

KONZEPT

Citylogistik in der Stadt Augsburg
2022



Stadt Augsburg

Erstellt von:



Hochschule Augsburg
University of Applied Sciences

HSA_ops
Forschungsgruppe für optimierte
Wertschöpfung

Inhaltsverzeichnis

1. Zielbild des Citylogistik Konzeptes: Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

- 1.1 Einsortierung des vorliegenden Citylogistik Konzeptes in den Masterplan der Stadt Augsburg
- 1.2 Vorgehen zur Konkretisierung des Citylogistik Konzeptes

2. Festlegung der Rahmenbedingungen durch potenziell beteiligte Unternehmen anhand Experten-Interviews

- 2.1 Zielsetzung der Experten-Interviews
- 2.2 Vorgehensweise der Experten-Interviews
- 2.3 Teilnehmer der Experten-Interviews
- 2.4 Ergebnisse der Experten-Interviews

3. Durchführung einer Abschätzung von ökologischen Auswirkungen (mit bifa Umweltinstitut GmbH)

- 3.1 Bestimmung der Emissionswerte auf Basis der Augsburger Klimabilanz
- 3.2 Bestimmung der Emissionswerte auf Basis der jährlichen Fahrleistung
- 3.3 Abschätzung der Reduktion von Stickoxid- und Feinstaubbelastungen

4. Konkretisierung des Standorts für ein Multi-User-Mikro-Depot

- 4.1 Aktivitäten am Multi-User-Mikro-Depot
- 4.2 Kalkulation der Multi-User-Mikro-Depot Nutzung
 - 4.2.1 Annahmen für den Betrieb des Multi-User-Mikro-Depots
 - 4.2.2 Sendungsstruktur der Dienstleister der KEP-Branche als Grundlagen für die Kalkulation
 - 4.2.3 Berechnung der benötigten Lastenfahrradtouren
 - 4.2.4 Berechnung der benötigten Fahrer pro Tag
 - 4.2.5 Berechnung der nötigen Umschlagsmenge
 - 4.2.6 Berechnung des benötigten Platzbedarfs
 - 4.2.7 Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen
- 4.3 Abschätzung der Multi-User-Mikro-Depot Kosten
- 4.4 Mögliche Flächenanordnung und -verteilung einer idealtypischen Multi-User-Mikro-Depot Immobilie
- 4.5 Szenario-basierte Standortanalyse für ein Multi-User-Mikro-Depot
 - 4.5.1 Konkretisierung der Suchgebiete
 - 4.5.2 Ergebnisse der Szenario-basierten Standortanalyse

5. Zusammenfassung in Form einer Projekt Roadmap

- 5.1 Von der Konzeption zur Umsetzung des Citylogistik Projektes
- 5.2 Mögliche Rollenverteilung eines Projektteams

6. Alternativkonzept

7. Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Kennwertvergleich zwischen Standorten innerhalb Deutschlands
- Abbildung 2: Vorgehen der Konzeptkonkretisierung
- Abbildung 3: Einsortierung des Multi-User-Mikro-Depot im Transportfluss
- Abbildung 4: Schaubild einer idealtypischen Multi-User-Mikro-Depot Immobilie
- Abbildung 5: Einteilung der Postleitzahlgebiete
- Abbildung 6: Begrenzung auf die Postleitzahlgebiete 86150 und 86152
- Abbildung 7: Verteilung des Sendungsaufkommens
- Abbildung 8: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 1
- Abbildung 9: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 2
- Abbildung 10: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 3
- Abbildung 11: Kundenorientiertes Paketzustellungskonzept als Alternative

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Ergebnisse der Experteninterviews
- Tabelle 2: Tägliche Sendungsstruktur der Dienstleister der KEP-Branche
- Tabelle 3: Übersicht potenziell geeigneter Lastenräder
- Tabelle 4: Benötigte Lastenfahrradtouren pro Tag
- Tabelle 5: Benötigte Fahrer pro Tag
- Tabelle 6: Umschlagsmenge pro Minute
- Tabelle 7: Maximaler Platzbedarf des Multi-User-Mikro-Depots
- Tabelle 8: Anpassung des Multi-User-Mikro-Depots an künftige Entwicklungen
- Tabelle 9: Berechnung der Investitions- sowie der Betriebskosten
- Tabelle 10: Kostenstruktur Auslieferung mit motorisiertem Transporter pro Monat
- Tabelle 11: Berechnung der Investitions- sowie der Betriebskosten bei einer Laufzeit von 5 Jahren
- Tabelle 12: Projekt Roadmap

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Abkürzungsverzeichnis

CO ₂ -e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
KEP	Kurier-, Express- und Paket
NO _x	Stickoxid
PM10	Feinstaub
o.Verl.	Ohne Verlagsangabe

1. Zielbild des Citylogistik Konzeptes: Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

1.1 Einsortierung des vorliegenden Citylogistik Konzeptes in den Masterplan der Stadt Augsburg

Um eine nachhaltige Verbesserung der Luft- und Lebensqualität in Augsburg und Umgebung zu erreichen, hat die Stadt Augsburg im Rahmen des „Sofortprogramms saubere Luft 2017-2020“ die Fördermittel für die Erstellung des Masterplans nachhaltige und emissionsfreie Mobilität beantragt. Nach Bewilligung des Antrages durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erfolgte im Jahr 2018 die Erarbeitung des „Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität für die Stadt Augsburg“.

Die Zielsetzung des Masterplans war die Erarbeitung eines konkreten Maßnahmenpakets zur Reduzierung der NO₂-Belastung. Der Masterplan ist eingebettet in die Augsburger „Agenda für Mobilität“, die alle Fachpläne und -konzepte – wie auch relevante Akteur:innen – zusammenführt und den programmatischen Rahmen für die Umsetzung der Mobilität der Zukunft bietet.

Als einer von insgesamt fünf Maßnahmenschwerpunkten des Masterplans wurde der Bereich „Urbane Logistik“ definiert, denn gerade im Logistikbereich existiert für die Augsburger Innenstadt ein besonders großer Handlungsdruck. Ein Großteil der Zustellungen und Lieferungen der Kurier-, Express- und Paket- (KEP) Dienstleister erfolgt nach wie vor mittels Dieselfahrzeugen, welche in der Innenstadt in großer Dichte eingesetzt werden. Die vielen national und international durchgeführten Modellprojekte zur Optimierung des Lieferverkehrs zeigen ein großes Innovationspotenzial in diesem Feld.

Um die Augsburger Innenstadt als lebendiges und dynamisches Versorgungs- und Erlebniszentrum zu stärken und weiterzuentwickeln, wurde ergänzend am 14.07.2021 durch den Wirtschaftsförderungs-, Beteiligungs- und Liegenschaftsausschuss ein 10-Punkte-Maßnahmenplan beschlossen, der u.a. auch das Thema Citylogistik beinhaltet.

In einem vorherigen Kooperationsprojekt zwischen der Hochschule Augsburg und der Stadt Augsburg wurden Grundlagendaten für den Warenwirtschaftsverkehr im Innenstadtbereich Augsburg erhoben. Hierbei wurde darauf abgezielt, die tatsächlichen Güter- und Personenströme sowie die individuellen Bedürfnisse der Unternehmen zu ermitteln, um diese in ein ganzheitliches Wirtschaftsverkehrsmodell zu übertragen. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde ein Kennzahlengerüst für den KEP-Bereich entwickelt und die Datenerhebung in Form eines Online-Fragebogens sowie persönlichen Experteninterviews als auch die Analyse und Plausibilisierung des

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Datenrücklaufs durchgeführt. Ein anschließender Vergleich mit deutschlandweiten Daten in Metropolregionen zeigte, wie in Abbildung 1 dargestellt, trotz des deutlichen Größenunterschieds eine hohe strukturelle Ähnlichkeit. Dies ist ein erster Anhaltspunkt, dass in Großstädten durchgeführte Citylogistik Projekte auch in Augsburg grundsätzlich realisierbar sind.

Standort	Anzahl Fahrzeuge	Anzahl tgl. Touren	Touren pro Fahrzeug	Einwohner pro Fahrzeug	Stoppzahl pro Tour	Sendungszahl pro Tour	Erstzustellungsquote
Berlin	2.450	2.451	1,000	1.529	83	148	94,3%
Hamburg	1.210	1.212	1,002	1.505	96	170	94%
München	1.050	1.046	0,996	1.387	83	154	95,1%
Augsburg	221(*)	229(*)	1,036	1.525	93	167	96%

Abbildung 1: Kennwertvergleich zwischen Standorten innerhalb Deutschlands

Quelle: Waibel, Klein (2020)

Die aus dem Projekt stammenden Daten wurden ebenfalls zur Ermittlung erster Handlungsfelder und Ableitung von potenziellen Pilotprojekten herangezogen. Besonders in Frage kommende Konzeptideen beziehen sich auf die vier Felder: Lastenfahrrad, Mikro-Depots, Packstationen und Nutzung der öffentlichen Infrastruktur.

Als realistisch und zeitnah durchführbares Pilotprojekt wurde das „Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad durch einen neutralen Dienstleister“ auserwählt und soll durch ein konkretes Citylogistik Konzept definiert werden. Die Auswahl wurde in einem Workshopformat mit Dienstleistern der KEP-Branche durchgeführt. Das Konzept bietet im nächsten Schritt die Grundlage für eine konkrete Umsetzung vor Ort. Es soll in erster Linie die Attraktivität der Innenstadt steigern, indem Kleintransporter-Verkehr in der Innenstadt und Fußgängerzone reduziert wird. In zweiter Linie soll es einen – wenn auch geringen – Beitrag zur Luftreinhaltung, Verminderung von Treibhausgas- und Lärmemissionen sowie zur Verringerung des Verkehrsaufkommens in diesem Stadtbereich leisten. Die Inhalte des Konzeptes sind für eine Projektlaufzeit von fünf Jahren geplant.

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

1.2 Vorgehen zur Konkretisierung des Konzeptes

Das Citylogistik Konzept baut auf den Ergebnissen des vorherigen Kooperationsprojektes der Stadt Augsburg und der Hochschule Augsburg auf. Abbildung 2 zeigt die Konzept Konkretisierung in mehreren Arbeitsschritten.

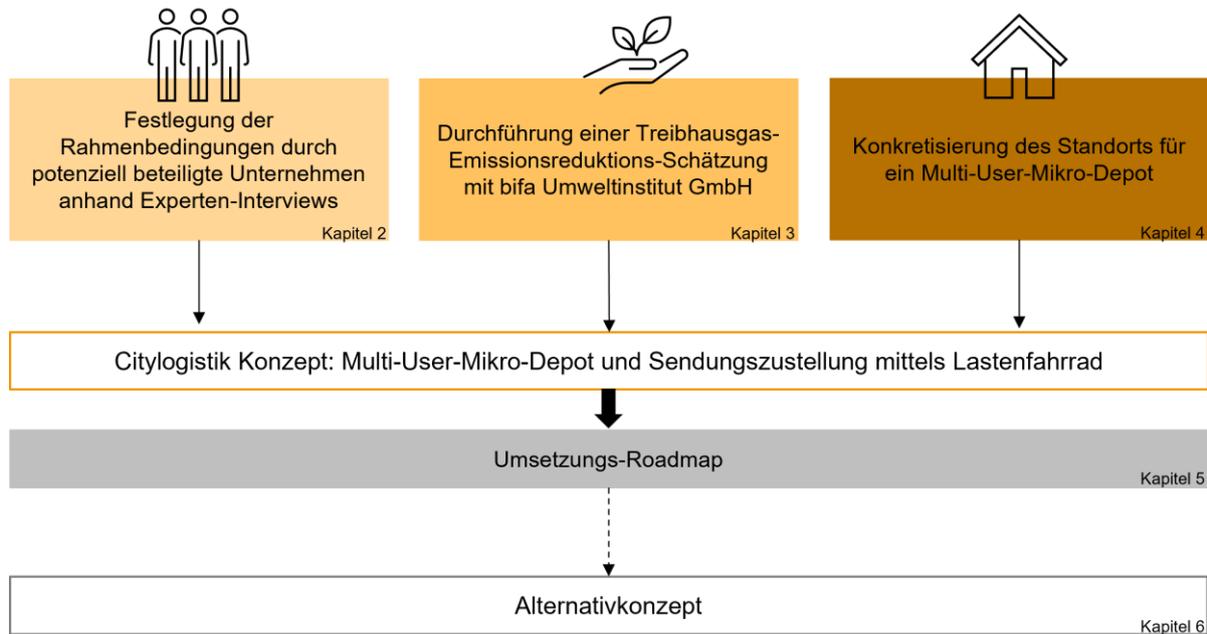


Abbildung 2: Vorgehen der Konzeptkonkretisierung

Quelle: Eigene Darstellung

In einem ersten Schritt werden die vorhandenen Ressourcen sowie notwendigen Voraussetzungen als Rahmenbedingungen definiert. Hierfür werden Experteninterviews mit den Dienstleistern der KEP-Branche aus dem Vorprojekt geführt. Zur Einschätzung des Erfolgs wird parallel eine Treibhausgas-Emissionsreduktions-Schätzung durchgeführt, welche mit der bifa Umweltinstitut GmbH berechnet wird. Hierbei wird das Konzept hinsichtlich Emissionen und Verkehrsreduzierung bewertet. Darauf aufbauend wird eine Standortplanung für das Multi-User-Mikro-Depot durchgeführt, welche fortlaufend im Projekt mit den beteiligten Dienstleistern abgeglichen wird. Diese Planung bildet die Grundlage für die darauffolgende Suche einer Immobilie bzw. logistischen Fläche.

Im finalen Schritt wird das Citylogistik Konzept sowie derzeitige Hindernisse in Form einer Projekt Roadmap dargestellt.

