

QUANTITATIVE UNTERSUCHUNG DER KONSOLIDierten ZUSTELLUNG AUF DER LETZTEN MEILE

am Beispiel zweier KEP-Unternehmen
in den Städten Nürnberg und München

Inhalt

Kurzfassung	3
1 Einleitung und Zielsetzung	4
2 Logistische Prozesse und Methodik	6
2.1 Ist- und Sollprozesse für die Gebietskonsolidierung	6
2.2 Methodik und Wahl der Fallbeispiele	9
3 Mikroskopische und makroskopische Analyse einer Gebietskonsolidierung auf der letzten Meile	12
3.1 Fallstudie Nürnberg: Mikroskopische Analyse	12
3.2 Fallstudie Nürnberg: Makroskopische Analyse	16
3.3 Fallstudie München: Makroskopische Analyse	19
4 Fazit und Schlusswort	21
Glossar	23
Tabellenverzeichnis	23
Abbildungsverzeichnis	23
Literaturverzeichnis	24
Anhang: Simulationsergebnisse im Detail	25

Über den Autor:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski ist Professor für Nachhaltige Unternehmensführung und Logistik an der Fakultät Betriebswirtschaft der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm sowie assoziiertes Mitglied des Forschungsbereiches Urbane Technologien/Intelligente Verkehrsplanung am Nuremberg Campus of Technology.

KURZFASSUNG

Die Kurier-, Express- und Paketbranche (KEP) ist in Deutschland ein schnell wachsender Markt. Der ebenfalls schnell wachsende Online-Handel, aber auch der stationäre Einzelhandel sorgen für eine stetig größer werdende Nachfrage nach KEP-Dienstleistungen¹.

Aufgrund der Tatsache, dass der deutsche KEP-Markt – hier speziell der Paketmarkt² – größtenteils von fünf großen Unternehmen bedient wird, kommt es in jeder Stadt zu alltäglichen Verkehrssituationen, in denen Zustellfahrzeuge der im Wettbewerb befindlichen KEP-Dienste die gleichen Stadtgebiete befahren bzw. sich zeitgleich in der gleichen Straße aufhalten. Dabei drängt sich die berechnete Frage auf, ob ein verkehrliches und logistisches Optimum durch eine Gebietskonsolidierung erreicht werden kann.

Genau an diesem Punkt setzt die vorliegende Studie an. Erstmals wird anhand realer Sendungsdaten eine Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen am Beispiel der Städte Nürnberg und München in Szenarien quantitativ untersucht.

Zentrale Erkenntnisse dieser Studie sind:

- Eine Gebietskonsolidierung reduziert die Zahl der Zustellfahrzeuge in den Szenarien entweder nicht oder um maximal ein Zustellfahrzeug, d. h. um ca. 10 %. Positive verkehrliche Effekte sind damit in den Zustellgebieten kaum spürbar.
- Die konsolidierten Zustelltouren haben kürzere Stoppdistanzen und Tourenlängen bei nur geringfügig veränderter Auslastung, infolgedessen sinkt teilweise die erforderliche logistische Leistung auf den einzelnen Touren.
- Die geringen Konsolidierungsgewinne an logistischer Leistung gehen durch die dann erforderlichen Inter-Depot-Verkehre selbst bei günstigen Depotlagen ganz oder teilweise verloren. Ungünstige Depotlagen führen zu erheblichen Mehrverkehren.

- Die eigentliche tourenplanerische Restriktion auf der letzten Meile ist die Arbeitszeit des Zustellers und nicht die Auslastung der Fahrzeuge in Gewicht oder Volumen.
- Inter-Depot-Verkehre verursachen zusätzliche Schwerlastverkehre und Transportkosten und führen zu Laufzeitverlusten in der Zustellung und Abholung von jeweils einem Tag.
- Die Wettbewerbsposition beider KEP-Unternehmen verschlechtert sich, insbesondere die des abgebenden KEP-Unternehmens.

