.

Hauptverantwortlicher: DAKO

Weitere Beteiligte: Übersicht über Konsortium unter
<http://www.smartcitylogistik.de/index.php/konsortium>

Wirtsch. Organisation: Eigenmittel der Projektbeteiligten und Förderung durch Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (ca. 4 Mio. EUR bei 7 Mio. EUR Gesamtvolumen)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-Lieferwagen

Ort: Erfurt

Einwohnerzahl: ca. 210.000

Fläche: ca. 270 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 780 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: 2013-2016

Zielsetzung

1. Bereitstellung von Hilfsmitteln für den wirtschaftlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen im innerstädtischen Transportgewerbe
2. Entwicklung einer IT-Systemplattform für das intelligente Flottenmanagement
3. Konfigurierbare Schnittstellen in Bestandssysteme und die Einbindung externer Datenquellen (Verkehr & Wetter)
4. Entwicklung eines Fahrerassistenzsystems sowie einer automatisierten Frachtüberwachung
5. Herausbildung von Geschäftsmodellen für verschiedene logistische Anwendungsszenarien

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

Konstitution von zwei Arbeitsgruppen:

- Systementwicklung
- Anwendungsszenarien

Erarbeitung der Systemplattform mit verschiedenen Projektpartnern

Voraussetzungen und Projektaufwand

Bereitschaft der Unternehmen zu kooperieren und das System zu nutzen

Ergebnisse

Das Projekt wurde beendet, aber offenbar nicht weitergeführt, da nach Beendigung des Projekts keine weiteren inhaltlichen Aktualisierungen der Projektwebsite stattgefunden haben.

Übertragbarkeit

mittel

Quellen

- <http://www.smartcitylogistik.de/index.php>

7.1.7. Pilotprojekt zur nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikrodepot-Konzept auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg

Steckbriefnummer: ICEM-007

Erstellt von: Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 30.08.2017

Projektinformationen

Projekthalt: DPD und GLS prüfen unter wissenschaftlicher Begleitung
den Einsatz von Mikrodepots und Lastenrädern in der Innenstadt sowie in
einem Wohngebiet der Stadt Nürnberg

Hauptverantwortlicher: TH Nürnberg

Projektteam: DPD, GLS

Wirtsch. Organisation: Eigenmittel der Projektbeteiligten und Förderung durch
Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr, die Stadt
Nürnberg und die IHK Nürnberg (260.000 EUR bei 520.000 EUR
Gesamtvolumen)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-Lastenfahräder

Ort: Nürnberg

Einwohnerzahl: ca. 500.000

Fläche: ca. 187 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 2.674 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: 2016 bis 2019

Zielsetzung

„Das Nürnberger Stadtlogistikkonzept ISOLDE („Innerstädtischer Service mit Optimierte Logistischen Dienstleistungen für den Einzelhandel“) startete 1997 mit dem Ziel, die Innenstadt von Nürnberg von Lieferfahrzeugen zu entlasten und die Abgasemissionen zu reduzieren. Das Projekt wurde als Modellversuch unter Mitwirkung des Freistaats Bayern, der Stadt Nürnberg sowie mehreren KEP-Diensten und Speditionen ins Leben gerufen.

Nach Ende der Pilotphase führte DPD als einziger Initiator das Konzept gemeinsam mit einem DPD Systempartner weiter und liefert seit Ende 2000 in der Fußgängerzone mit zwei Elektromobilen aus.“

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

- Einrichtung eines gemeinsamen Warendepots von DPD und GLS in einer Tiefgarage in der Nürnberger Südstadt (dicht bevölkertes Wohngebiet mit engen Straßen)
- Warenanlieferung in Rollcontainern durch Kleinlaster, vorsortiert nach Straßen; Zustellung teilweise mit E-Lastenfahrräder (mehrfache Anfahrt des Depots pro Tag)
- Ausweitung des Pilotprojekts auf andere Wohngebiete angestrebt, wobei geeignete Flächen für Mikrodepots die größte Herausforderung darstellen
- Durch optimierte Routenplanung (z.B. Fahren gegen Einbahnstraßen) sollen Kosteneinsparungen im zweistelligen Prozentbereich für die Zusteller erreicht werden

Voraussetzungen und Projektaufwand

- Kooperation der beteiligten Unternehmen
- Geeignete E-Lastenfahrräder (hier: 1,45 m³ Ladevolumen, das reicht für bis zu 80 Pakete mit bis zu 200 kg Gewicht)
- Einrichtung von Mikrodepots, da Lastenfahrräder nur für die Feinverteilung geeignet sind