Um in jedem Falle eine Citylogistik Lösung etablieren zu können, wird im letzten Kapitel ein Alternativkonzept beschrieben. In diesem kundenorientierten Zustellungskonzept erfolgt der initiale Schritt für die nachhaltige Zustellung aus Wunsch des Kunden heraus und ist zunächst unabhängig von Entscheidungen der Dienstleister der KEP-Branche.

2. Festlegung der Rahmenbedingungen durch potenziell beteiligte Unternehmen anhand Experten-Interviews

2.1 Zielsetzung der Experten-Interviews

Bei der Durchführung von Experten-Interviews wurden persönliche Gespräche mit potenziell beteiligten Unternehmen geführt. Ziel war die Herausarbeitung notwendiger unternehmensspezifischer Verkehrsdaten, vorliegender Ressourcen und zu erfüllende Voraussetzungen zur Planung eines nachhaltigen und emissionsarmen Projektes im KEP-Bereich für die Stadt Augsburg. Die Informationen aus den Experten-Interviews wurden unmittelbar zur Konkretisierung und Festlegung der notwendigen Schritte der Projektumsetzung herangezogen.

Neben der Abfrage von notwendigen Daten besteht ein wesentlicher Mehrwert der Experteninterviews darin, den informellen Austausch zwischen der Stadt Augsburg und den potenziell beteiligten Unternehmen zu fördern. Aus diesem Grund wurden Akteure von beiden Seiten eingeladen und ein zeitlich entsprechender Rahmen gesetzt.

Der Austausch konnte durch die COVID-19 Schutzmaßnahmen nicht in Präsenz stattfinden und wurde daher auf einer Onlineplattform durchgeführt.

2.2 Vorgehensweise der Experten-Interviews

Für die Experten-Interviews wurden Interviewleitfäden erstellt. Diese enthalten folgende Punkte:

1. Vorstellung bisheriger Projekterkenntnisse
2. Vorstellung des Projektes „Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad durch einen neutralen Dienstleister“
3. Informationsgewinnung über verfügbare unternehmensspezifische Ressourcen sowie unternehmensindividueller Voraussetzungen für einen Projektstart
4. Anforderungen an Mikro-Depot, Lastenfahrrad und Projektverlauf
5. Erfahrungsaustausch zu vergleichbaren Pilotprojekten in Deutschland
6. Klärung individueller Zielvorstellungen der Interview Partner

Die Informationen aus den Experten-Interviews wurden in Form von Gesprächsprotokollen festgehalten und anschließend zusammengefasst.

2.3 Teilnehmer der Experten-Interviews

Als Zielgruppe der Experten-Interviews gelten Dienstleister der KEP-Branche und Nischenanbieter im Bereich KEP. Durch Vorgespräche im vorherigen Kooperationsprojekt mit der Stadt Augsburg konnten potenzielle Unternehmen identifiziert werden, welche zu den Experten-Interviews eingeladen wurden. Insgesamt wurden vier Experten-Interviews durchgeführt, drei mit Unternehmen der KEP-Branche und eines mit einem Nischenanbieter im Bereich KEP. Neben den Dienstleistern nahmen jeweils ein Ansprechpartner der Stadt Augsburg und die Ansprechpartner der Hochschule Augsburg teil.

2.4 Ergebnisse der Experten-Interviews

Im Folgenden (vgl. Tabelle 1) werden die wesentlichen Erkenntnisse aus den Experten-Interviews dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Experteninterviews

	DIENSTLEISTER DER KEP-BRANCHE	NISCHENANBIETER IM BEREICH KEP
Zeitliche Aspekte	<ul style="list-style-type: none">▪ Vorlaufzeit aufgrund vorhandener Konzernstruktur notwendig▪ Projektstart außerhalb von Spitzenzeiten▪ Laufzeit mind. 12 Monate▪ Sicherstellung einer möglichen Verstetigung	<ul style="list-style-type: none">▪ Sofortige Bereitschaft möglich
Allgemeine Aspekte	<ul style="list-style-type: none">▪ Spezifische Beantragung von Projektbudgets (derzeit keine Aussage möglich)▪ Spezifische Beschaffung notwendiger Ressourcen (z.B. Lastenfahrräder)▪ Teils Abhängigkeit von Sub- bzw. Transportunternehmen▪ Großer Erfahrungswert aus anderen Citylogistik-Projekten aus verschiedenen Städten mit unterschiedlichen Ausprägungen vorhanden	<ul style="list-style-type: none">▪ Erfahrungswerte aus vergangenen und bestehenden Kooperationen vorhanden▪ Teilnahme abhängig von vorhandenen externen finanziellen Ressourcen

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Handlungsfeld – Mikro-Depot	<ul style="list-style-type: none">▪ Zentraler Mikro-Depot Standort (Wohn- und Geschäftsgebiet sowie kleinere Betriebe)▪ Gewährleistung der Anfahrmöglichkeit sowie Laderampe für größere LKWs▪ Verfügbarkeit von Ladestationen für Elektrofahrzeuge▪ Räumliche Trennung der Logistikfläche für individuelle Nutzung▪ Faire, diskriminierungsfreie Nutzungsmöglichkeiten▪ Gewährleistung der Sicherheit▪ Klärung der zugrundeliegenden Mietbeteiligung und Haftung notwendig▪ Keine Priorisierung hinsichtlich stationäres oder mobiles Mikro-Depot	
Handlungsfeld - Lastenfahrrad	<ul style="list-style-type: none">▪ Projektspezifische Beschaffung▪ Eigenständige Auswahl des Lastenfahrradmodells bzw. Mitbestimmung hinsichtlich der jeweiligen Unternehmensvorgaben▪ Verfügbarkeit interner Software für Tourenplanung▪ Bedarf von sicheren Unterstellungsmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none">▪ Verfügbarkeit von vier Lastenfahrrädern (ausgerichtet auf eigenes Kerngeschäft)▪ Verfügbarkeit von ca. 90 Kurieren mit eigenem Fahrrad
Handlungsfeld – (öffentliche) Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none">▪ Erprobung im Innenstadtbereich▪ Erweiterung auf verschiedene Stadtteilzentren in einem zweiten Projektschritt vorstellbar	<ul style="list-style-type: none">▪ Derzeit Nutzung unterschiedlicher Flächen in der Stadt Augsburg
Kooperation mit anderen Akteuren	<ul style="list-style-type: none">▪ Positive Erfahrungswerte mit anderen Dienstleistern der KEP-Branche bei klar definierten Bereichen	<ul style="list-style-type: none">▪ Keine gemeinsame Nutzung eines Mikro-Depots als Co-Working Space

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

	<ul style="list-style-type: none">▪ Teilweise Kooperationen der Transportlogistik mit Medien- und Pharmaunternehmen	
Einbindung eines neutralen Dienstleisters	<ul style="list-style-type: none">▪ Eine Einbindung eines neutralen Dienstleisters wird als kritisch beachtet. Neben dem Wunsch den eigenen direkten Kontakt zum Endkunden auf der letzten Meile zu erhalten, gibt es technische und rechtliche Bedenken.	
Kooperation mit der Stadt Augsburg	<ul style="list-style-type: none">▪ Politische Unterstützung seitens der Stadt Augsburg fördert die interne Projektbewilligung▪ Wunsch nach grundlegender Konzeptanforderung (mit Möglichkeit für gewisse Modifikationen)▪ Sicherstellung von Incentives (z.B. reduzierte Kosten von Stellplätzen im Mikro-Depot für gewissen Zeitraum)▪ Unterstützung bei Suche bzw. Bereitstellung des Standortes für Multi-User-Mikro-Depot	<ul style="list-style-type: none">▪ Stärkeres Commitment der Stadt Augsburg gewünscht, um Relevanz aufzuzeigen▪ Mehr Öffentlichkeitsarbeit und Werbung notwendig

Die Betreuung des Mikro-Depots sowie die Auslieferung durch einen neutralen Dienstleister (auch White-Label Ansatz genannt) ist Teil des Konzeptes. Aufgrund mehrerer Bedenken der Dienstleister der KEP-Branche ist der White-Label Ansatz jedoch derzeit nicht erwünscht, weshalb das bestehende Konzept angepasst wird.

Der Nischenanbieter im Bereich KEP verfolgt derzeit ein etwas abweichendes Geschäftsmodell und wird deswegen nicht weiter in das geplante Citylogistik Konzept miteinbezogen.

Nach den Experten-Interviews haben zwei Dienstleister der KEP-Branche bestätigt ihr Interesse durch eine Absichtserklärung an dem Citylogistik Projekt auszudrücken. Der nachfolgende Konzeptinhalt ist aus diesem Grund basierend auf zwei Dienstleister der KEP-Branche geplant.

3. Durchführung einer Abschätzung von ökologischen Auswirkungen (mit bifa Umweltinstitut GmbH, Augsburg)

Beim Start des Gesamtprojektes stand die Senkung der NO_x-Emissionen im Vordergrund, jedoch gibt es auch weitere positive ökologische Nebeneffekte, wie eine Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Feinstaubbelastung. Diese Auswirkungen wurden im Folgenden genauer abgeschätzt und durch das bifa Umweltinstitut überprüft.

Durch die Nutzung eines Multi-User-Mikro-Depots werden weniger motorisierte Fahrzeuge benötigt. Innerhalb des vorliegenden Konzepts wird mit nur noch einer täglichen Fahrt je Dienstleister zur Anlieferung zum Mikro-Depot und einer anschließenden Auslieferung der Pakete per Lastenfahrrad gerechnet. Durch den eingesparten Diesel- und Benzinverbrauch können Emissionen und Abgase innerhalb des Auslieferungsbereichs gesenkt werden. Um diesen ökologischen Effekt abschätzen zu können, wurden im Folgenden zwei Ansätze zur Berechnung der Treibhausgasemissionen verwendet. Dabei wurde angenommen, dass alle Pakete innerhalb des Auslieferungsbereichs zukünftig per Lastenfahrrad und nicht mehr per Transporter ausgeliefert werden.¹ Der erste Ansatz basiert auf der Augsburger Klimabilanz, wobei die Emissionen im Sektor Verkehr anteilig auf die Dienstleister der KEP-Branche in Augsburg verteilt wurden. Der zweite Ansatz ähnelt einer Emissionsbilanzierung und schätzt die Emissionen, welche die Lieferfahrzeuge während ihrer täglichen Touren im Innenstadtbereich emittieren. Beide Ergebnisse reduzieren sich um die Emissionen, welche im Betrieb des Multi-User-Mikro-Depots anfallen. Diese werden im Folgenden grob abgeschätzt.

Im Anschluss folgt eine Berechnung hinsichtlich der Reduktion von Stickoxid (NO_x) und Feinstaub (PM₁₀) Belastungen.

Nicht berücksichtigt wurden sowohl in der CO₂-e als auch der Abgasabschätzung, die Transporter der Dienstleister der KEP-Branche, welche täglich das Innenstadtbereich befahren, um die Pakete in das Multi-User-Mikro-Depot zu befördern, als auch Gefahren-, Express oder Sperrgüter auszuliefern. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Daten bisher unbekannt sind. Jedoch ist davon auszugehen, dass sich bei Berücksichtigung der genannten Transporte, die potentielle Reduktion der CO₂-e-Emissionen als auch die Abgasabschätzung verringert.

¹ Das Konzept basiert auf der Momentaufnahme, dass aktuell noch überwiegend Diesel betriebene Transporter genutzt werden. Allerdings werden auch im KEP-Verkehr schon vereinzelt BEV Fahrzeuge verwendet.

3.1 Bestimmung der Emissionswerte auf Basis der Augsburger Klimabilanz

Laut der BIEK-Studie macht die KEP-Logistik rund sechs Prozent des innerstädtischen Verkehrs aus.² In Augsburg liegen die Emissionen im Bereich Verkehr bei rund 419.669,80 t CO₂-äqu. pro Jahr.³ Unter CO₂-äqu. oder CO₂-e, mit welcher im Folgenden gerechnet wird, versteht man eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung verschiedener Treibhausgase.

$$419.669,80 \text{ t CO}_{2e} * 6\% * = 25.180,19 \text{ t CO}_{2e} \quad (1.1)$$

Demnach würde das gesamte Einsparungspotenzial in Augsburg bei einer Umstellung aller KEP-Transporte auf das Lastenfahrrad im Stadtbereich bei 25.180 Tonnen CO₂-äqu. liegen. Die zwei am Projekt interessierten Dienstleister der KEP-Branche verfügen jedoch zusammen „nur“ über einen Marktanteil von 22 Prozent.⁴

$$25.180,19 \text{ t CO}_{2e} * 22\% = 5.539,64 \text{ t CO}_{2e} \quad (1.2)$$

Wenn die beiden Dienstleister der KEP-Branche in ganz Augsburg statt Diesel-Sprinter per Lastenfahrrad ausliefern würden, könnten somit pro Jahr etwa 5.540 t CO₂-äqu. eingespart werden. Bei einem Ausstoß von 7,43 t CO₂-äqu. pro Augsburger Einwohner können daher ungefähr 756 Einwohnergleichwerte vermieden werden.⁵ Da allerdings angenommen werden kann, dass aufgrund der langen Lieferwege nicht ganz Augsburg per Lastenfahrrad beliefert werden kann, konzentriert sich das Projekt insbesondere auf den Innenstadtbereich. Daher können auch nur die Emissionen innerhalb dieses Gebiets bei der Treibhausgas-Emissionsreduktions-Schätzung berücksichtigt werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Kundenstruktur (B2C und B2B) der Dienstleister wird der Einfachheit halber angenommen, dass sich die Paketdichte und damit die KEP-Lieferverkehre in der Innenstadt nicht von der in den angrenzenden Stadtvierteln unterscheidet. So kann die Fläche der Innenstadtgebiete 86150 und 86152 proportional zu dem Rest der Augsburger Stadtviertel betrachtet werden. Mit 3,78 km² macht der Innenstadt- und damit der potenziell mit dem Lastenfahrrad belieferebare Bereich rund drei Prozent an der Gesamtfläche Augsburgs von 146,8 km² aus.⁶

$$5.539,64 \text{ t CO}_{2e} * \frac{3,78 \text{ km}^2}{146,8 \text{ km}^2} = 142,64 \text{ t CO}_{2e} \quad (1.3)$$

Somit können rund 142,64 t CO₂-äqu. bzw. 19 Einwohnergleichwerte pro Jahr eingespart werden.