Festzustellen ist: Eine Gebietskonsolidierung erhöht die Transportkosten, generiert Schwerlastverkehre, verlängert die Paketlaufzeiten des jeweils abgebenden KEP-Unternehmens und bringt im Zustellgebiet nur minimale verkehrliche Entlastungen, die durch die Inter-Depot-Verkehre je nach geographischer Lage der Depots teils erheblich konterkariert werden. Ein sehr deutliches Ergebnis der Simulationen ist die Tatsache, dass die zulässige Tourendauer und damit die gesetzlich vorgeschriebene Höchstarbeitszeit des Paketzustellers die eigentliche Restriktion einer Gebietskonsolidierung darstellt; für eine nachhaltige Stadtlogistik sind also andere Konzepte zielführend.

¹ Vgl. [Seeck, 2014], S.12 und [Esser, et al., 2014], S.14

² Der Paketmarkt umfasst über 80 % des KEP-Marktes in Deutschland, vgl. [Esser, et al., 2018], S.12

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Kurier-, Express- und Paketbranche (KEP) ist in Deutschland in einem beständigen Wachstum begriffen; im Jahr 2017 wurden bereits 3,3 Mrd. Sendungen verschickt³.

Ca. 75 % der deutschen Bevölkerung leben aktuell in Städten mit steigender Tendenz⁴, sodass der größte Teil der Abholungen und Zustellungen auf der sogenannten „letzten Meile“ in städtischen Ballungsräumen stattfindet. Damit ist die Stadtlogistik ein kritischer Erfolgsfaktor für die KEP-Dienste, die ihrerseits eine unverzichtbare Grundversorgung für den Endverbraucher und den Einzelhandel erbringen⁵.

KEP-Dienste sind durch ihre hohe logistische und ökologische Effizienz Teil der Lösung, aber auch Mitverur-

sacher der kommunalen Verkehrsprobleme⁶. Auf dem deutschen KEP-Markt stehen der Deutschen Post AG (mit der Konzerntochter DHL) als wichtigste Wettbewerber DPD, UPS, Hermes, GLS, TNT, trans-o-flex, GO! und FedEx gegenüber⁷. Nach Zahl der transportierten Sendungen gliedert sich der deutsche KEP-Markt im Jahr 2015 wie folgt: (vgl. Abbildung 1)

Aufgrund dieser Wettbewerbssituation und den stetig steigenden Sendungsmengen kommt es nun in jeder Stadt zu alltäglichen Verkehrssituationen, in denen Zustellfahrzeuge der im Wettbewerb befindlichen KEP-Dienste die gleichen Stadtgebiete befahren bzw. sich zeitgleich in der gleichen Straße aufhalten.

Marktanteile der Paketdienste in Deutschland im Jahre 2015 nach Anzahl transportierter Pakete:

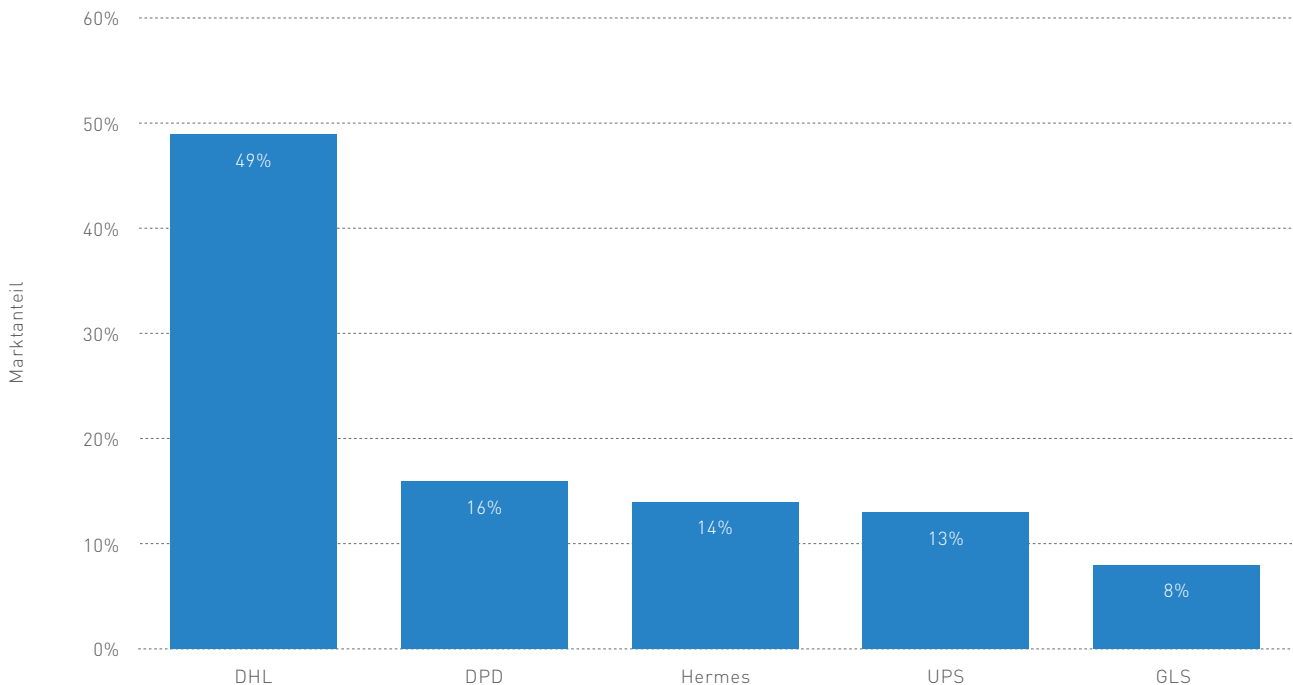


Abbildung 1: Marktanteile der fünf größten Paketdienste in Deutschland im Jahr 2015⁸

³ Vgl. [Esser, et al., 2018], S.11

⁴ Vgl. [Statista, 2018]

⁵ Vgl. [Bogdanski, 2015], S.18ff.

⁶ Vgl. [Bogdanski, 2017], S.13ff.

⁷ Vgl. [ITA Consulting & wik consult, 2009], S.51

⁸ Darstellung aus [Statista, 2018]



Abbildung 2: Alltägliche Verkehrssituation in Hamburg⁹

Dabei drängt sich die berechtigte Frage auf, ob diese dem freien KEP-Markt und der steigenden Nachfrage geschuldete Konstellation unnötige Zustellverkehre mit häufigem Parken in zweiter Reihe generiert oder ob ein verkehrliches und logistisches Optimum durch eine konsolidierte Zustellung erreicht werden kann. Dieses auch als Gebietszustellung bezeichnete Konzept führt zu einer kommunalen Marktregulierung, d. h. ein für ein Stadtgebiet ausgewählter KEP-Dienst stellt in Form einer horizontalen Kooperation Sendungen für einen anderen KEP-Dienst zu bzw. holt Sendungen ab. Die juristischen

Indikationen und die sozioökonomischen Auswirkungen einer solchen kommunalen Marktregulierung sind nicht Gegenstand dieser Studie, sollten aber separat untersucht werden. Im weiteren Verlauf soll es allein um die verkehrlichen und logistischen Auswirkungen einer Gebietskonsolidierung gehen.

Diese Form der horizontalen Kooperation von zwei oder mehreren KEP-Diensten wurde bereits qualitativ bewertet mit folgender These:

These

Von einer Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile sind keine positiven verkehrlichen oder logistischen Effekte zu erwarten, hingegen werden zusätzliche Schwerlastverkehre zwischen den vorhandenen Depots generiert¹⁰.

Die These soll nun im Folgenden quantitativ anhand realer Sendungsdaten zweier KEP-Unternehmen in zwei Stadtgebieten untersucht werden.

⁹ Eigene Aufnahme

¹⁰ Vgl. [Bogdanski, 2017], S.30ff

2 LOGISTISCHE PROZESSE UND METHODIK

2.1 Ist- und Sollprozesse für die Gebietskonsolidierung

Zunächst folgt eine Darstellung der für die Untersuchung relevanten Prozesse in der Zustellung und Abholung auf der letzten Meile (vgl. Abbildung 3). Der Lauf einer Paketsendung erfolgt bei jedem KEP-Dienst nach dem in der Logistikbranche weit verbreiteten sogenannten „Hub-and-Spoke“-Prinzip, d. h. die Sendungen werden im Quellgebiet auf der „ersten Meile“ abgeholt („Vorlauf“), im Quelldepot nach Zieldestinationen sortiert und nachts mit LKW-Wechselbrücken zum Zieldepot transportiert („Hauptlauf“¹¹). Am darauffolgenden Tag werden die Sendungen im Zieldepot nach Zustellgebieten sortiert und auf der letzten Meile zugestellt („Nachlauf“).