Ergebnisse

- Einsparung von sieben Dieselfahrzeugen im Zustellgebiet bei Maximalkapazität
- Ein herkömmliches Transportfahrzeug kann von 1,1 bis 1,3 Lastenfahrrädern ersetzt werden
- In den ersten drei Monaten des Feldtests Zustellung von 5.000 Paketen im Testgebiet per E-Lastenfahrrad allein bei DPD

Bemerkungen

Es wurden bereits zwei Nachfolgeprojekte gestartet:

- Im Projekt LEV@KEP entwickelt die TH Nürnberg in Zusammenarbeit mit der Schaeffler AG ein neues E-Lastenrad. Ziel ist es, „ein zulassungsfreies Light Electric Vehicle (LEV) herzustellen, das speziell für die Auslieferung von Kleinsendungen und Paketen im innerstädtischen Umfeld geeignet ist.“
- Das Projekt VALUE@SERVICE ist eine Erweiterung des Mikrodepot-Konzepts auf weitere Branchen (Einzelhandel und Apotheken). Kooperationspartner sind DPD, Tiramizoo und Sanacorp. „Getestet wird in diesem Bereich die Zustellung von Ware am selben oder nächsten Tag, sowie der Retourprozess im Onlinehandel.“
- Außerdem plant DPD den Einsatz der getesteten Lastenräder auch in anderen Städten (z.B. Hamburg)

Übertragbarkeit

mittel

Quellen

- http://eclf.bike/presentations17/A11%20Ral%20Bogdanski%20ECLF_Vienna_Bogdanski_englisch.pdf
- <http://www.dnv-online.net/services/detail.php?rubric=Logistik+%26+Technik&nr=82420>
- <http://www.onlinemarktplatz.de/79119/muskelkraft-und-mikrodepot-dpd-stellt-in-nuernberg-pakete-mit-dem-lastenrad-zu/>
- <https://www.verkehrsrundschau.de/nachrichten/nuernberg-gls-und-dpd-liefere-pakete-mit-dem-fahrrad-1928076.html>
- <http://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/logistik-wenn-der-roboter-lieferdienst-klingelt/14680702-all.html>
- <https://www.th-nuernberg.de/news/erfolgreiches-citylogistik-pil/>
- <http://www.dvz.de/rubriken/logistikimmobilien/single-view/nachricht/wettbewerb-um-knappe-flaechen.html>

7.1.8. Freight Distribution Plan Utrecht

Steckbriefnummer: ICEM-008

Erstellt von: Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 30.08.2017

Projektinformationen

Projekthinhalt: Erarbeitung eines Logistikkonzepts, dass bis 2020 eine
komplett emissionsfrei City-Logistik ermöglicht

Hauptverantwortlicher: Stadt Utrecht

Projektteam: Unterschiedlich je nach Teilprojekt, u.a. Heineken und GEPU

Wirtsch. Organisation: Mindestens 650.000 EUR aus Stadtmitteln (aber
zumindest in Teilen Förderung durch CIVITAS MIMOSA)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-Lieferfahrzeuge, E-Boot, E-Lastenfahräder

Ort: Utrecht

Einwohnerzahl: ca. 340.000

Fläche: ca. 99 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 3.434 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: seit 2008

Zielsetzung

- Schutz der Altstadt vor Beschädigungen durch schwere Lieferfahrzeuge
- Einsparung von Emissionen (Ziel: Emissionsfreier Güterverkehr in der Stadt bis 2020)
- Erhöhung der Lebensqualität in der Innenstadt

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

- Einführung von Maßnahmen, um die Kooperation zwischen Unternehmen zu fördern (Zeitliche Begrenzung für Fahrzeuge in der Innenstadt, Ausweisung einer Umweltzone)
- Beschaffung elektrischer Boote („Beer Boat“) für innerstädtische Belieferungen von Gastronomiebetrieben und der Bauwirtschaft entlang des städtischen Grachtenetzes

- Anschaffung eines elektrischen Lieferfahrzeugs (CargoHopper) für die Belieferung in der Innenstadt, der das 5- bis 8-fache eines herkömmlichen Lieferfahrzeuges fasst; die Belieferung erfolgt aus einem zentralen Hub am Stadtrand
- Einführung eines Merchandise Pick-up Points (MPuP), an dem Einkäufe aus mehreren Geschäften konsolidiert werden und damit den Verzicht auf das Auto beim Einkaufen erleichtern sollen
- Einführung eines Distributionszentrums für Frischwaren, an dem die Waren für mehrere Unternehmen konsolidiert und abschließend verteilt werden
- Änderung von Gesetzen und Vorschriften, um Unternehmen, die emissionsarme Verkehrsformen nutzen, finanzielle Vorteile zu gewähren