² Vgl. Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2018)

³ Vgl. Stadt Augsburg (2018)

⁴ Vgl. Statista (2022)

⁵ Vgl. Stadt Augsburg (2020)

⁶ Vgl. Stadt Augsburg (2021)

$$142,64 \text{ t CO}_{2e} / 419.669,80 \text{ t CO}_{2e} = 0,033\% \quad (1.4)$$

Dies entspricht einem Anteil von 0,033 Prozent der gesamten emittierten Treibhausgase des Verkehrssektors innerhalb Augsburgs.

3.2 Bestimmung der Emissionswerte auf Basis der jährlichen Fahrleistung

Durch Hochrechnung der vorhandenen Daten der Dienstleister der KEP-Branche kann davon ausgegangen werden, dass von beiden Dienstleistern zusammen täglich rund 6,2 Touren in der Augsburger Innenstadt gefahren werden. In weiteren Untersuchungen des BIEK wurden Transportstrecken von 50 bis 70 km pro Tour in größeren deutschen Städten ermittelt. Zur Vereinfachung wird daher der Mittelwert von 60 km pro Tour für Augsburg angenommen.^{7,8} Dies entspricht bei einer 6 Tage Woche einer jährlich gefahrenen Strecke von rund 115.440 km der zwei am Projekt interessierten Dienstleister der KEP-Branche in der Augsburger Innenstadt.

$$6,2 * 60 \text{ km} * 312 = 115.440 \text{ km} \quad (1.5)$$

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass beide Dienstleister der KEP-Branche mit Diesel betriebenen Kleintransportern mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 15,4 l/100 km das Stadtzentrum befahren. Die Werte sind angelehnt an den Verbrauch der Berliner und Nürnberger Fahrzeugflotte.^{9,10} Pro verbrauchten Liter Diesel werden etwa 3,31 Kilogramm CO₂-e emittiert.¹¹ Bei einem jährlichen Verbrauch von rund 17.800 Litern, ergibt sich so ein Emissionsausstoß von 59,23 t CO₂-e bzw. ein Einsparungspotential von acht Einwohnergleichwerten.

$$115.440 \text{ km} * \frac{15,4 \text{ l}}{100 \text{ km}} * 3,31 \frac{\text{kg CO}_{2e}}{\text{l}} = 59.226,49 \text{ kg CO}_{2e} \quad (1.6)$$

Dies entspricht rund 0,014% der gesamten emittierten Treibhausgase innerhalb des Augsburger Verkehrssektors. Der ermittelte Wert auf Basis der täglichen Sprintertouren bewegt sich damit in der gleichen Größenordnung wie der anfangs berechnete auf Basis des KEP-Anteils am Straßenverkehr. Aufgrund der besseren Datengüte kann dieser als realistischer angenommen werden.

⁷ Vgl. Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2017)

⁸ Vgl. Bogdanski (2017)

⁹ Ebd.

¹⁰ Vgl. Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2017)

¹¹ Vgl. Hoekstra (2020)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Des Weiteren fallen auch im Betrieb des Mikro-Depots Emissionen an, welche von den berechneten Einsparungen abgezogen werden müssen. Die Emissionen des Scope 1 und 2¹² wurden basierend auf den Kosten in Tabelle 11 grob abgeschätzt und orientieren sich an dem für das Konzept angenommenen Betrieb, welcher im nachfolgenden Kapitel 4 näher erklärt wird. Je nach Immobilie, Standortanzahl und Betriebsweise können diese jedoch stark abweichen.

Für die Berechnung wurde von einem Erdgasverbrauch von jährlich 20.755 kWh und einem Stromverbrauch von 6.524 kWh ausgegangen, wobei ein Großteil für das Aufladen der Lastenfahrradakkus benötigt wird. Bei Emissionsfaktoren von 485 g CO₂-e/kWh mit Berücksichtigung der Vorketten für den deutschen Strommix und 201 g CO₂-e/kWh für Erdgas ergibt sich so ein jährlicher CO₂-e Ausstoß von 7,3 t CO₂-e innerhalb des Mikro-Depotbetriebs.^{13,14} Eine Reduzierung wäre durch Verwendung eines entsprechenden Strommixes, welcher vollständig aus regenerativen Energien besteht, möglich.

$$\text{Strom} : 6.524 \text{ kWh} * 485 \frac{\text{g CO}_{2e}}{\text{kWh}} = 3.164,14 \text{ kg CO}_{2e} \quad (1.6)$$

$$\text{Heizung (Erdgas)} : 20.755 \text{ kWh} * 201 \frac{\text{g CO}_{2e}}{\text{kWh}} = 4.171,76 \text{ kg CO}_{2e} \quad (1.7)$$

Damit verringern sich die vorher bestimmten Einsparungspotentiale nochmals um 7,34 t CO₂-e. Zudem ist davon auszugehen, dass nicht alle Verkehre mit motorisierten Transporten vermieden werden können. Insbesondere Express-, Sperr- oder Gefahrgüter lassen sich schwer mit dem Lastenfahrrad transportieren. Die dabei entstehenden Emissionen können auf Grund fehlender Daten jedoch nicht zuverlässig abgeschätzt werden und wurden deshalb nicht berücksichtigt.

Insgesamt ist demnach, je nach Berechnungsmethodik, mit einer jährlichen Einsparung von 135,3 t CO₂-äqu. bzw. 51,9 t CO₂-äqu. zu rechnen. Beide Werte, unabhängig von der Methodik, zeigen jedoch, dass der KEP-Verkehr im Innenstadtbereich nur einen marginalen Anteil zu der kommunalen CO₂-e-Bilanz beiträgt. Trotzdem ist ein klimafreundliches Umdenken sowohl in der Logistik als auch in der Politik, um einen fairen Beitrag zur Begrenzung der Klimaerwärmung zu leisten, essenziell. Jedoch sollte allen Teilnehmenden und Interessenten bewusst sein, dass die Errichtung und Nutzung eines Multi-User-Mikro-Depots nur geringfügige CO₂-e-Einsparungen bewirkt und weiterhin intensiv an langfristigen und umfangreichen Lösungen zur Emissionseinsparung gearbeitet werden muss.

¹² Der GHG Protocol Corporate Standard kategorisiert Treibhausgas-Emissionen, die mit dem Corporate Carbon Footprint eines Unternehmens in Verbindung stehen in Scope 1 bis 3. Unter Scope 1 versteht man alle direkten Emissionen eines Unternehmens und unter Scope 2 alle indirekten Emissionen aus eingekaufter Energie.

¹³ Vgl. Umweltbundesamt (2022)

¹⁴ Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2021)

3.3 Abschätzung der Reduktion von Stickoxid- und Feinstaubbelastungen

Im Folgenden sollen, um die ökologischen Auswirkungen besser einordnen zu können, zusätzlich die Einsparung von Stickoxid (NO_x) und Feinstaub (PM₁₀) abgeschätzt werden. Da für beide Belastungen keine direkten Emissionsfaktoren oder Äquivalente existieren, wird mit vereinfachten Werten gerechnet. Als Grundlage werden die bestehenden Stickoxid- und Feinstaubgrenzwerte der EURO-6-Norm verwendet, welche die Transporter der Dienstleister erfüllen müssen. In Realität werden diese vermutlich nicht ganz ausgereizt. Seit 2013 gilt ein Grenzwert von 0,4 g/kWh für NO_x und 0,01 g/kWh für PM₁₀ Emissionen.^{15,16}

Da die Grenzwerte in der Einheit g/kWh angegeben werden, ist es notwendig den Heizwert von Diesel zu ermitteln. Dieser wird für einen Liter Diesel mit 9,96 kWh angegeben.¹⁷ Der jährliche Dieselverbrauch liegt bei einer gefahrenen Strecke von 115.440 km und einem durchschnittlichen Verbrauch von 15,4 l/100km, wie oben bereits näher erläutert, bei 17.778 Litern.

$$115.440,00 \text{ km} * \frac{15,4 \text{ l}}{100 \text{ km}} = 17.777,76 \text{ l} \quad (1.8)$$

Ausgehend von diesem Verbrauch können sowohl die potenziell einsparbaren Emissionen für NO_x als auch für PM₁₀ berechnet werden.

$$NO_x \text{ Ausstoß: } 17.778 \text{ l} * 9,96 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} * 0,4 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 70,82 \text{ kg} \quad (1.9)$$

$$PM_{10} \text{ Ausstoß: } 17.778 \text{ l} * 9,96 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} * 0,01 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 1,77 \text{ kg} \quad (1.10)$$

Insgesamt kann so die Stickoxid- und Feinstaubbelastung reduziert werden und rund 71 kg NO_x und 2 kg PM₁₀ eingespart werden.

¹⁵ Vgl. Bogdanski, Bayer und Seidenkranz (2019)

¹⁶ Vgl. Europäische Union (2019)

¹⁷ Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2020)

4. Konkretisierung des Standorts für ein Multi-User-Mikro-Depot

4.1 Aktivitäten am Multi-User-Mikro-Depot

In der konventionellen Prozesskette des Pakettransports erfolgt die letzte Meile von regionalen Verteilzentren der Dienstleister der KEP-Branche zum Endkunden mittels kleinerer Nutzfahrzeuge der Größenklassen 3,5 t zGG bis 12 t zGG. In der neuen alternativen Prozesskette erfolgt die letzte Meile von einem Mikro-Depot zum Endkunden mittels Lastenfahrrad. Aufgrund der begrenzten Reichweite der Lastenfahrräder ist das Mikro-Depot als weitere Stufe im Transportfluss zwischen den regionalen Verteilzentren und der Zulieferung zum Endkunden notwendig (Abbildung 3). Die Ausprägungsform wird als sogenanntes Multi-User-Mikro-Depot bezeichnet, bei der die Logistikflächen unternehmensübergreifend, in diesem Fall von den Dienstleistern der KEP-Branche, genutzt werden.

Die ggf. vorsortierten Sendungen werden aus den Verteilzentren am Morgen vorzugsweise mit Elektrospintern am Multi-User-Mikro-Depot angeliefert. Hier erfolgt der Umschlag auf Lastenfahrräder. Sendungen für eine spätere Auslieferung werden in ausgewiesenen Bereichen zwischengepuffert. Hierfür erhält jedes Unternehmen einen eigenen abgetrennten Bereich.

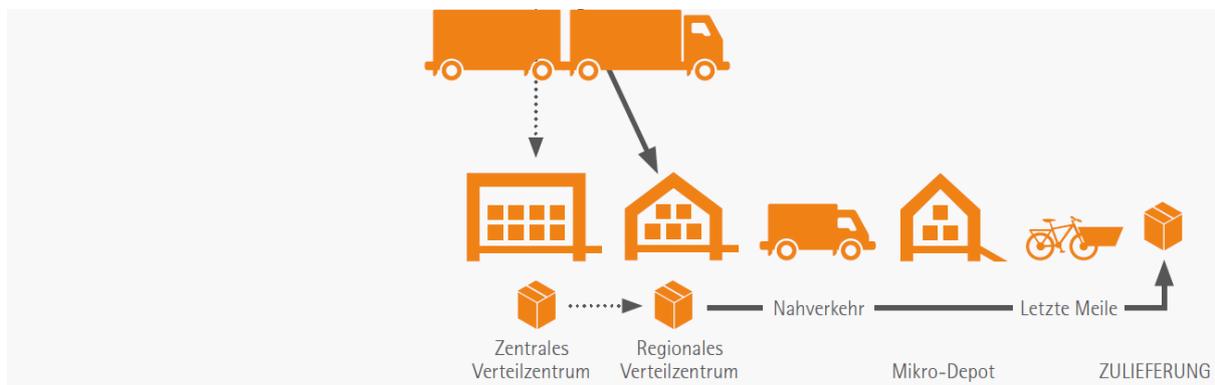


Abbildung 3: Einsortierung des Multi-User-Mikro-Depot im Transportfluss

Quelle: agiplan GmbH

Für die Konkretisierung des Standorts eines Multi-User-Mikro-Depot wurden erste Berechnungen durchgeführt. Ziel war die Bestimmung von Anhaltspunkten zur Suche einer geeigneten Immobilie bzw. logistischen Fläche für die Stadt Augsburg, als auch eine Entwicklung des groben Betriebsablaufs innerhalb des Multi-User-Mikro-Depots. An dieser Stelle sei explizit darauf hingewiesen, dass die Berechnungen und Ergebnisse nur als Orientierungswert gesehen werden können. Aufgrund ungenauer Daten nähern sich die Ergebnisse der Realität nur an.¹⁸ Zur Validierung der Ergebnisse wurden diese den Dienstleistern der KEP-Branche vorgestellt und mit

¹⁸ z.B. waren nur für wenige Monate reale Sendungsdaten verfügbar. Aufgrund des Datenschutzes wurden nicht die exakten Adressen kommuniziert, sondern lediglich die Straße ohne Hausnummer.

diesen diskutiert. Letztlich wurden alle Werte und getroffenen Annahmen als realistisch und plausibel akzeptiert.

4.2 Kalkulation der Multi-User-Mikro-Depot Nutzung

4.2.1 Annahmen für den Betrieb des Multi-User-Mikro-Depots

Um erste Kennwerte kalkulieren zu können, müssen Annahmen für den laufenden Betrieb des Mikro-Depots getätigt werden. Diese werden im Folgenden näher geschildert. Von dieser Vorstellung kann der künftige Betreiber selbstverständlich abweichen und diese durch intelligente Organisation und Abläufe optimieren.