Für eine Tourenplanung auf der letzten Meile ist zu berücksichtigen, dass die Arbeitszeit eines Paketzustellers unternehmensspezifisch nicht nur aus der reinen Tourendauer im Zustellgebiet besteht, sondern die Be- und Entladeprozesse der Zustellfahrzeuge, welche auf die Sortierprozesse im Depot folgen bzw. vorgelagert sind, unter Umständen hinzugerechnet werden müssen. Daher wurde in den Simulationen eine achtstündige Regelarbeitszeit als Obergrenze für die Tourendauer angenommen, um solche Nebenzeiten im Depot ggf. im Rahmen der gesetzlichen Höchstarbeitszeit von zehn Stunden mit abdecken zu können.

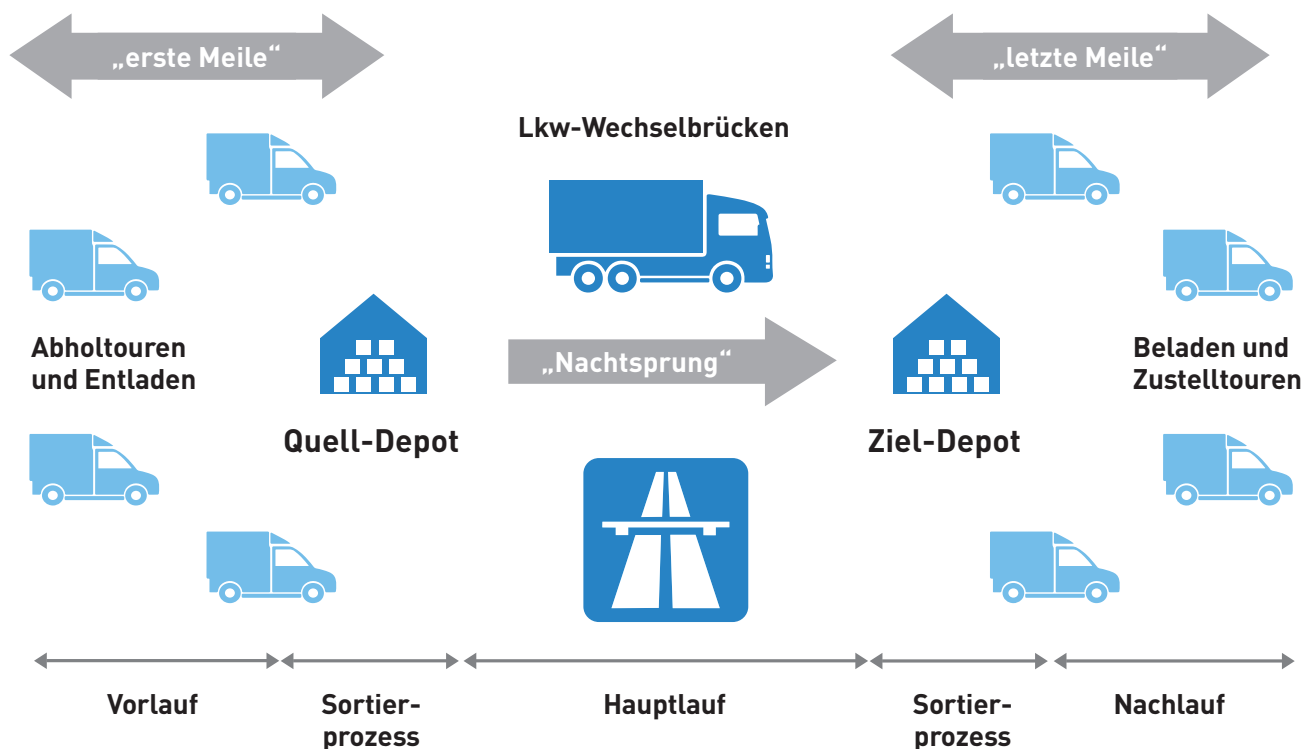


Abbildung 3: Hub-and-Spoke Prinzip in der KEP-Branche¹²

¹¹ Der nächtliche Hauptlauf wird auch als „Nachtsprung“ bezeichnet.