Voraussetzungen und Projektaufwand

- Die Kooperation der Beteiligten ist entscheidend
- Angebote werden nur angenommen, wenn sie sich auch wirtschaftlich rechnen
- Maßnahmen müssen zuerst auf Akzeptanz überprüft werden, bevor sie implementiert werden

Ergebnisse

- CargoHopper: Innerhalb von drei Jahren Einsparungen von 73% (5,8 t) CO₂, 56% (1 kg) PM10 und 27% (5 kg) NO_x durch Einsatz des CityHoppers; allerdings wurde der CargoHopper inzwischen aufgrund langwieriger Reparaturarbeiten wieder stillgelegt
- Beer Boat: Innerhalb von drei Jahren Einsparungen von 13% (38 t) CO₂, 10% (6 kg) PM10 und 6% (31 kg) NO_x durch Einsatz des "Beer Boats"
- MPuP und Distributionszentrum für Frischwaren: Aufgrund mangelndem Interesses
- bei Einzelhändlern und Kunden keine Einrichtung und Weiterverfolgung der Einzelprojekte

Bemerkungen

- Utrecht ist auch Testgebiet für ein neues Fahrradlogistikkonzept von DHL, bei dem Wechselbehälter auf spezielle E-Lastenfahrräder montiert werden

Übertragbarkeit

hoch

Quellen

- <http://www.eltis.org/discover/case-studies/utrechts-sustainable-freight-transport-netherlands>
- <http://civitas.eu/content/merchandise-pick-points-mpup>
- <http://civitas.eu/content/city-distribution-boat>
- <http://www.logistra.de/news-nachrichten/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik/8566/maerkte-amp-trends/city-logistik-dhl-kombiniert-lastenraeder-mit>
- <http://green-logistics.blogspot.de/2012/05/emissionsfreie-city-logistik-in-utrecht.html>
- https://www.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/wonen-en-leven/verkeer/verkeersbeleid/Actieplan_Goederenvervoer_Utrecht_2015 - 2020_definitief.pdf
- <http://www.dvz.de/rubriken/test-technik/single-view/nachricht/sauber-in-die-city.html>

7.1.9. Intelligente Steuerung der Ladekapazität für Elektrofahrzeuge im Depot

Steckbriefnummer: ICEM-009

Erstellt von: Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 29.08.2017

Projektinformationen

Projekthalt: Bereitstellung einer Ladeinfrastruktur für das gleichzeitige Aufladen der Batterien von bis zu 150 Elektrofahrzeugen

Hauptverantwortlicher: UPS UK

Projektteam: UK Power Networks

Wirtsch. Organisation: Eigenmittel der Projektbeteiligten und Förderung durch das EU-Programm Freight Electric Vehicles in Urban €pe (Frevue) und ein Britisches Förderprogramm (ca. 3 Mio. GBP bei ca. 3,6 Mio. GBP Gesamtvolumen)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-Lieferfahrzeuge

Ort: London-Camden

Einwohnerzahl: ca. 230.000

Fläche: ca. 22 Quadratkilometer

Bevölkerungsdichte: ca. 10.770 Einwohner pro Quadratkilometer

Zeitraum: seit 2014

Zielsetzung

UPS betrieb 2014 als Teil des EU-Projekts Freight Electric Vehicles in Urban €pe (Frevue) bereits 16 E-Lieferfahrzeuge in seinem Hub in London-Camden, musste aber feststellen, dass die gleichzeitige Batterieladung aller Fahrzeuge am Abend bei gleichzeitigem Betrieb der Sortieranlage des Hubs aufgrund ungenügender Netzkapazitäten nicht möglich war, was einen Ausbau der Kapazität und damit einhergehend steigende Energiekosten zur Folge hatte.

Das Projekt soll daher die Bereitstellung der Energie lösen sowie die Energiekosten senken. Ziel ist die Erhöhung der Flotte an Elektrofahrzeugen auf schlussendlich mehr als 150 Fahrzeuge.

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

- Ausnutzen von Zeiten geringer Nachfrage während der Nachtstunden
- Entwicklung einer Software durch den Netzbetreiber, die die maximale Anzahl zu ladender Fahrzeuge festlegt
- Nutzung von Speicherbatterien als Zwischenspeicher zur Beladung der Fahrzeugbatterien in Zeiten großer Nachfrage

Voraussetzungen und Projektaufwand

Eine Herausforderung sind die hohen Investitionskosten eines Kunden in die Infrastruktur des Netzbetreibers, ohne hinterher über die Infrastruktur verfügen zu können. Laut einem EU-Bericht stellt dies eine ernstzunehmende Hürde für Investitionen in Elektrofahrzeuge dar.