Der grundsätzliche Ablauf entspricht der in dem vorangegangenen Kapitel beschriebenen Aktivitäten innerhalb eines Mikro-Depots. Es wird davon ausgegangen, dass das Depot montags bis samstags von etwa 7 bis 19 Uhr betrieben wird, wobei sich die aktiven Auslieferzeiten auf ein Zeitfenster von 8 bis 18 Uhr beschränken. Morgens werden die Pakete der Dienstleister auf Paletten oder Gitterwägen angeliefert. Dabei wird angenommen, dass möglichst je nur ein LKW der beiden Dienstleister der KEP-Branche zeitgleich bzw. je nach Anfahrmöglichkeit des Anlieferbereichs kurz hintereinander anliefert. So sollen die Emissionen möglichst gering gehalten werden. Im Depot befindet sich zu dieser Zeit mindestens ein Umschlagsmitarbeiter, welcher sich um die Organisation vor Ort kümmert und als Ansprechpartner dient.

Je nachdem, inwieweit die Pakete vorsortiert sind, geschieht die Tourenplanung und damit die Aufteilung auf die Lastenräder sowie ggf. auch die Beladung der Lastenräder vor Ort. In dem angenommenen Szenario werden hierfür täglich zwei vollzeittätige Mitarbeiter für das Umschlagsgeschehen eingeplant. Die erste Schicht wird von 7 bis 16 Uhr geplant und die zweite von 10 bis 19 Uhr, wobei eine Stunde als Pause berücksichtigt wird. Neben der Tätigkeit innerhalb des Umschlags dienen die Mitarbeiter, wie bereits erwähnt, als Ansprechpartner und Helfer für das operative Geschehen vor Ort. Hierunter fallen beispielsweise Aufgaben, wie das Mikro-Depot auf- und abzusperren oder Lastenräder sicher zu verstauen und die Akkus aufzuladen. Die Hauptaufgabe liegt jedoch in der Beladung der Lastenräder.

Ein ähnliches Schichtmodell mit 9 Stunden (8h Arbeitszeit und 1 Stunde Pause) wird für die Lastenfahrradfahrer:innen angenommen. Diese beginnen zwischen 8 und 9 Uhr mit der Auslieferung, um möglichst bis 18 Uhr zum Depot zurückkehren zu können. Für Aufräumarbeiten und mögliche Verzögerungen durch beispielsweise hohes Paketaufkommen oder notwendige Reparaturen am Lastenfahrrad ist das Depot bis 19 Uhr geöffnet. Sobald der/die Fahrer:in eine Tour abgeschlossen hat bzw. alle

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Pakete ausgeliefert hat, kehrt diese:r wieder zum Mikro-Depot zurück und steigt auf ein bereits beladenes Lastenfahrrad um. Falls zu diesem Zeitpunkt kein fertig beladenes Lastenfahrrad bereit steht, können die Fahrer:innen die Beladung auch selbst übernehmen.

Wie bereits erwähnt, besitzt der künftige Betreiber alle Freiheiten, um die geschilderten Abläufe effizienter zu gestalten. Diese dienen lediglich als Grundgerüst für die folgenden Kalkulationen.

4.2.2 Sendungsstruktur der Dienstleister der KEP-Branche als Grundlagen für die Kalkulation

Die Sendungsstruktur wird als erste Grundlage für die Kalkulationen verwendet. Das bedeutet, dass sowohl die Paketgröße als auch -gewichte und selbstverständlich die Gesamtanzahl der Pakete berücksichtigt werden. Zum Zeitpunkt der Berechnungen lagen nur begrenzt Daten vor, weshalb zunächst mit Schätzwerten auf Basis von grundlegenden Informationen aus anderen Studien gearbeitet wurde.¹⁹ Zudem wurde die Gesamtanzahl der Pakete anhand der Marktanteile der Dienstleister der KEP-Branche und der erhaltenen Daten ermittelt.²⁰ Auf Basis dieser Daten konnte zunächst folgende Sendungsstruktur, wie in Tabelle 2 ersichtlich, entwickelt werden. Diese zeigt die Verteilung der KEP-Pakete, welche täglich im Innenstadtgebiet ausgeliefert werden. Nicht berücksichtigt werden in den folgenden Rechnungen Sperr- oder Gefahrgüter als auch der Expressversand, da diese nur bedingt für die Auslieferung per Lastenfahrrad geeignet sind.

Tabelle 2: Tägliche Sendungsstruktur der Dienstleister der KEP-Branche

	Normalpakete		Sonstiges		
	Kleinpakete	Großpakete	Express	Sperrgüter	Sonstiges
Sendungsanzahl (täglich)	215	532	104		

Da sich ein starkes Wachstum im KEP-Markt abzeichnet, wird zudem am Ende des Kapitels auf künftige Entwicklungen und die Auswirkungen für den Betrieb des Multi-User-Mikro-Depots eingegangen.

¹⁹ Vgl. Handelsdaten, Statistik-Portal zum Handel (2018)

²⁰ Vgl. Statista (2021)

4.2.3 Berechnung der benötigten Lastenfahrradtouren

Auf der Sendungsstruktur basierend wurde berechnet, wie viele Lastenfahrradtouren pro Tag notwendig sind. Die Zahl ist direkt abhängig von dem Gewicht und Volumen, welches ein Lastenfahrrad transportieren kann. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Lastenfahrradmodelle begutachtet und überlegt, welches Modell hinsichtlich maximalem Transportgewicht und -volumen den Anforderungen am besten gerecht wird. Die einzige Bedingung war, dass eine Höhe von 2,50 m und eine Länge von 4,00 m nicht überschritten werden, da bis dahin laut der Straßenverkehrsordnung die gleichen Rechte wie für Fahrräder gelten.²¹ Insgesamt wurden drei Lastenräder der Kategorie Schwertransporter näher betrachtet, welche innerhalb des Projekts „ICH ENTLASTE STÄDTE“ genutzt wurden (vgl. Tabelle 3). Dies hatte den Vorteil, dass sowohl alle relevanten Informationen in einheitlicher Form und Erfahrungsberichte zu den Rädern vorhanden waren als auch ein objektiver Praxistest durchgeführt wurde.²² Bei der letztendlichen Umsetzung des City-Logistik-Projekts obliegt die Entscheidung selbstverständlich den Beteiligten, ob eines der genannten Modelle oder ein Selbstausgewähltes genutzt wird.

Tabelle 3: Übersicht potenziell geeigneter Lastenfahrräder

RADKUTCHE MUSKETIER²³ Radkutsche (DE)



Produktdaten

▪ Abmessungen	277 / 110 / 175 cm (L/B/H)
▪ Eigengewicht	105 kg
▪ Schaltung	NuVinci N380, stufenlose Nabenschaltung
▪ Akku	RKB electronics, 828 Wh
▪ Ladevolumen	1,3 m ³
▪ Nutzlast	180 kg (exklusive Fahrer)
▪ Preis (netto)	Ab 6.400,-- €
▪ Antrieb	E-Pedelec 25

²¹ Vgl. Bundesamt für Justiz (2022)

²² Vgl. Ich entlaste Städte (2017)

²³ Vgl. Ich entlaste Städte (2017)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

EVOLO Z2²⁴ Evolo (Spanien)



Produktdaten

▪ Abmessungen	325 / 108 / 199 cm (L/B/H)
▪ Eigengewicht	200 kg
▪ Schaltung	Rohloff Gearbox, 14-Gang Nabenschaltung
▪ Akku	Greenpack, 1450 Wh
▪ Ladevolumen	2,3 m ³
▪ Nutzlast	300 kg (exklusive Fahrer)
▪ Preis (netto)	Ab 10.000,-- €
▪ Antrieb	E-Pedelec 25

BAYK BRING S²⁵



Produktdaten

▪ Abmessungen	308 / 100 / 190 cm (L/B/H)
▪ Fahrzeuggewicht	142 kg (ohne Aufbau)
▪ Schaltung	Rohloff 14-Gang Nabenschaltung
▪ Akku	SBS, 2000 Wh
▪ Ladevolumen	1,7 m ³ (Standardausführung)
▪ Nutzlast	338kg (exklusive Fahrer)
▪ Preis (netto)	Ab 10.000,-- €
▪ Antrieb	E-Pedelec 25

²⁴ Vgl. Ich entlaste Städte (2017)

²⁵ Vgl. Ich entlaste Städte (2018)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Aufgrund der hohen Kapazitäten von Transportgewicht und -volumen, wurde für die weiteren Berechnungen das Evolo Z2 ausgewählt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass das Lastenfahrrad auch für den realen Betrieb bestellt wird, da Faktoren wie Preis, Rezensionen und Lieferverfügbarkeit nicht berücksichtigt wurden. Ausgehend von einem maximalen Volumen von 2300 Liter und einem maximalen Transportgewicht von 300 Kilogramm, abzüglich eines durchschnittlichen Fahrergewichtes von 80 Kilogramm, können 20 Lastenfahrräder befüllt werden. An dieser Stelle ist das Gewicht der limitierende Faktor. Nach Volumen könnten mehr Pakete in ein Lastenfahrrad geladen werden (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Benötigte Lastenfahrradtouren pro Tag

Benötigte Lastenfahrradtouren			20
ausgehend von Maxvolumen:	2300	dm ³ bzw. l pro Lastenfahrrad	16,79
ausgehend von Maxgewicht:	220	kg pro Lastenfahrrad	19,74

Anhand dieser Berechnung kann ein Lastenfahrrad rund 38 Pakete transportieren. Die Zahl kann im realen Betrieb deutlich abweichen, da viele Pakete keinem „Standardpaket“ entsprechen, und so oft mehr oder weniger Pakete in den Anhänger geladen werden können.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich durch die Tatsache, dass manche Touren innerhalb des Schichtfensters der Fahrer nicht vollständig beendet werden können. Falls dies im Vorhinein bereits bekannt ist, sollten die Lastenräder nicht vollständig beladen werden, um so zusätzliches und unnötiges Transportieren von Paketen zu vermeiden.

4.2.4 Berechnung der benötigten Fahrer pro Tag

Zur Berechnung der benötigten Anzahl an Fahrer:innen wurde davon ausgegangen, dass ein:e Fahrer:in acht Stunden pro Tag arbeitet und etwa zehn Pakete pro Stunde ausliefern kann. Dieser Wert wurde auf Grund von Berichten anderer Lastenfahrradfahrer:innen geschätzt und ist direkt davon abhängig in welchem Bereich geliefert wird, und welche Wege zwischen den einzelnen Auslieferungsstopps liegen.²⁶

Tabelle 5: Benötigte Fahrer pro Tag

Benötigte Fahrer:innen pro Tag		9
ausgehend von	10	Pakete pro Fahrer pro Stunde
ausgehend von	8	Stunden pro Arbeitstag

Ausgehend von den oben genannten Annahmen müssen pro Tag durchschnittlich neun Fahrer:innen im Einsatz sein (vgl. Tabelle 5). Jeder Fahrer muss in seiner Schicht im Schnitt 2,1 Touren fahren. Das bedeutet, dass ein Fahrer ein bis zwei-mal während seiner Arbeitszeit zum Depot zurückkehrt, um sein Lastenfahrrad entweder neu zu beladen oder auf ein bereits fertig beladenes Rad umzusteigen. Hierfür verantwortlich sind weitere Mitarbeiter:innen, welche das Umschlaggeschehen verantworten. Diese sind in obiger Rechnung nicht berücksichtigt.

Falls der Umschlag vor Ort im Multi-User-Mikro-Depot stattfindet, wurde wie bereits erklärt, mit täglich zwei zusätzlich benötigten Mitarbeiter:innen geplant. Falls die Vorsortierung bereits bei den Dienstleistern der KEP-Branche stattfindet, kann sich die Anzahl reduzieren oder sogar ganz auf die Lastenfahrradfahrer:innen umgelegt werden. Innerhalb dieses Konzepts wird allerdings von dem eingangs geschilderten Szenario ausgegangen.

²⁶ Vgl. Ruffer (2022)
Vgl. Reidl (2018)
Vgl. Hinz (2021)
Vgl. DPDHL (2018)

4.2.5 Berechnung der nötigen Umschlagsmenge

Im Multi-User-Mikro-Depot herrscht während der Öffnungszeiten ein permanentes Umschlagsgeschehen mit durchschnittlich 747 Paketen pro Tag. Da allerdings Kunden nur zu bestimmten Zeiten (angenommen von 8 bis 18 Uhr) beliefert werden können, ergeben sich circa zehn Stunden, in welchen das Multi-User-Mikro-Depot aktiv betrieben wird. Selbstverständlich könnten die Anlieferzeiten der KEP-Dienstfahrzeuge bereits deutlich vor acht Uhr gelegt werden, sodass der Betrieb früher startet und die Kurierfahrer pünktlich um 8 Uhr bei den ersten Kunden Pakete anliefern können.

Geht man jedoch von 10 Arbeitsstunden am Tag aus, müssten somit im Schnitt 1,25 Pakete pro Minute angenommen, sortiert und ausgeliefert werden, um die vollen 747 Pakete täglich bearbeiten zu können (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Nötige Umschlagsmenge pro Minute

Nötige Umschlagsmenge pro min		1,25
Annahme:	10	mögliche Arbeitsstunden am Tag

Die Umschlagsmenge kann für den künftigen Betrieb im Verhältnis zu den Mitarbeiter:innen eine wichtige Kennzahl für die Produktivität werden.

4.2.6 Berechnung des benötigten Platzbedarfs

Zentraler Kostentreiber ist die Größe der Immobilie, die für das Multi-User-Depot benötigt wird. Aus diesem Grund wurde ein maximaler Platzbedarf berechnet. Dieser bezieht sich auf das Volumen bzw. die Palettenanzahl der täglich gelieferten Pakete der beiden Dienstleister. Für die Berechnung wurde von einer Standardpalette mit den Maßen 120x80x100 cm ausgegangen, welche ein Volumen von 0,96 m³ aufweist.