¹² Eigene Darstellung

Für eine quantitative Untersuchung der Gebietskonsolidierung zwischen zwei KEP-Diensten soll folgende Grundsatzüberlegung vorangestellt werden: Eine Konsolidierung nach Zustellgebieten in separaten Wechselbrücken kann theoretisch nach dem Hauptlauf im Zieldepot oder vor dem Hauptlauf im Ausgangsdepot erfolgen. In der vorliegenden Analyse wird von einer Konsolidierung nach dem Hauptlauf im Zieldepot ausgegangen. Der andere theoretisch mögliche Fall würde zu mehr Schwerlastverkehren auf den deutschen Autobahnen im nächtlichen Hauptlauf führen und eine Sendungskonsolidierung auf der größten Teilstrecke des „Hub-and-Spoke“-Prinzips verhindern.

Der logistische Prozess im Zieldepot ohne Gebietskonsolidierung kann wie folgt charakterisiert werden (vgl. Abbildung 4): Der normale Zustellprozess beginnt mit der Anlieferung der Wechselbrücken aus dem nächtlichen Hauptlauf. Anschließend erfolgt ein Sortierprozess der Sendungen nach Postleitzahlgebieten auf der

Sortieranlage. Danach werden die an den Laderampen des Zieldepots bereitstehenden Zustellfahrzeuge beladen und die Tour auf der letzten Meile kann beginnen. Beim Abholprozess sind zwei Varianten zu unterscheiden – Großkunden werden mit separaten Abholturen bedient, wobei in der Regel Wechselbrücken im Kanban-System ausgetauscht werden. Diese Variante des Abholprozesses bliebe bei einer angenommenen Gebietskonsolidierung unverändert und ist somit für die vorliegende Untersuchung nicht relevant. Von Interesse ist hingegen die kombinierte Zustell- und Abholtour, mit der kleinere Kunden bedient werden. Die solcherart abgeholtten Sendungen werden bei der Rückkehr des Zustellfahrzeuges im Zieldepot an der Laderampe von den Paketzustellern entladen. Somit wird das Zieldepot zum Quelldepot. Es folgt ein Sortierprozess der abgeholtten Sendungen, unterschieden nach den neuen Zieldepots; die Sendungen werden in Wechselbrücken für den darauffolgenden nächtlichen Hauptlauf verladen.