Zusammenarbeit zwischen Operateur, Immobilienentwickler und Netzbetreiber notwendig, um optimale Ladestruktur zu schaffen

Ergebnisse

- Steigerung der Ladekapazität und damit einhergehender Ausbau der Flotte von 16 Fahrzeugen auf 68 Fahrzeuge
- Keine Überlastungen mehr des Stromnetzes
- Keine Fahrzeugausfälle wegen ungenügender Batterieaufladung
- Geringere Stromkosten für Operateur

Bemerkungen

UPS plant den Ausbau auf bis zu 150 Fahrzeuge (Stand Juli 2017)

Übertragbarkeit

Hoch

Quellen

- <http://postandparcel.info/81152/news/ups-camden-depot-to-be-a-testbed-for-electric-vehicle-technology/>
- <http://freightinthecity.com/2016/06/ups-increases-grid-capacity-at-london-depot-to-overcome-electric-vehicle-charging-hurdle/>

7.1.10. Konsolidierungszentrum mit E-Fahrzeugen in Bristol/Bath

Steckbriefnummer: ICEM-010

Erstellt von: Alexander Labinsky

Erstellungsdatum: 29.08.2017

Projektinformationen

Projekthalt: Betrieb eines Konsolidierungszentrums für die Region
Bristol/Bath (UK) mit elektrischen Fahrzeugen

Hauptverantwortlicher: Bristol City Council

Projektteam: Bath & North East Somerset Council, DHL

Wirtsch. Organisation: Eigenmittel der Projektbeteiligten und Förderung durch
EU-Fonds CIVITAS (ca. 280.000 GBP bei 816.000 GBP
Gesamtvolumen)

Eingesetzte Fahrzeuge: E-LKW

Ort: Bath Bristol

Einwohnerzahl: ca. 86.000 ca. 430.000

Fläche: ca. 29 km² ca. 110

Bevölkerungsdichte: ca. 2966 EW / km² ca. 3.909 EW / km²

Zeitraum: 2009 bis 2017

Ausgangssituation & Zielsetzung

- CO₂-Reduktion in Innenstädten
- Verkehrsreduktion in der Innenstadt

Vorgehensweise, angestrebte Ergebnisse & Herausforderungen bei der Umsetzung

Durch den Einsatz eines unabhängigen Frachtführers und die Bündelung von Versorgungsfahrten
Einsparung von LKW-Fahrten in die Innenstadt

Teilnehmende Unternehmen konnten für sich jedoch keine wirklichen Vorteile feststellen, da Waren
aufgrund der Bündelung einen Tag später als üblich angeliefert wurden und dafür ein höherer Preis
bezahlt werden muss

Voraussetzungen und Projektaufwand

- Kooperationsbereitschaft der Spediteure bzw. Regelungen seitens der Stadt, die zur Bündelung der Versorgungsfahrten zwingen

Ergebnisse

1. Reduktion der Fahrten zu den beteiligten Unternehmen um 80 %
2. Aufgrund der geringen Nachfrage allerdings insgesamt nur eine Reduktion des täglichen Lieferverkehrs um weniger als 1 %
3. Wegen des geringen Erfolgs hat Bath Council sich gegen eine Weiterführung des Projekts über den 30. November 2017 hinaus entschieden

Übertragbarkeit

mittel

Quellen

- http://www.dhl.co.uk/en/press/releases/releases_2013/local/091813.html
- <http://civitas.eu/sites/default/files/civitas-plus-case-study-freight-consolidation-bath.pdf>
- <https://democracy.bathnes.gov.uk/documents/s44932/E2919%20Freight%20Consolidation%20Future%20Options.pdf>
- <http://transitionbath.org/transition-bath-january-2017-newsletter/>

7.2. Auswertung Umfrage

Auswertung Umfrage				
Ladezone				
43% Zustellung am Eingang (keine Fußgängerzone)	29% Zustellung am Eingang (Fußgängerzone)	21% Sonstiges	7% Belieferung an eigener Ladezone	7% Gemeinsame genutzte Ladezone
Belieferungsart				
86% werden durch KEP beliefert	29% werden durch externe Spediteure beliefert		21% besitzen eine Firmeninterne Logistik	
Zufriedenheit				
14% sind mit der aktuellen Situation sehr zufrieden	79% sind mit der aktuellen Situation zufrieden		7% sind mit der aktuellen Situation unzufrieden	
Lieferrhythmus				
64% werden mehrmals täglich beliefert	14% werden einmal täglich beliefert	14% werden jeden 2. Tag beliefert	7% werden einmal die Woche beliefert	
Lieferzeit				
79% werden von Öffnung bis 12 beliefert	79% werden mittags (12 – 15 Uhr) beliefert	71% werden nachmittags (15 – 18 Uhr) beliefert	14% werden abends (18 – 21 Uhr) beliefert	14% werden nachts beliefert (ab 21 Uhr)
Lieferumfang				
93% werden mit Paketen beliefert	36% werden mit Paletten beliefert	21% werden mit Stückgut beliefert	7% werden mit Trolleys, Wagen, etc. beliefert	7% Sonstiges
Kühlung				
77% werden nicht mit gekühlter Ware beliefert		23% geben an das sie mit gekühlter Ware beliefert werden		
Elektromobilität				
100% geben an, dass Sie aktuell noch nicht	93% geben an das Sie die Wahl des	36% geben an das monetäre Vorteile für	36% geben an das zeitliche Vorteile für die Anschaffung	