Wenn beide Dienstleister gleichzeitig ihre Pakete anliefern, bräuchte man etwa 40 Quadratmeter Platz, um alle Paletten nebeneinander zu platzieren. Der gleiche Platzbedarf wurde zudem für die Umsortierung bzw. den Umschlag und die Beladung der Lastenräder angenommen, sodass sich ein maximaler Platzbedarf von knapp 121 Quadratmeter ergibt. Eine Übersicht findet sich zusätzlich in Tabelle 7.

Tabelle 7: Maximaler Platzbedarf des Multi-User-Mikro-Depots

Maximaler Platzbedarf in m ²		121
Platz für Anlieferung		40,2 m ²
Platz für Umsortierung		40,2 m ²
Platz für Beladung		40,2 m ²
Annahme:	0,96	m ² bei 120x80 Palettenmaße
Annahme:	0,96	m ³ bei 120x80x100 Palettenmaße

Allerdings muss an dieser Stelle ergänzt werden, dass sich dieser Platz zum einen bei einem intelligenteren Betrieb verringern kann, zum anderen jedoch auch für Spitzenzeiten wie im Weihnachtsgeschäft deutlich zu klein ist.

Beispielsweise kann das Multi-User-Mikro-Depot in Lieferetappen betrieben und daher zu unterschiedlichen Zeiten beliefert werden. So können bereits einige Paletten bzw. Pakete abgearbeitet und ausgeliefert werden, bevor neue eintreffen. Dadurch kann der Platz deutlich verkleinert werden, allerdings werden so aller Wahrscheinlichkeit nach auch Synergieeffekte verloren gehen.

Zudem muss Platz für eine Unterstellungsmöglichkeit der Lastenräder gegeben sein. Da täglich rund neun Fahrer im Einsatz sind, ist mindestens die gleiche Anzahl an Lastenrädern notwendig. Aufgrund von möglichen Defekten an den Lastenrädern oder bei einem hohen Paketaufkommen, ist es sinnvoll zusätzliche Lastenräder „auf Reserve“ zu behalten. Daher wird im Folgenden von 12 Lastenrädern ausgegangen. Bei einer Größe des Envolo Z2 von 3,25 m Länge und 1,08 m Breite, ergibt sich eine Grundfläche von 3,51 m².

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

$$12 * 3,25 \text{ m} * 1,08 \text{ m} = 42,12 \text{ m}^2 \quad (2.1)$$

Da ein Zwischenraum zwischen den Rädern notwendig ist, um diese abzustellen und bewegen zu können, wird zu der Grundfläche der Räder ein Zuschlag von 50% benötigt.

$$42,12 \text{ m}^2 * 1,5 = 63,18 \text{ m}^2 \quad (2.2)$$

Für die Lastenräder sollte demnach eine Abstellfläche von mindesten 63,18 m² bereitstehen. Diese sollte zudem möglichst geschützt vor Unbefugten und Wettereinflüssen sein, um eine möglichst lange Unversehrtheit der Lastenräder zu garantieren. Eine Unterbringung innerhalb des Multi-User-Mikro-Depots wäre nachts bzw. bei Nichtnutzung denkbar. Während der Öffnungszeiten schränken die Lastenräder jedoch den laufenden Betrieb ein, weshalb hierfür eine andere Lösung gesucht werden muss.

4.2.5 Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen

Trotz aktuellen Entwicklungen und Veränderungen (z.B. Preissteigerungen, Ukraine-Krieg, Lockdown in China) innerhalb des KEP-Marktes, soll dieser laut der aktuellen BIEK Studie bis 2026 auf 5,7 Mrd. Sendungen pro Jahr ansteigen. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von 4,7 Prozent.²⁷

Diese Entwicklungen werden aller Voraussicht nach auch die am Projekt teilnehmenden Dienstleister und damit den Betrieb innerhalb des Mikro-Depots betreffen. Aus diesem Grund sollten die aktuellen Trends bereits heute in der Planung berücksichtigt werden.

Tabelle 8: Anpassung des Multi-User-Mikro-Depots an künftige Entwicklungen

	2022	2023	2024	2025	2026
Paketanzahl pro Tag*	747	782	819	857	898
<small>*ohne Express-, Gefahr- und Sperrgüter</small>					
Benötigtes Lastenfahrradtouren	20	21	22	23	24
Benötigte Fahrer pro Tag	9	10	10	11	11
Nötigte Umschlagmenge pro min	1,25	1,30	1,36	1,43	1,50
Maximaler Platzbedarf in m²	121	126	132	139	145

Wie man in Tabelle 8 erkennen kann, könnten durch ein jährliches Wachstum von 4,7 Prozent bereits 2026 knapp 900 Pakete über das Multi-User-Mikro-Depot ausgeliefert werden. Dies spiegelt sich zudem in dem steigenden Bedarf an benötigtem Platz, Fahrer:innen und Lastenrädern wider.

Da nicht jede Immobilie bzw. logistische Fläche flexibel von Jahr zu Jahr erweitert werden kann, empfiehlt es sich bereits heute eine Logistikfläche in Betracht zu ziehen, welche den Platzbedarf in fünf Jahren abdeckt. Ein weiterer Punkt, der dies unterstützt, ist die Tatsache, dass so ein weiterer Dienstleister am Projekt einfacher mit eingebunden werden kann. Zudem ist so bei hohen Paketaufkommen, wie beispielsweise zur Weihnachtszeit, genug Platz zur reibungslosen Abwicklung am Umschlagpunkt vorhanden. Aus diesen Gründen wird in der folgenden Kostenabschätzung mit dem prognostizierten Flächenbedarf von 2026 gerechnet.

²⁷ Vgl. Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (2022)

4.3 Abschätzung der Multi-User-Mikro-Depot Kosten

Ein weiterer entscheidender Punkt für den Betrieb des Multi-User-Mikro-Depots sind die Kosten. Hierzu wurde eine ökonomische Übersicht der Investitions- und Betriebskosten erstellt (vgl. Tabelle 9). Die Kalkulation der laufenden Kosten beruht überwiegend auf den Studien von Jones Lang Lasalle zu den Nebenkostenanalysen von Logistikimmobilien.²⁸ Die Daten, wie beispielsweise der durchschnittliche Mietpreis für Logistikflächen in der Innenstadt, wurden dabei an Augsburg angepasst.²⁹ Zudem müssen zusätzliche Kosten für die Wartung und den Betrieb der Lastenräder berücksichtigt werden.

Die Investitionskosten setzen sich überwiegend aus den Anschaffungen der Lastenfahrräder und nötiger Nutzfahrzeuge für das Multi-User-Mikro-Depot zusammen. Es kann davon ausgegangen werden, dass zusätzliche Kosten für notwendige Baukonstruktionen wie Laderampen, passende Bodenbeläge oder mögliche Abgrenzungen anfallen. Diese sind unabhängig von der Immobilie schwer zu bestimmen, weshalb sich die angegebenen Werte auf die DIN 276 beziehen.³⁰ In Realität können die Kosten abweichen.

Tabelle 9: Berechnung der Investitions- sowie der Betriebskosten

Investitionskosten				
		Anzahl	Preis (netto)	Gesamtkosten
Lastenräder	Evolo Z2	12	10.000,00 €	120.000,00 €
Bauwerk	Baukonstruktionen, Technische Anlagen, Baunebenkosten, Risikozuschlag	145 m ²	33.350,00 €	95.012,35 €
			21.634,00 €	
			15.395,52 €	
			24.632,83 €	
Ausstattung	Ameise, Hubwagen	2	800,00 €	1.600,00 €
			Gesamtkosten	204.612,35 €

²⁸ Vgl. LaSalle (2013)

²⁹ Vgl. Reguvis (2022)

³⁰ Vgl. DIN e.V. (2018)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Betriebskosten				€/Monat	
Personal	Fahrer	14	3.100,00 €	43.300,00 €	
	Umschlag	3	3.100,00 €	9.300,00 €	
Lastenräder	Ladung (1450 kW Akku)	12	0,35 €/kWh	108,50 €	
	Reparatur, Wartung	12	25,00 €	300,00 €	
Nutzungs- kosten nach DIN 18960	Kaltniete	145 m ²	8,50 €	1.322,50 €	
	Betriebskosten	145 m ²	2,04 €	255,00 €	
Monatliche Kosten				54.496,00 €	

Der größte monatliche Kostenpunkt besteht demnach bei dem Personal mit 52.600 Euro. Jedoch können durch den Lastenfahrradbetrieb auch Fahrer:innen der Transporter eingespart werden. Ergänzend gilt es hier noch hinzuzufügen, dass mit rund 50% mehr Personal als täglich benötigt geplant wurde. Da aufgrund von Urlaub und Krankheit und einer 6 Tage Woche mehr Personal benötigt wird, als dies neun Fahrer bei einer 40 h Woche abdecken können. Die Berechnung wurde auf Basis der durchschnittlichen 40 h Arbeitswoche, abzüglich Urlaub (28,3 Tage/Jahr)³¹ und durchschnittlicher Krankheitsdauer (12,6 Tage)³² berechnet. Es wurde dabei von 250 Arbeitstagen im Jahr ausgegangen.³³

$$\text{Benötigte Arbeitszeit pro Jahr: } 6 * 8 \text{ h} * 9 * 52 = 22.464 \text{ h} \quad (3.1)$$

$$\text{Netto Personalkapazität pro Jahr: } (250 - 12,6 - 28,3) * 8 \text{ h} = 1672,8 \text{ h} \quad (3.2)$$

$$\text{Benötigte Mitarbeiter: } 22.464 \text{ h} / 1672,8 \text{ h} = 13,4 \quad (3.3)$$

Die gesamten monatlichen Kosten inklusive der Personalkosten liegen damit bei rund 54.496,00 Euro. Bei etwa 17.928 Paketen pro Monat ergeben sich so innerhalb des Betriebs des Multi-User-Mikro-Depots Kosten für jedes Paket von 3,04 Euro. Nimmt man die Investitionskosten der Lastenfahrräder und Hubgeräte hinzu und schreibt diese gemäß AFA über sieben bzw. acht Jahre ab, ergeben sich Zusatzkosten von 8 ct pro Paket. Für die Baukonstruktionen wurde eine AFA von durchschnittlich 12

³¹ Vgl. Haufe (2016)

³² Vgl. BR24 (2022)

³³ Vgl. Lto (2022)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Jahren angenommen, somit ergeben sich zusätzliche Kosten von 4 ct pro Paket. Insgesamt entstehen demnach Kosten in Höhe von 3,16 Euro pro Paket auf der letzten Meile, daher ab dem Zeitpunkt des Eintreffens der Pakete innerhalb des Mikro-Depots bis zur endgültigen Zustellung. Laut PWC liegen die Kosten im regulären KEP-Bereich für die Auslieferung eines Paketes, ohne Retouren, bei 3,50 Euro.³⁴ Allerdings ist dabei die ganze Transportkette miteinkalkuliert. Demnach dürften noch 0,44 Euro für die gesamte Transportkette bis zur Zustellung zum Depot anfallen. Ob dies realistisch ist, kann auf Basis der erhaltenen Daten jedoch nicht abschließend beurteilt werden.

Betrachtet man hingegen die Kosten, welche durch die Auslieferung per Transporter entstehen, liegen diese deutlich niedriger. Hierfür wurden in Tabelle 10 die Kosten grob überschlagen. Es kann damit gerechnet werden, dass neben den aufgeführten Kosten für Personal und Fahrzeuge noch weitere Kostenpunkte bestehen. Diese fallen jedoch nicht schwer ins Gewicht, weshalb sie nicht berücksichtigt wurden.

Um die 747 Pakete ausliefern zu können, werden täglich etwa 5,4 Transporter und Fahrer benötigt. Aus demselben Grund, wie oben geschildert, muss mit mehr Personal geplant werden. Für die Berechnung der 8 Transporterfahrer:innen wurde der bereits erläuterte Schlüssel verwendet. Das Gehalt wurde gleich zu dem der Lastenfahrradfahrer:innen festgelegt.

Für die Transporter wurde, analog zu Kapitel 3, eine tägliche Fahrdistanz von 60 km angenommen sowie ein Dieselpreis von 1,95 Euro und Fixkosten (Versicherung, Verschleiß etc.) von 0,35 Euro pro Kilometer³⁵. Insgesamt entstehen so monatliche Kosten von etwa 30.000 Euro. Dies entspricht einem Preis von 1,56 pro Paket, ohne Berücksichtigung von Investitionskosten.

Tabelle 10: Kostenstruktur Auslieferung mit motorisiertem Transporter pro Monat

Kostenstruktur Auslieferung mit Transporter

		Anzahl	Preis (netto)	Gesamt
Personal	Gehalt	8	3.100,00 €	24.800,00 €
Sprinter	Sprit (15l/Diesel)	5,41970029	456,30 €	2.473,01 €
	Fixkosten	5,41970029	546,00 €	2.959,16 €
Gesamtkosten				30.232,17 €

Daher kann damit gerechnet werden, dass durch den zusätzlichen Umschlagpunkt und durch die Nutzung des Multi-User-Mikro-Depots Mehrkosten für die Dienstleister der

³⁴ Vgl. LOGISTIK HEUTE (2017)

³⁵ Vgl. bfp fuhrpark & management (2018)

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

KEP-Branche entstehen. Ob und wie diese Mehrkosten durch die Förderung gedeckt oder an den Kunden weitergegeben werden, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch unklar.

Um einen Überblick zu der künftigen Kostenentwicklung zu erhalten, sind in Tabelle 11 die Investitions- als auch die Betriebskosten mit Hinblick auf die steigenden Paketzahlen im KEP-Markt über die nächsten 5 Jahre berechnet.