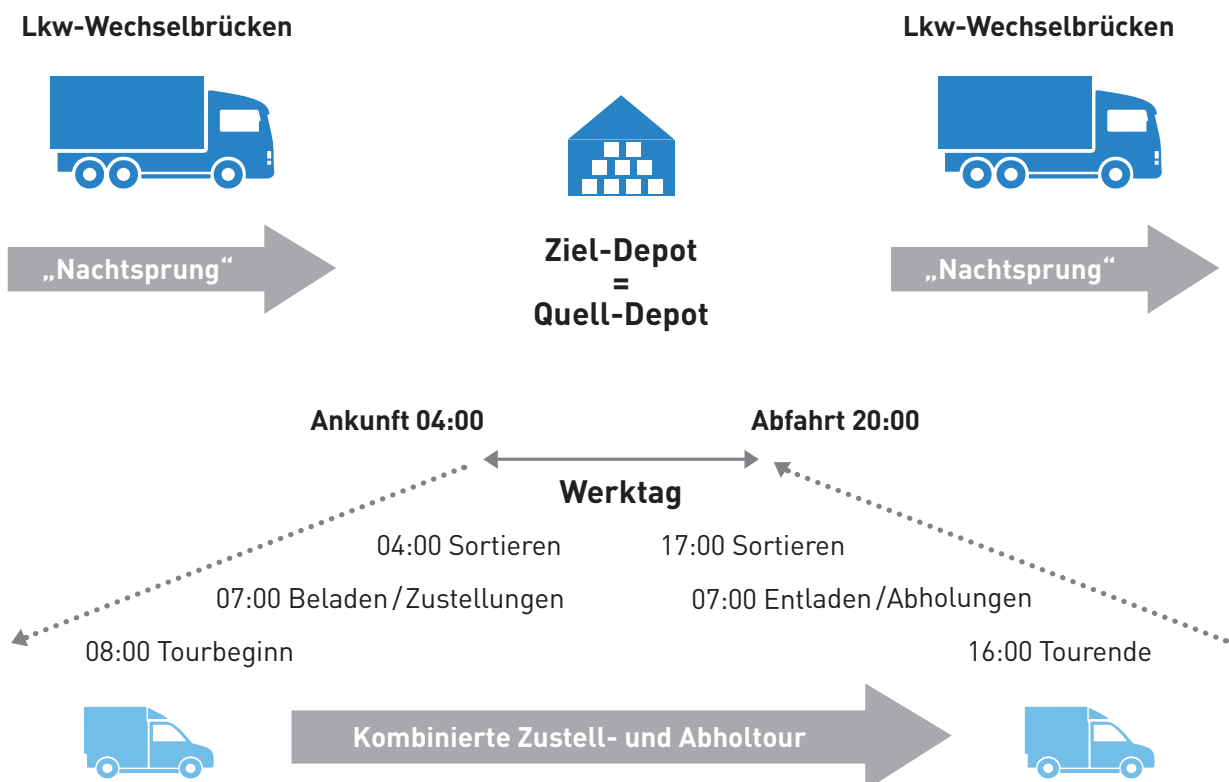


Abbildung 4: Logistikprozesse im Zieldepot ohne Gebietskonsolidierung¹³

¹³ Eigene Darstellung

Für eine Gebietskonsolidierung zwischen zwei KEP-Unternehmen A und B wird nun angenommen, dass KEP-Unternehmen B die größeren Sendungsmengen im Konsolidierungsgebiet transportiert und für KEP-Unternehmen A die Zustell Touren sowie die kombinierten Zustell- und Abhol Touren übernimmt. Zusätzlich zu den bestehenden Logistikprozessen in den beiden Zieldepots ergeben sich neue Prozesse wie folgt (vgl. Abbildung 5): Nach dem nächtlichen Hauptlauf müssen im Zieldepot des KEP-Unternehmens A die Sendungen für das Konsolidierungsgebiet aussortiert und in Wechselbrücken verladen werden. Diese Wechselbrücken werden anschließend ins Zieldepot des KEP-Unternehmens B transportiert; der neue Prozessschritt wird im Folgenden als Inter-Depot-Verkehr bezeichnet¹⁴. Beim KEP-Unternehmen B werden die Wechselbrücken entladen und auf der Sortieranlage nach kommunalen Zustellgebieten sortiert. Danach werden die an den Laderampen des Zieldepots bereitstehenden Zustellfahrzeuge des KEP-Unternehmens B mit den Sendungen

beider KEP-Unternehmen beladen und die konsolidierte Tour auf der letzten Meile kann beginnen. Die kombinierte Zustell- und Abhol Tour des KEP-Unternehmens B, mit der nun auch kleinere Kunden des KEP-Unternehmens A bedient werden, führt zu folgender Prozessänderung: Die solcherart abgeholten Sendungen des KEP-Unternehmens A werden bei der Rückkehr des Zustellfahrzeuges im Zieldepot des KEP-Unternehmens B entladen. Es folgt ein Sortierprozess der abgeholten Sendungen auf der Sortieranlage nach KEP-Unternehmen A und B; die Sendungen für KEP-Unternehmen A werden in Wechselbrücken verladen und anschließend ins Zieldepot des KEP-Unternehmens A transportiert (Inter-Depot-Verkehr). Somit wird das Zieldepot des KEP-Unternehmens A wieder zum Quelldepot. Es folgt ein Sortierprozess der konsolidiert abgeholten Sendungen auf der Sortieranlage, unterschieden nach den neuen Zieldepots; die Sendungen werden in Wechselbrücken für den darauffolgenden nächtlichen Hauptlauf verladen.