Elektromobil beliefert werden	Fahrzeugs nicht direkt beeinflussen können	die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs sprechen würde	eines Elektrofahrzeugs sprechen würde
Onlinehandel			
93% geben an, dass der Onlinehandel bis zu 25% Ihres Geschäfts ausmacht		7% geben an, dass Sie nicht am Onlinehandel beteiligt sind	

7.3. Versuchsaufbau Testfahrt

Versuchsaufbau – kleine Innenstadtroute, Best-Case

Einflussfaktoren

Zuladung	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrer • Beifahrer • Gleichmäßiges Gewicht?
Fahrstil	<ul style="list-style-type: none"> • Normales Beschleunigen • Vorausschauendes Fahren • Keine zusätzlichen Stopps
Sonstige Verbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Klimaanlage • Keine Lenkradheizung • Sitzheizung ein • Infotainment ein • Evtl. Veränderungen für beide Fahrten beachten
Fahrmodus	<ul style="list-style-type: none"> • Eco + B – Modus
Parkumgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefgarage

Aufzeichnung

Start	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur • Erfassung eingeschalteter zusätzlicher Verbraucher
Nach jeder Runde	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur

Versuchsaufbau – kleine Innenstadtroute, Worst-Case

Einflussfaktoren

Zuladung	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrer • Beifahrer • 500 kg Zuladung
Fahrstil	<ul style="list-style-type: none"> • Kick-Down, schnelles Anfahren • Lange Gas geben, spät Bremsen
Sonstige Verbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaanlage ein • Sitzheizung ein • Lenkradheizung ein • Infotainment ein
Fahrmodus	<ul style="list-style-type: none"> • D- Modus
Parkumgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Draußen

Aufzeichnung

Start	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite!! (nachts draußen) <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur • Erfassung eingeschalteter zusätzlicher Verbraucher
Nach jeder Runde	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur

Versuchsaufbau – große Innenstadtroute, Best-Case

Einflussfaktoren

Zuladung	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrer • Beifahrer • Gleichmäßiges Gewicht?
Fahrstil	<ul style="list-style-type: none"> • Normales Beschleunigen • Vorausschauendes Fahren • Keine zusätzlichen Stopps
Sonstige Verbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Klimaanlage • keine Lenkradheizung • Sitzheizung ein • Infotainment ein • Evtl. Veränderungen für beide Fahrten beachten
Fahrmodus	<ul style="list-style-type: none"> • Eco + B – Modus
Parkumgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefgarage

Aufzeichnung

Start	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur • Erfassung eingeschalteter zusätzlicher Verbraucher
Nach jeder Runde	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer

	<ul style="list-style-type: none"> • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur
--	--

Versuchsaufbau – große Innenstadtroute, Worst-Case

Einflussfaktoren

Zuladung	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrer • Beifahrer • 500 kg Zuladung
Fahrstil	<ul style="list-style-type: none"> • Kick-Down, schnelles Anfahren • Lange Gas geben, spät Bremsen • Regelmäßige Stopps (z.B. Standstreifen)
Sonstige Verbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaanlage ein • Sitzheizung ein • Lenkradheizung ein • Infotainment ein
Fahrmodus	<ul style="list-style-type: none"> • D- Modus
Parkumgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Draußen

Aufzeichnung

Start	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite!! (Nachts draußen) <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur • Erfassung eingeschalteter zusätzlicher Verbraucher
Nach jeder Runde	<ul style="list-style-type: none"> • Akkuladezustand / Reichweite <ul style="list-style-type: none"> ○ Prozent ○ Kilometer • Uhrzeit • Kilometerstand (bzw. Tageszähler zurückstellen) • Temperatur

7.4. Gesprächsleitfaden

1. STRUKTUR

	UPS	DPD
Größe des aus dem Mikrodepot heraus zu bedienenden Gebiets (in km ²)		
Struktur sonst		