Tabelle 11: Berechnung der Investitions- sowie der Betriebskosten bei einer Laufzeit von 5 Jahren

	Jahr 0	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Fläche	145 m ²	145 m ²	145 m ²	145 m ²	145 m ²	145 m ²
Fahrer		14	15	15	16	17
Mitarbeiter Umschlag		3	3	3	3	4
Lastenräder		12	13	13	14	14
Ausstattung (Ameise, Hubwagen)		2	2	2	2	2
Investitionskosten nach DIN 276						
Bauwerk - Baukonstruktionen	33.350,00 €					
Bauwerk - technische Anlagen	21.634,00 €					
Baunebenkosten	15.395,52 €					
Risikozuschlag	24.632,83 €					
Lastenräder (Evolvo Z2)		108.000,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €
Ausstattung (Ameise, Hubwagen)		1.600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Gesamt	95.012,35 €	109.600,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €	9.000,00 €
Betriebskosten pro Monat						
Mitarbeiter Fahrer		43.400,00 €	45.396,40 €	47.484,63 €	49.668,93 €	51.953,70 €
Mitarbeiter Umschlag		9.300,00 €	9.727,80 €	10.175,28 €	10.643,34 €	11.132,94 €
Lastenräder						
Strom		108,50 €	113,49 €	118,71 €	124,17 €	129,88 €
Wartung und Reparatur		300,00 €	313,80 €	328,23 €	343,33 €	359,13 €
Nutzungskosten nach DIN 18960						
Kalmmiete		1.232,50 €	1.232,50 €	1.232,50 €	1.232,50 €	1.232,50 €
Verwaltung		11,60 €	11,60 €	11,60 €	11,60 €	11,60 €
Hausmeister		13,05 €	13,05 €	13,05 €	13,05 €	13,05 €
Sonstiges		4,35 €	4,35 €	4,35 €	4,35 €	4,35 €
Öffentliche Abgaben		23,20 €	23,20 €	23,20 €	23,20 €	23,20 €
Entsorgung		2,90 €	2,90 €	2,90 €	2,90 €	2,90 €
Versicherung		8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €
Wartung		17,40 €	17,40 €	17,40 €	17,40 €	17,40 €
Strom		60,90 €	60,90 €	60,90 €	60,90 €	60,90 €
Heizung		105,85 €	105,85 €	105,85 €	105,85 €	105,85 €
Wasser, Kanal		8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €
Reinigung		15,95 €	15,95 €	15,95 €	15,95 €	15,95 €
Bewachung		14,50 €	14,50 €	14,50 €	14,50 €	14,50 €
Instandsetzung		8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €	8,70 €
Gesamt		54.636,80 €	57.079,79 €	59.635,16 €	62.308,08 €	65.103,94 €
Gesamtkosten pro Monat						
	95.012,35 €	63.770,13 €	57.829,79 €	60.385,16 €	63.058,08 €	65.853,94 €
Gesamtkosten pro Jahr						
	95.012,35 €	765.241,60 €	693.957,49 €	724.621,92 €	756.696,90 €	790.247,34 €

4.4 Mögliche Flächenanordnung und -verteilung einer idealtypischen Multi-User-Mikro-Depot Immobilie

Zur Veranschaulichung des Flächenbedarfs sowie der möglichen Flächenanordnung und -verteilung werden die Ergebnisse der einzelnen Teilberechnungen in der Abbildung 4 dargestellt. Die Darstellung gleicht einer idealtypischen Multi-User-Mikro-Depot Immobilie und dient als Schaubild. In der Realität ist es schwierig eine ideale Immobilie zu finden und muss daher dem Schaubild angenähert werden.

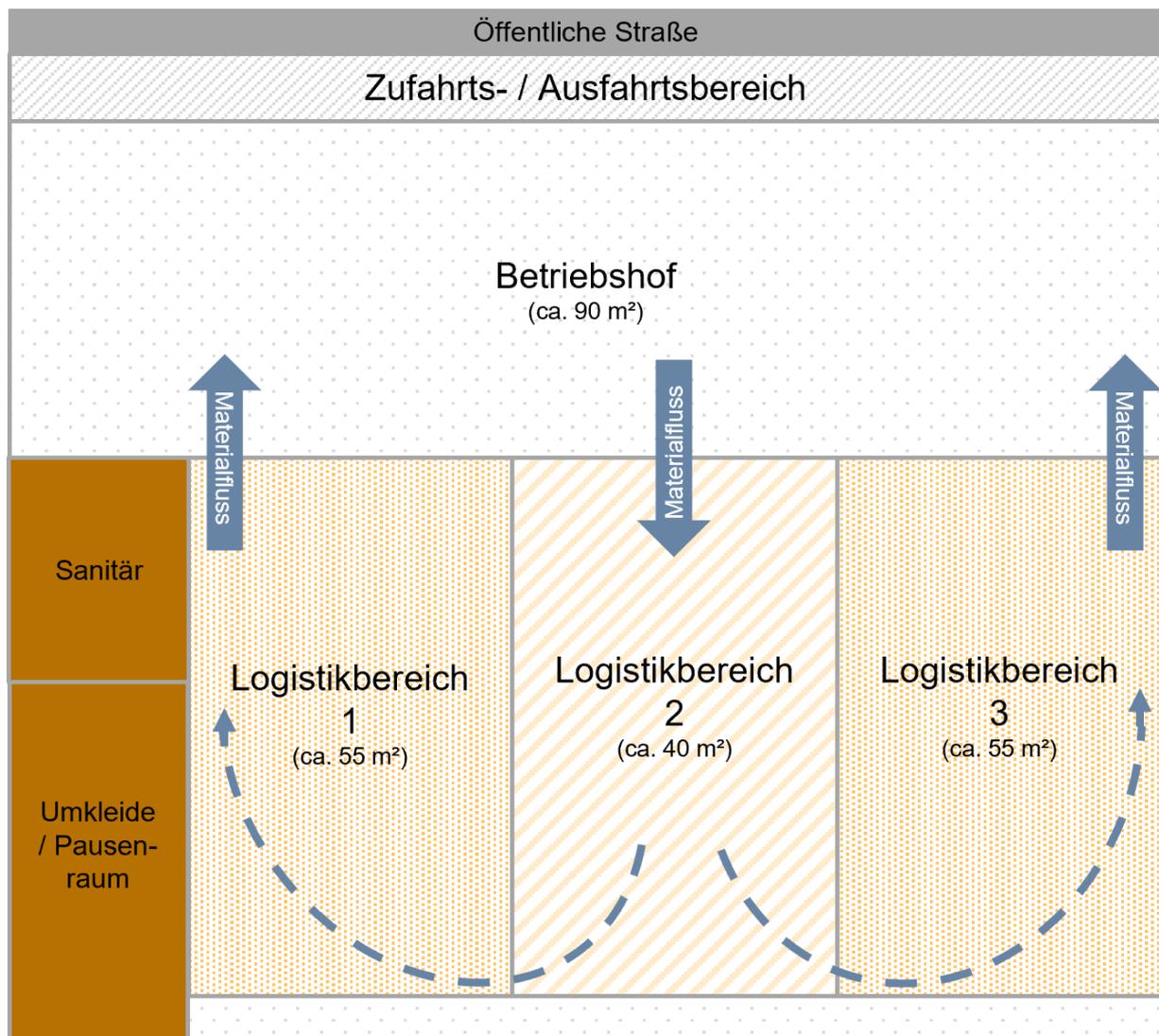


Abbildung 4: Schaubild einer idealtypischen Multi-User-Mikro-Depot Immobilie

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung agiplan GmbH

Die Betriebshoffläche der anliefernden Fahrzeuge wird mit ca. 90 m² berücksichtigt. Dies stellt die notwendige Verkehrsfläche bei einer parallelen Anlieferung von drei Fahrzeugen je 3,5 t zGG dar, für die pro Fahrzeug mind. 24 bis 32 m² geplant wird.

Für die Angestellten sind im Schaubild Sanitär- und Aufenthaltsräume mit insgesamt ca. 25 m² enthalten. Diese können sich je nach Immobilie auch auf einer anderen Ebene z.B. im Keller befinden.

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Die gesamte Logistikfläche beläuft sich auf ca. 150 m² in Hinblick auf das steigende Sendungsvolumen, welches bereits in der Kalkulation einer Laufzeit von 5 Jahren kalkuliert wurde.

Die Dienstleister der KEP-Branche haben jeweils einen eigenen, abgetrennten Bereich für den Umschlag und die Beladung der Sendungen sowie zur Unterbringung ihrer Lastenfahrräder.

4.5 Szenario-basierte Standortanalyse für ein Multi-User-Mikro-Depot

4.5.1 Konkretisierung der Zielgebiete

Das Zielgebiet für die Standortanalyse der Multi-User-Mikro-Depot/s begrenzt sich auf den Innenstadtbereich. Nach Absprache mit der Stadt Augsburg und den Dienstleistern der KEP-Branche werden wie in Abbildung 5 und 6 dargestellt die zwei Postleitzahlgebiete 86150 und 86152 betrachtet, welche den Innenstadtbereich abdecken. Multi-User-Mikro-Depot/s können stationär in Form einer Immobilie oder mobil z.B. in Form eines Containers auf einer logistischen Fläche ausgestaltet werden.

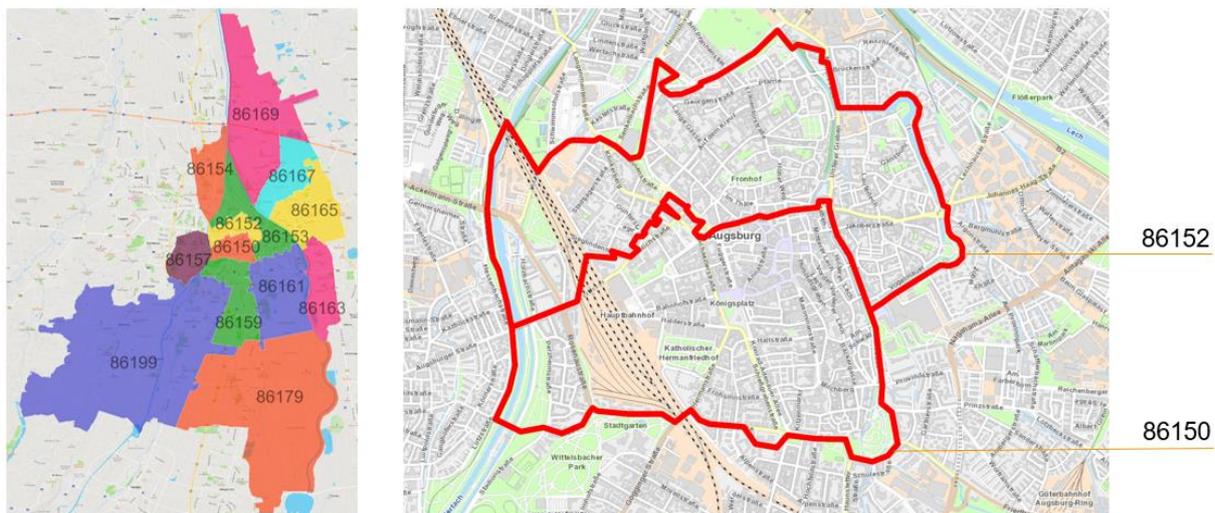


Abbildung 5: Einteilung der Postleitzahlgebiete, Abbildung 6: Begrenzung auf die Postleitzahlgebiete 86150 und 86152

Quelle: Eigene Darstellung

Nach den Experten-Interviews wurden Sendungsdaten von den zwei Dienstleistern der KEP-Branche ausgewertet. Die Daten umfassten Informationen der Paketmengen nach Datum und Straßen der Zieladressen für einen Zeitraum von drei Monaten. Aufgrund von Datenschutz konnten keine detaillierteren Informationen wie Hausnummern der Zieladressen geliefert werden. Zudem lagen keine Informationen der Paketgrößen vor. Die Daten wurden aufbereitet und hinsichtlich der Sendungsaufkommen verglichen. Dabei fiel auf, dass die beiden Dienstleister der KEP-Branche ähnliche Schwerpunkte der Sendungsaufkommen haben. Zur Analyse des optimalen Standortes eines dienstleisterunabhängigen Multi-User-Mikro-Depots

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

wurden die Sendungsdaten zusammengefasst und ausgewertet. Die Verteilung des gesamten Sendungsaufkommen ist in der Abbildung 7 dargestellt. Die Größe der blauen Kreise richtet sich nach der relativen Anzahl der Sendungen an diesem Punkt.