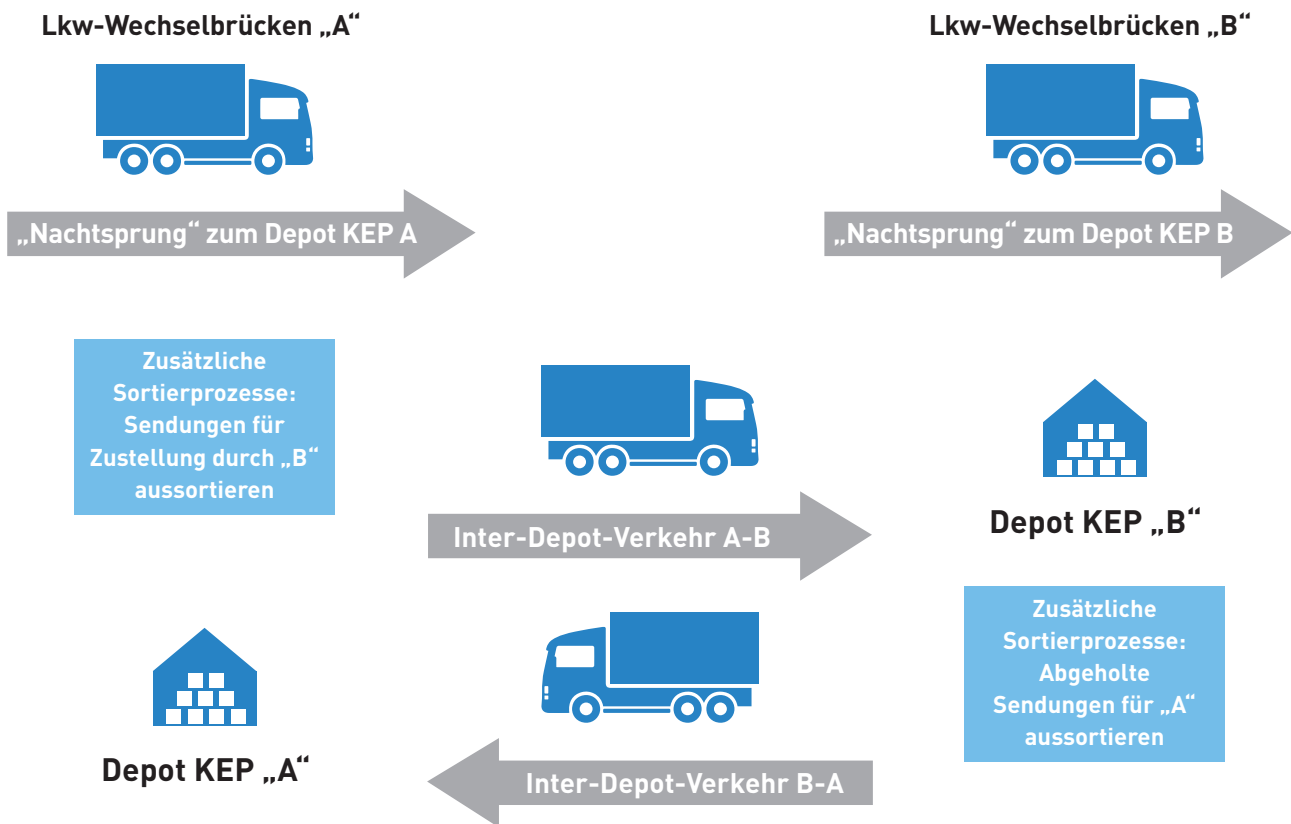


Abbildung 5: Zusätzliche Logistikprozesse in den beiden Zieldepots mit Gebietskonsolidierung¹⁵

¹⁴ In der Studie wird davon ausgegangen, dass die vorhandenen Depots genutzt werden müssen und der theoretisch mögliche Neubau eines gemeinsamen Konsolidierungsdepots aufgrund der urbanen Flächenknappheit ausscheidet. Auch die „Umwidmung“ eines Depots zum Konsolidierungsdepot von zwei oder mehr KEP-Diensten scheidet aufgrund der gegebenen Auslastungssituation aus.