2. KOSTEN

Kosten Mikrodepot		
Kosten Grundstück		
Kosten Ertüchtigung der Fläche/der Zufahrt		
Kosten Gebäude/Container		
Kosten Ladeinfrastruktur		
Kosten Sanitär/Sozialräume/...		
Kosten sonst.		
Miete monatlich		
Kosten Energie monatlich		
Sonst. Betriebskosten monatlich		
Kosten sonst. monatlich		
	UPS	DPD
Kosten Fahrzeuge		
Anzahl Räder		
Kosten Räder Anschaffung		
Kosten Räder Wartung		
Kosten Räder Energie		
Kosten Personal		
Anzahl Personal (Stunden)		
Kosten Personal pro Stunde		
Kosten Personal sonst		

3. NUTZEN

UPS	Mit Mikrodepot	Ohne Mikrodepot
Anzahl Pakete per Lastenrad (pro Tag)		
Anzahl Pakete per Transporter (pro Tag)		
Touren Lastenrad (pro Tag)		
Touren Transporter (pro Tag)		
Durchschn. Tourenlänge Lastenrad		
Durchschn. Tourenlänge Transporter		

DPD	Mit Mikrodepot	Ohne Mikrodepot
Anzahl Pakete per Lastenrad (pro Tag)		
Anzahl Pakete per Transporter (pro Tag)		
Touren Lastenrad (pro Tag)		
Touren Transporter (pro Tag)		
Durchschn. Tourenlänge Lastenrad		
Durchschn. Tourenlänge Transporter		

7.5. Informationen KEP-Dienstleister

ICEM DPD Daten

1. STRUKTUR

Größe des aus dem Mikrodepot heraus zu bedienenden Gebiets (in km ²)	10 -15
Struktur sonst	bevorzugt: Mischbebauung aus Wohnen und Kleingewerbe (Arztpraxen, Apotheke, kleine Ladengeschäfte) Eigenschaften: hohe Stoppdichte, geringer Dropfaktor, eher kleine und leichte Waren

2. KOSTEN

Kosten Fahrzeuge	
Anzahl Räder	Keine Aussage möglich ohne Detailanalyse; sinnvoll sind generell 2-5 Räder pro Mikrodepot
Kosten Räder Anschaffung	6.000 – 12.000 € pro Rad je nach Modell
Kosten Räder Wartung	Ca. 100 € im Monat incl. Servicepauschale
Kosten Räder Energie	vernachlässigbar
Kosten Personal	
Anzahl Personal (Stunden)	Keine Aussage möglich ohne Detailanalyse
Kosten Personal pro Stunde	Generell keine Aussage
Kosten Personal sonst	Generell keine Aussage

3. NUTZEN

	Mit Mikrodepot	Ohne Mikrodepot
Anzahl Pakete per Lastenrad (pro Tag)	Ca. 160 gesamt; bei 2 LR: 80 pro Rad pro Tag	Lastenradeinsatz ohne Mikrodepot nicht möglich
Anzahl Pakete per Transporter (pro Tag)	162	162

Touren Lastenrad (pro Tag)	2	Lastenradeinsatz ohne Mikrodepot nicht möglich
Touren Transporter (pro Tag)	4 + Feeder	6
Durchschn. Tourenlänge Lastenrad	25	Keine Aussage möglich ohne Detailanalyse; max. 25 km/Tag (max. Reichweite des Rades/Akkus)
Durchschn. Tourenlänge Transporter	70, davon 44 in PLZ	Lastenradeinsatz ohne Mikrodepot nicht möglich

7.6. Kostenschätzung Infrastruktur

Kostenschätzung Pilot ICEM (Heckmann)				
	Bedarf (SRH)	Schätzkosten	Anmerkung	Kostenart
Baunebenkosten, Planungskosten	Pauschal	ca. 60.000€	Entwurfs- und Genehmigungsplanung der Außenanlagen, Containeranlagen, Entwässerungsplanung, Elektro- und Versorgungstechnik, Sicherheitstechnik, Vermessungsarbeiten, amtl. Lageplan, ggf. Brandschutzkonzept,	fix
Zaunanlage	ca. 150 m Umfang	8.000€	Stabgitterzaun, Höhe ca. 2,0 m	fix
Toranlage	1x südliche Einfahrt	10.000€	Schiebetoranlage elektrisch, Öffnungsweite 5,0 m, Höhe ca. 2,0 m	fix
Gelände herrichten	600 m ²	4.000€	Kleinbewuchs entfernen, Geländeplanum herstellen	fix
Geländeoberflächen	600 m ²	58.000€	Asphalt inkl. Unterbau und Einfassungen	fix
Kanalanschluss	jew. für Schmutz- und Regenwasser	12.000€	Anschluss Grundstücksentwässerung an öffentl. Kanal. Hinweis: Kosten sehr variabel je nach Tiefe des vorh. Kanals und ob ein Trennsystem oder Mischwassersystem vorliegt	fix
Mediengräben	ca. 100 m	8.000€	Erdarbeiten inkl. Verlegen Strom und Wasserleitung	fix
Hausanschlüsse	Pauschal	12.000€	Strom-, Wasseranschluss inkl. Zähler durch den örtl. Versorger	fix
Elektroarbeiten	Pauschal	16.000€	Haupt- und Unterverteilung, Erdungsanlage, Anschluss Schiebetor, Container für Aufenthalt, WC	fix
Sanitärarbeiten	Pauschal	6.000€	Trinkwasser- und Abwasseranschlüsse	fix
Außenbeleuchtung	mind. 15 lux	20.000€	Mastleuchten Abdeckung der 600 m ² , inkl. Erdarbeiten und Leitungsverlegung	fix
Aufenthalts-Container	1 Stück. 4,0x6,0 m	25.000€	Ausstattung: Teeküche mit Kühlschrank, Spüle und Oberschränke, Beleuchtung, E-Heizung, Klima-Splittergerät, Wandschrank mit Garderobe, 2 Tische, 6 Stühle, inkl. Anlieferung und Montage	fix