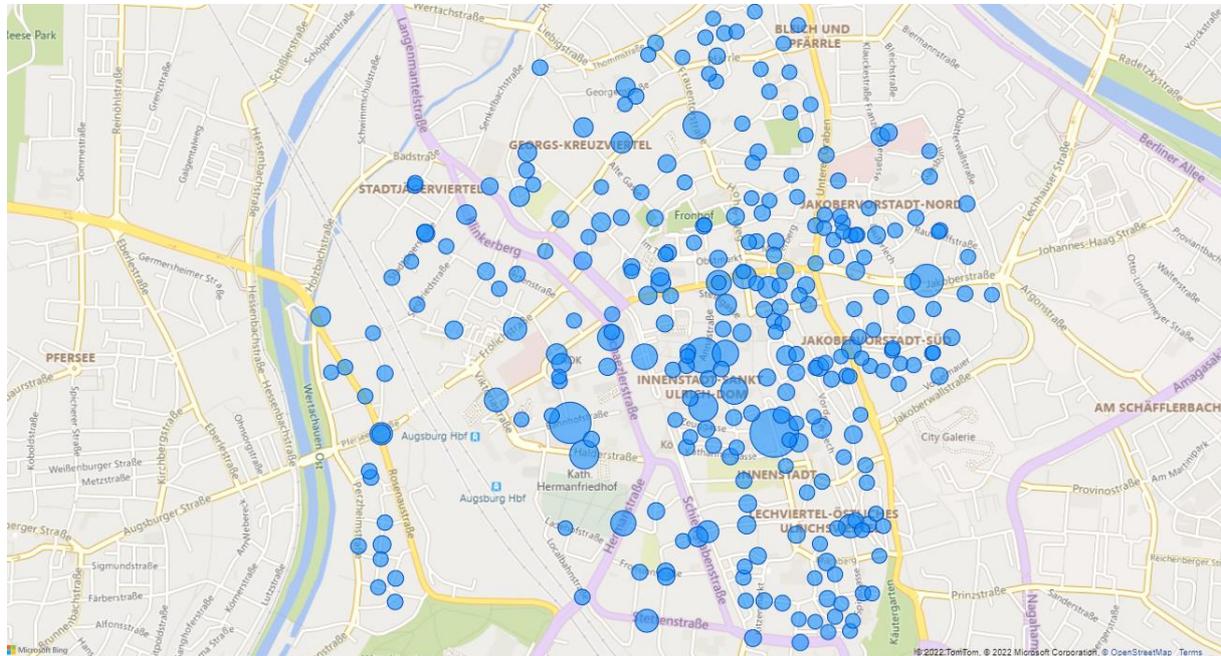


Abbildung 7: Verteilung des Sendungsaufkommens

Quelle: Eigene Darstellung

Die größte Konzentration von Sendungen ist einerseits in der Bahnhofstraße (86150), in der Jakoberstraße (86152), in der Annastraße (86150) und Maximilianstraße (86150) erkennbar. Zudem gibt es weitere hohe Sendungsaufkommen in der Halderstraße (86150), Bürgermeister-Fischer-Straße (86150), Frauentorstraße (86152) und am Moritzplatz (86150). Das Ergebnis bestätigt somit erste Vermutungen der Sendungsdichte aus Gesprächen mit der Stadt Augsburg und den Dienstleistern der KEP-Branche, da es den Innenstadtkern abbildet.

4.5.2 Ergebnisse der Szenario-basierten Standortanalyse

Für die Standortwahl werden drei Szenarien betrachtet, in denen jeweils der optimale Standort im festgelegten Cluster ermittelt wird, der hinsichtlich der Sendungsaufkommen die kürzeste Transportstrecke aufweist. Da nur die Straßennamen ohne Adresszusatz vorliegen, wurden jeweils die Straßenmittelpunkte ermittelt und verwendet.

In Szenario 1 wird das gesamte Zielgebiet als ein Cluster definiert. Für Szenario 2 und 3 sollen zwei bzw. drei optimale Standorte gesucht werden, wofür das Zielgebiet mithilfe der Lechleite als natürliche Grenze in Cluster aufgeteilt wird. In Szenario 2 stellt die Jakoberstraße längs durch das gesamte Zielgebiet die Grenze zwischen einem Cluster oberhalb und einem Cluster unterhalb der Straße dar. In Szenario 3 wird das Zielgebiet in drei Bereiche eingeteilt. Grenzen stellen die

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

verlängerte Grottenau Straße vertikal im linken Bereich sowie eine horizontale Grenze durch beide Postleitzahlgebiete dar. Die nächsten Abbildungen 8, 9 und 10 zeigen sowohl die festgelegten Grenzen als auch die Ergebnisse der Standortanalysen.

Die Ergebnisse wurden mithilfe des Datenvisualisierungs-Tools Power BI aufbereitet und visualisiert.

Szenario 1:

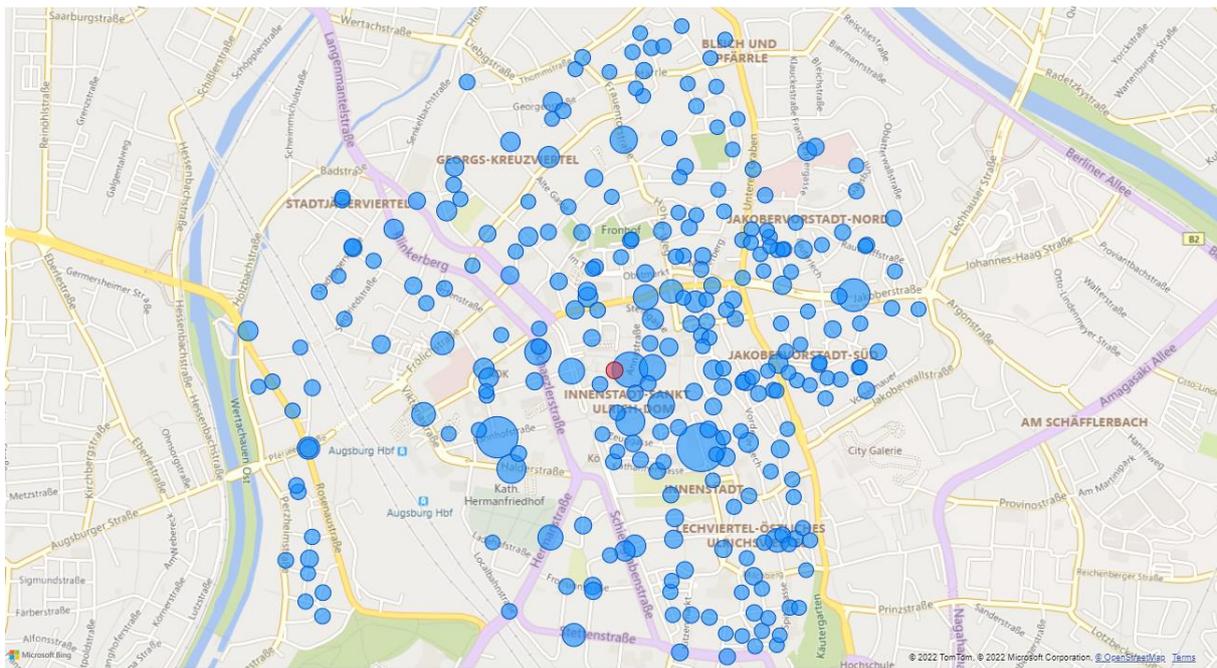


Abbildung 8: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 1

Quelle: Eigene Darstellung

Der optimale Standort eines Multi-User-Mikro-Depots befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.3680914233189 10.895349630672 auf der Viktualienhalle direkt neben der Fußgängerzone in der Annastraße (86150).

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Szenario 2:

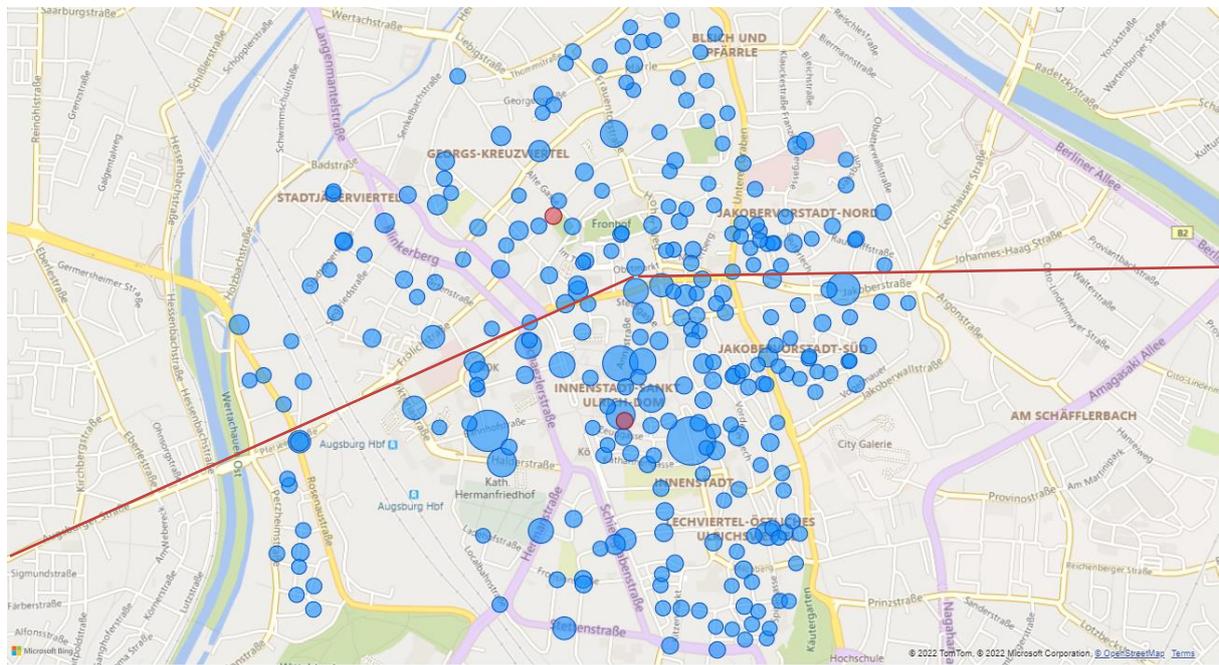


Abbildung 9: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 2

Quelle: Eigene Darstellung

Der optimale Standort eines Multi-User-Mikro-Depots im oberen Cluster befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.3725011460614 10.8930555064737 in der Kohlergasse (86152) direkt neben dem Hofgarten. Der optimale Standort im unteren Cluster befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.3663964112896 10.8962314475888 in der Bürgermeister-Fischer-Straße (86150) am Augsburger Zeughaus.

Szenario 3:

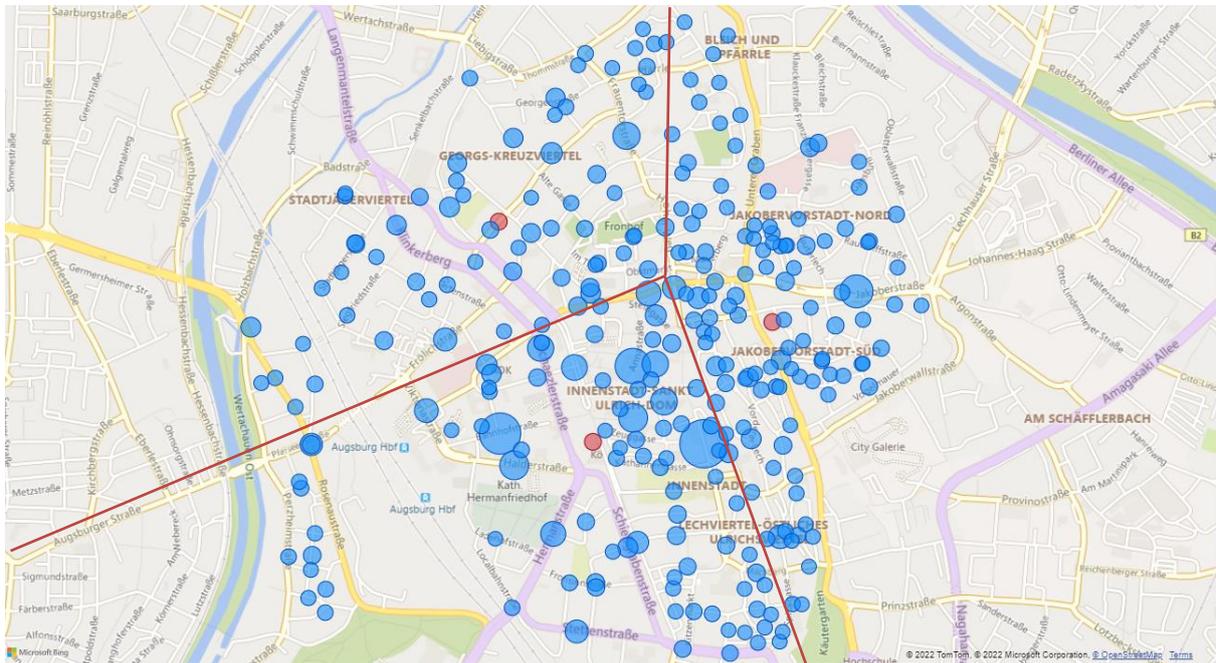


Abbildung 10: Ergebnis der Standortanalyse Szenario 3
Quelle: Eigene Darstellung

Der optimale Standort des ersten Multi-User-Mikro-Depots im oberen linken Cluster befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.3723997337705 10.8900709844418 in der Klinkertorstraße (86152) nahe dem Peutingergymnasium. Der optimale Standort im rechten Cluster befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.369415477188 10.9022525603114 im Karrengäßchen (86152). Der optimale Standort im linken unteren Cluster befindet sich mit dem Breiten- und Längengrad 48.3658538237428 10.8942630119144 am Haltestellendreieck der Straßenbahnen dem Königsplatz (86150).

Im nächsten Schritt kann die Suche nach Immobilien bzw. logistischen Flächen durch die Stadt Augsburg erfolgen. In Betracht kommen private Immobilien sowie Immobilien bzw. Flächen aus öffentlicher Hand. Aufgrund der Knappheit von Immobilien und logistischen Flächen erfolgt die Suche im näheren Umkreis um die jeweils berechneten optimalen Standorte. Potenzielle Immobilien bzw. logistische Flächen können darauffolgend mit allen Akteuren besichtigt und abgestimmt werden.

Die Berechnungen zum Multi-User-Hub sind je nach Szenario grob zu halbieren bzw. zu dritteln. Die Kosten bleiben hierbei nicht stabil, sondern steigen leicht an, da Bündelungseffekte verloren gehen.