WC-Container	1 Stück 3,0x4,0 m	15.000€	für Damen und Herren gem. ASR mit der Ausstattung: 2x WC, 2x Handwaschbecken, 1x Urinal, 2x Seifenspender, 2x Papierhandtuchspender, 2x Abfallbehälter, 2x WC-Rollenhalter, 2x Kristallspiegel, 2x Ablage, inkl. Beleuchtung und E-Heizung, ohne Klimatisierung, inkl. Anlieferung und Montage	fix
Vorraum-/Flur-Container	mind. 1 Stück 2,5x6,0 m	12.000€	zur Verbindung der Container Aufenthalt, WC, Lastenrad+Pakete, inkl. Beleuchtung, E-Heizung, Einbruchschutz, Lieferung und Montage	fix
Technik-Container	1 Stück 3,0x3,0 m	5.000€	für Hausanschlüsse, Zähler, Hauptverteilung, usw. inkl. Frostwächter, Beleuchtung, Anlieferung und Montage	fix
Container (Lastenrad + Pakete), einzel	1 Stück 2,5x6,0 m Container, Klima-Splittgerät, E-Heizung, ohne Brandschutz, mit Einbruchschutz, Innenbeleuchtung, Steckdose	16.000€	laut DPD 15-20m2 pro Lastenrad + Paket (werden zusammen gelagert), es wird also ein Container pro Lastenrad benötigt	variabel
minimum	2 Stück 2,5x6,0 m Container-Doppelanlage, Klima-Splittgerät, E-Heizung, ohne Brandschutz, mit Einbruchschutz, Innenbeleuchtung, Steckdose	25.000€	DPD gibt mindestens 2 Lastenräder an	variabel
maximum	5 Stück 2,5x6,0 m Container-5-fach-Anlage, Klima-Splittgerät, E-Heizung, ohne Brandschutz, mit Einbruchschutz, Innenbeleuchtung, Steckdose	60.000€	DPD gibt höchstens 5 Lastenräder an	variabel
Stromversorgung	Sicherheitstor, Container (Aufenthalt), Beleuchtung, Verteiler	s.o.	s.o.	fix

einzel	1 Stück 2,5x6,0 m Container (Klima etc.) und 1x Lastenrad mit 250W Motor versorgen	2.500€	Installation Bewegungsmelder als Wachschatz, Anschluss Elektrotechnik und Klimatechnik, Hinweis: Anschlussleistungen sind unbekannt, zu klären sind die Spannungsversorgung (V) und die Stromstärke (A) je Lastenrad, keine Ladestationen berücksichtigt	variabel
minimum	1 Stück 5,0x6,0 m Containeranlage (Klima etc.) und 2x Lastenrad mit 250W Motor versorgen	3.000€	wie vor	variabel
maximum	1 Stück 12,5x6,0 m Containeranlage (Klima etc.) und 5x Lastenrad mit 250W Motor versorgen	5.000€	wie vor	variabel
Hinweise:			Brandschutzmaßnahmen können über die Standard-Containeranlagen nicht realisiert werden, sollte es zu Brandschutzaufgaben durch die Ladestationen kommen, empfehlen wir, die Lastenräder in einer von der Paketaufbewahrung getrennt stehenden Containeranlage unterzubringen	
			Verbrauchs- und Unterhaltskosten sind nicht berücksichtigt	
			Es ist eine bauliche Einbruchhemmung über eine Vergitterung der Fenster und Eingangstüren (Außentür) berücksichtigt, sowie ein Überwachungsschutz über Bewegungsmelder inkl. Alarmierung als stiller Alarm oder Akustiksignal, sollte noch eine Einbruchmeldeanlage gewünscht sein, sind zusätzliche Kosten für die Vorrüstung der Fenster und Türen sowie die Elektrotechnik zu berücksichtigen	
			Alle Container inkl. Lieferung und Montage	

7.7. Vergleich Tabelle ICEM

Mobile Package Delivery	
Kennzahlen	Werte
Standortanzahl	12
Trucks Anzahl	12
Truck Restvolumen	26
Fahrradanzahl pro Truck	2
Personalbedarf (Fahrer)	
Personalbedarf (Paketzusteller)	
Kosten	
Investitionskosten	3.000.000 €
Fuhrpark	2.676.000 €
Ladeinfrastrukturkosten	108.600 €
Laufende Kosten (pro jahr)	126.061 €
Ladekosten (gesamt)	126.061 €
Personalkosten (gesamt)	0€
Personalkosten gesamt (Paketzusteller)	0€
Personalkosten gesamt (Fahrer) (in €/Jahr)	0€
Konsolidierungszentrum	
Kennzahlen	Werte
Personalbedarf (Verwaltung)	
Personalbedarf (Lager)	
Kosten	
Investitionskosten	18.500.000 €

Fuhrpark	14.700.000 €
Ladeinfrastruktur	630.000 €
Grundstück	700.000 €
Baukosten	2.500.000 €
Laufende Kosten	723.030 €
Ladekosten	723.030 €
Personalkosten gesamt	0 €
Personalkosten gesamt (Verwaltung)	0 €
Personalkosten gesamt (Lager)	0 €
Einzelhandelsflächen	
Kennzahlen	Werte
Anzahl Lastenräder pro Standort	5
Personalbedarf (Lager)	
Personalbedarf (Paketzusteller)	5
Personalbedarf (Verwaltung)	
Paketfläche (m2)	0,4
Benötigte Lagerfläche in m2 (4000 Pakete)	1681
Benötigte Lagerfläche pro Standort m2 (Annahme 6 Standorte)	280
Anzahl Benötigter Regale pro Standort	43
Kosten	
Investitionskosten	417.750 €
Fuhrpark	195.000 €
Ladeinfrastruktur	750 €
Umbaukosten	34.000 €
Kosten Regale gesamt	18.000 €
Laufende Kosten	144.132 €

Ladekosten	2.641 €
Mietkosten	18.491 €
Personalkosten gesamt (Paketzusteller)	123.000€
Personalkosten gesamt (Verwaltung)	0 €
Personalkosten gesamt (Lager)	0 €
Parkhäuser	
Kennzahlen	Werte
Stellplatz breite in m	2,5
Stellplatz breite in m	2,5
Stellplatz länge in m	5
m2 pro Stellplatz	12,5
Regalkapazität pro Parkfläche (m2)	25,6
Anzahl Pakete pro Parkfläche	61
Anzahl Parkflächen für 4000 Pakete	66
Personalbedarf (Paketzusteller)	5
Personalbedarf (Verwaltung)	
Personalbedarf (Lager)	
Anzahl Lastenräder pro Standort	5
Kosten	
Investitionskosten	195.750 €
Laufende Kosten	228.931€
Mietkosten	103.290 €
Personalkosten gesamt (Paketzusteller)	123.000€
Personalkosten gesamt (Verwaltung)	0 €
Personalkosten gesamt (Lager)	0 €

Wechselbrücken	
Kennzahlen	Werte
Länge außen in m	7,5
Breite außen in m	2,6
Abstellhöhe in m	1,2
Höhe außen in m	2,7
Höhe innen in m	2,5
Breite innen in m	2,5
Fläche innen (m2)	18
Volumen innen (m3)	44
Abstellfläche in m2	19
Regalkapazität pro Wechselbrücke (m2)	26
Anzahl Pakete pro Wechselbrücke	61
Anzahl Wechselbrücken gesamt	66
Kosten Neukauf	4.700,00 €
Anzahl Lastenräder gesamt	30
Anzahl Lastenräder pro Standort	5
Anzahl Pakete pro Lastenrad	44
Personalbedarf (Verwaltung)	
Personalbedarf (Lager)	
Personalbedarf (Paketzusteller)	30
Kosten	
Investitionskosten	1.208.300 €
Fuhrpark	195.000 €
Ladeinfrastruktur	750€
Regale	702.350 €
Anschaffungskosten	310.200,00

	€
Laufende Kosten	741.361€
Ladekosten	2.641 €
Personalkosten gesamt (Paketzusteller)	738.720€
Personalkosten gesamt (Verwaltung)	0 €
Personalkosten gesamt (Lager)	0 €