5. Zusammenfassung in Form einer Projekt Roadmap

5.1 Von der Konzeption zur Umsetzung des Citylogistik Projektes

Tabelle 12: Projekt Roadmap

<p>1</p> <p>Übergabe des Konzeptes an die Stadt Augsburg</p> <p>Juni 2022</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Übergabe des Konzeptes an Hr. Hartmann und Hr. Mayr von der Stadt Augsburg▪ Kapitel 3 wird derzeit durch das bifa Umweltinstitut GmbH geprüft und wie besprochen nachgereicht
<p>2</p> <p>Vorstellung des Konzeptes bei verschiedenen Akteuren</p> <p>Sept. – Nov. 2022</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Vorstellung des Konzeptes bei z.B. Agenda Forum Mobilität, IHK-Verkehrsausschuss, Einzelhandelsausschuss▪ Gemeinsamer Austausch sowie Klärung von Anforderungen und Bedürfnissen▪ Motivation verschiedener lokaler Stakeholder zur Mitgestaltung
<p>3</p> <p>Prüfung der Lage von Immobilien bzw. logistischen Flächen</p> <p>Ab Aug. 2022</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Prüfung der Immobilienlage bzw. freie logistische Flächen hinsichtlich der neuen Erkenntnisse aus dem Konzept durch die Stadt Augsburg▪ Sondierung und Erschließung der Fördermöglichkeiten
<p>4</p> <p>Ausschreibung und Vergabe</p> <p>Ab Nov. 2022</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Ausschreibung eines Projektierers und / oder Betreibers <p>(Notwendige Voraussetzung ist die Prüfung der Lage von Immobilien bzw. logistischen Flächen)</p>

5

Umsetzung des Projektes

Q2 2023

- Konkretisierung und Umsetzung des im Konzept erarbeiteten Konzeptes
- Explizit dürfen Details weiter ausgearbeitet und ggf. zu Gunsten der Effizienz angepasst werden

5.2 Mögliche Rollenverteilung eines Projektteams

Bei der Umsetzung des Projektes ergeben sich verschiedene Rollen mit jeweiligen Verantwortlichkeiten.

Für die Projektorganisation soll ab November 2022 die Rolle des Projektierers und/oder des Betreibers ausgeschrieben und anschließend vergeben werden. Der Projektierer soll das im Konzept erarbeitete Projekt weiter konkretisieren. Explizit dürfen Details weiter ausgearbeitet und ggf. zu Gunsten der Effizienz angepasst werden.

Der Betreiber (ggf. in Personalunion des Projektierers) bietet den Dienstleistern der KEP-Branche die Immobiliennutzung der Multi-User-Mikro-Depots und ggf. Zusatzdienstleistungen wie z.B. ein Umschlagsservice in den Multi-User-Mikro-Depots. Er finanziert sich aus dem Betrieb der Multi-User-Mikro-Depots. Um die Effizienz und Wirtschaftlichkeit hochzuhalten kann das Konzept bei der Umsetzung weiterentwickelt und/oder abgeändert werden.

Die zwei Dienstleister der KEP-Branche bestätigen ihr Interesse und ihre Mitarbeit am Projekt durch unterschriebene Absichtserklärungen. Sie können die zunächst subventionierten Multi-User-Mikro-Depots nutzen, um ihren innerstädtischen Verteilerverkehr per Lastenfahrrad auszuliefern.

Die Stadt Augsburg fungiert als Teilauftraggeber des Projektierers und Betreibers. Um das Nachhaltigkeitsprojektgeld der Stadt zu nutzen, sollte der Betreiber frühzeitig eingestellt werden, um gemeinsam Förderung/en zu beantragen.

Die Hochschule Augsburg kann bei Bedarf eine wissenschaftliche Begleitung der Projektumsetzung übernehmen.

6. Alternativkonzept

Der Wunsch nach funktionierenden Citylogistik Lösungen wird größer. Der Zuwachs der Sendungen im deutschen KEP-Markt und die gleichzeitig fehlenden logistischen Flächen für Lagerung sowie Auslieferung sind große Herausforderungen. Dennoch besteht derzeit für die Dienstleister der KEP-Branche geringer Handlungsdruck. Das derzeitige System funktioniert trotz Herausforderungen und Änderungen sind mit Kosten verbunden, die niemand zu tragen bereit ist. Falls die Dienstleister der KEP-Branche an dem geplanten Citylogistik Konzept nicht teilnehmen möchten, kann die Stadt Augsburg mit einem alternativen Citylogistik Konzept ähnliche Effekte erzielen und nimmt damit die Kunden „in die Pflicht“.

Die Alternative ist ein kundenorientiertes Paketzustellungskonzept, welches in folgender Abbildung 11 visuell dargestellt ist.



Abbildung 11: Kundenorientiertes Paketzustellungskonzept als Alternative

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an kiezbote Berlin

Das Alternativkonzept beinhaltet einen LAST-Mile Spezialdienstleister als Betreiber eines bzw. mehrerer Mikro-Depots (hier können die oben beschriebenen Multi-User-Hubs genutzt werden). Die Stadtbezirke werden den Mikro-Depots zugeordnet.

Der initiale Schritt und gleichzeitig die Erfolgsgrundlage erfolgt durch die Einwohner:innen der Stadt Augsburg. Diese können bei einer Bestellung von Waren anstatt ihrer eigenen Adresse die Anschrift des Mikro-Depots angeben. Die bestellte Ware wird durch Dienstleister der KEP-Branche am Mikro-Depot angeliefert. Ab diesem Punkt übernimmt der LAST-Mile Spezialdienstleister die Warenannahme, Lagerung, Kommissionierung sowie die Auslieferung per Lastenfahrrad.

Die Auslieferung wird anhand der Kundenwünsche ausgerichtet. Dem Kunden ergeben sich hierdurch zwei wesentliche Vorteile. Zum einen wird die Zustellung der Ware am Mikro-Depot durch die Dienstleister in jedem Fall gewährleistet. Zum anderen kann der Endkunde für die Endzustellung der Ware an seine Wohnadresse einen individuellen Wunschtage sowie ein gewünschtes Zeitfenster auswählen.

Der Kundenkontakt zwischen dem LAST-Mile Spezialdienstleister und dem Endkunden bietet sich zusätzlich für weitere Servicemöglichkeiten an. Beispielsweise kann der LAST-Mile Dienstleister zuvor angemeldete Retouren vom Kunden kostenlos mitnehmen.

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

Das alternative Konzept beinhaltet finanzielle Hürden. Der Umschlag am Mikro-Depot stellt eine weitere Stufe der letzten Meile da. Es fallen zusätzliche Kosten für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Mikro-Depots sowie für die Paketzustellung per Lastenfahrrad an. Um das kundenorientierte Paketzustellungskonzept durchzuführen, bedarf es finanzieller Mittel aus Fördermitteln und voraussichtlich auch Servicegebühren, die durch den Endkunden bezahlt werden müssen.

7. Literaturverzeichnis

agiplan GmbH (2022): Konzipierung eines Mikrodepots in Herne. Dortmund: Fraunhofer IML.

agiplan GmbH (2019): Handbuch: Mikro-Depots im interkommunalen Verbund am Beispiel der Kommunen Krefeld, Mönchengladbach und Neuss. Neuss: Industrie- und Handelskammer Mittlerer Niederrhein.

bfp fuhrpark & management (2018): „Betriebskostenvergleich Transporter“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.fuhrpark.de/sites/default/files/2018-02/bfp_Btkts_2018_01-02_Transporter%20-web_0.pdf

Bundesamt für Justiz (2022): § 32 StVZO - Einzelnorm: Abmessungen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen. Abgerufen am 25.07.2022, von www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/___32.html

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2020): „Merkblatt zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs: Informationen für zum Energieaudit verpflichtete Unternehmen unterhalb/oberhalb der Bagatellschwelle und für Energieauditoren“. Eschborn: o. Verl..

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2021): „Informationsblatt CO2-Faktoren Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft - Zuschuss“. Eschborn: o. Verl..

Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (2018): „Innenstadtlogistik der Kurier-, Express, Paketdienste“. Berlin: Bundesverband Paket & Expresslogistik e. V..

Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (2022): „Impulsgeber mit Innovationskraft: KEP-Studie 2022 – Analyse des Marktes in Deutschland“. Berlin: Bundesverband Paket & Expresslogistik e. V..

DIN e.V. (2018): „DIN 69901-1:2009-01“. Berlin: Beuth.

DPDHL (2022): DHL-Boten bringen Pakete in Prenzlauer Berg mit dem Rad. Abgerufen am 25.07.2022, von www.dpdhl.com/de/presse/medienservice-regional/2018/06/dhl-boten-bringen-pakete-in-prenzlauer-berg-mit-dem-rad.html

Europäische Union, (EU) (2019): Nr. 582/2011 – Verordnung zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und zur Änderung der Anhänge I und III der Richtlinie 2007/46/EG - Europäische Union. Abgerufen am 25.07.2022, von <https://klimaschutzdigital.de/nd/974575/vorschrift.html>

Handelsdaten (2018): Statistik-Portal zum Handel, „Durchschnittsgewicht je Sendung im Kurier-, Express und Paketmarkt (KEP)“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.handelsdaten.de/versandhandel/durchschnittsgewicht-sendung-kurier-express-paketmarkt-deutschland-zeitreihe

Haufe (2016): „Urlaubstage in Deutschland ungleich verteilt“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.haufe.de/personal/hr-management/urlaubsanspruch-wer-hat-die-meisten-urlaubstage-in-deutschland_80_368876.html

Hinz D. (2021): „Paketsdienste per Fahrrad: Ein UPS-Fahrer radelt durch München“, Handelsblatt. Abgerufen am 25.07.2022, von www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/paketsdienst-leben-ist-kein-zuckerschlecken-so-erleben-ups-paketszusteller-die-umstellung-vom-lastwagen-auf-rad/27916584.html

Hoekstra A. (2020), „Die Herstellung von Benzin und Diesel verursacht mehr CO₂-Emissionen als wir dachten“. Abgerufen am 05.09.2022, von <https://innovationorigins.com/de/die-herstellung-von-benzin-und-diesel-verursacht-mehr-co2-emissionen-als-wir-dachten/>

Ich entlaste Städte (2018): Evolo Z2. Abgerufen am 25.07.2022, von www.lastenradtest.de/testraeder/evolo-evolo-z2/

Ich entlaste Städte (2020): Projekt - Ich entlaste Städte. Abgerufen am 25.07.2022, von www.lastenradtest.de/projekt/

Ich entlaste Städte (2017): Radkutsche Musketier. Abgerufen am 25.07.2022, von www.lastenradtest.de/testraeder/radkutsche-musketier/

Ich entlaste Städte (2017) Bayk Velotaxi Bring. Abgerufen am 25.07.2022, von www.lastenradtest.de/testraeder/bayk-velotaxi-bring/

LaSalle Lang J. (2013): „Nebenkostenanalyse für Logistikimmobilien“. Frankfurt: Oscar.

LOGISTIK HEUTE (2017): KEP: Standardlieferung kostet 3,50 Euro. Abgerufen am 25.07.2022, von <https://logistik-heute.de/news/kep-standardlieferung-kostet-3-50-euro-14407.html>

Lto (2020): Arbeitstage-Rechner. Abgerufen am 25.07.2022, von www.lto.de/juristen/rechner/arbeitstage-rechner/

Bogdanski, R. (2017): „Innovationen auf der letzten Meile“. Berlin: Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V..

Bogdanski, R. (2017): „Nachhaltige Stadtlogistik durch Kurier-, Express, Paketsdienste“. Berlin: Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V..

Bogdanski, R., Bayer, M., Seidenkranz, M.: (2019): „Pilotprojekt zur Nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikro-Depot-Konzept auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg“. Nürnberg: o.Verl.

Ruffer R. (2022): „Pakete kommen mit dem Fahrrad“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.fnp.de/frankfurt/pakete-kommen-fahrrad-10850232.html.

Citylogistik Projekt

Multi-User-Mikro-Depot und Sendungszustellung mittels Lastenfahrrad

BR24 (2022): „Weniger Krankentage und Krankschreibungen in Bayern - am wenigsten in München“. Abgerufen am 25. Juli 2022, von www.br.de/nachrichten/bayern/weniger-krankentage-und-krankschreibungen-in-bayern-am-wenigsten-in-muenchen,T0tpNBk

Reguvis (2022): Wertermittler-Portal. Abgerufen am 25.07.2022, von www.reguvis.de/xaver/wertermittlerportal/start.xav?start=%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27wertermittlerportal_15018844555%27%5D#__wertermittlerportal__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27wertermittlerportal_15018844555%27%5D__1658760754957

Reidl A. (2018): „Paketzustellung per E-Lastenrad statt per Diesel-Sprinter“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.riffreporter.de/de/gesellschaft/lieferdienstzukunft

Stadt Augsburg (2018): „Klimaschutzbericht 2018: CO₂-Bilanz, Indikatoren und Daten zum Klimawandel“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/umwelt_soziales/umwelt/klima%20und%20energie/Klimaschutzbericht_2018.pdf

Stadt Augsburg (2021): Amt für Statistik und Stadtforschung, „Strukturatlas Augsburg 2021“. Abgerufen am 25.07.2022, von www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/buergerservice_rathaus/rathaus/statisiken_und_geodaten/statistiken/strukturatlas/Strukturatlas_der_Stadt_Augsburg_2021.pdf

Stadt Augsburg (2020): Presse & Medien, „Stadt will CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 halbieren“, 2020. Abgerufen am 05.09.2022, von: https://www.augsburg.de/presse-kommunikation/pressemitteilungen/detail?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=10130&cHash=0b543122f29fd79e83301e69bd50ab0a

Statista (2021): Paketdienste - Marktanteile in Deutschland. Abgerufen am 25.07.2022, von <https://de-statista.com/statistik/daten/studie/421643/umfrage/paketdienste-marktanteile-in-deutschland/>

Umweltbundesamt (2022): „CO₂-Emissionen pro Kilowattstunde Strom steigen 2021 wieder an“. Abgerufen am 05.09.2022, von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-steigen#:~:text=Ber%C3%BCcksichtigt%20man%20zus%C3%A4tzlich%20die%20Vorketten,2021%20von%20485%20g%2FkWh.>

Waibel, F., Klein, N. (2020): Grundlagendaten für den Warenwirtschaftsverkehr im Innenstadtbereich Augsburg – Fokus auf Bereich Kurier, Express und Paket (KEP). Augsburg: o. Verl..