¹⁵ Eigene Darstellung

2.2 Methodik und Wahl der Fallbeispiele

Der vorgestellte logistische Prozess der Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen in den Zieldepots soll hinsichtlich der verkehrlichen und logistischen Effekte quantitativ untersucht werden, um die in Kapitel 1 vorgestellte These entweder zu bestätigen oder zu verwerfen.

Die gewählten KEP-Unternehmen A und B sind unter den fünf Marktführern (vgl. Abbildung 1) und als repräsentativ einzustufen, wobei KEP-Unternehmen B das größere Sendungsaufkommen hat und somit von einer Gebietskonsolidierung ausgegangen wird, bei welcher KEP-Unternehmen B für KEP-Unternehmen A konsolidiert. Mit dieser Konstellation sind die geringstmöglichen Inter-Depot-Verkehre zu Ungunsten der These zu erwarten. Die Untersuchung beinhaltet eine makroskopische geographische Analyse der Zieldepotlagen und eine mikroskopische verkehrliche Simulation in Szenarien anhand des realen Sendungsaufkommens der beiden KEP-Unternehmen A und B unter Einsatz von Tourenplanungssoftware in einem geeigneten Konsolidierungsgebiet. Die Simulationsergebnisse sollen Auskunft auf die Frage geben, welchen Einfluss eine Gebietskonsolidierung auf die logistische Leistung und auf die Anzahl der benötigten KEP-Fahrzeuge im Konsolidierungsgebiet hat. Weiterhin sollen die zusätzlich anfallenden Inter-Depot-Verkehre mittels makroskopischer Analyse ermittelt sowie die Transportkosten und der Einfluss auf die Sendungslaufzeiten abgeschätzt werden. Für die mikroskopische Simulation mittels Tourenplanungssoftware wurden reale tägliche Sendungsdaten (Datum, geocodierte Adresse, Sendungsgewicht, Sendungsvolumen) in den Zustellprozessen der KEP-Unternehmen A und B im Konsolidierungsgebiet über eine sechsmonatige Zeitreihe analysiert. Aus dieser Zeitreihenanalyse wurden drei repräsentative Zustelltage ermittelt und Soll-/Ist-Szenarien simuliert: Minimum, Medium und Maximum. Die täglichen Abholmengen von kombinierten Zustell- und Abholtouren

wurden summarisch ermittelt und zusätzlich für die makroskopische Berechnung der Inter-Depot-Verkehre herangezogen.

Zu **Ungunsten der These** wurde als Untersuchungsgegenstand für die mikroskopische und makroskopische Analyse das Stadtgebiet von Nürnberg ausgewählt. Die Stadt Nürnberg ist mit ca. 512.000 Einwohnern und einer Einwohnerdichte von ca. 2.700 Einwohner/km² zum einen durchaus repräsentativ für eine mikroskopische Sendungsanalyse zur Gebietskonsolidierung in einer deutschen Großstadt, zum Vergleich¹⁶:

- Hamburg ca. 2.400 Einwohner/km²
- Köln ca. 2.600 Einwohner/km²
- **Nürnberg ca. 2.700 Einwohner/km²**
- Frankfurt ca. 3.000 Einwohner/km²
- Berlin ca. 4.000 Einwohner/km²
- München 4.700 Einwohner/km²

Die Stadt Nürnberg ist zum anderen für eine makroskopische Analyse der zusätzlich erforderlichen Inter-Depot-Verkehre einer Gebietskonsolidierung zwischen den Depotstandorten der geographisch denkbar günstigste Fall, da die Depots aller relevanten KEP-Unternehmen in geringem Abstand voneinander entfernt im gleichen Hafengebiet konzentriert liegen (vgl. Abbildung 6), was eben den geringstmöglichen Binnenverkehrsaufwand der Inter-Depot-Verkehre zu **Ungunsten der These** vermuten lässt. Grün gekennzeichnet ist die Lage eines denkbaren Konsolidierungsgebietes in der Südstadt, was in Kapitel 3.1 näher untersucht wird.

¹⁶ Vgl. [Statistisches Bundesamt, 2018]

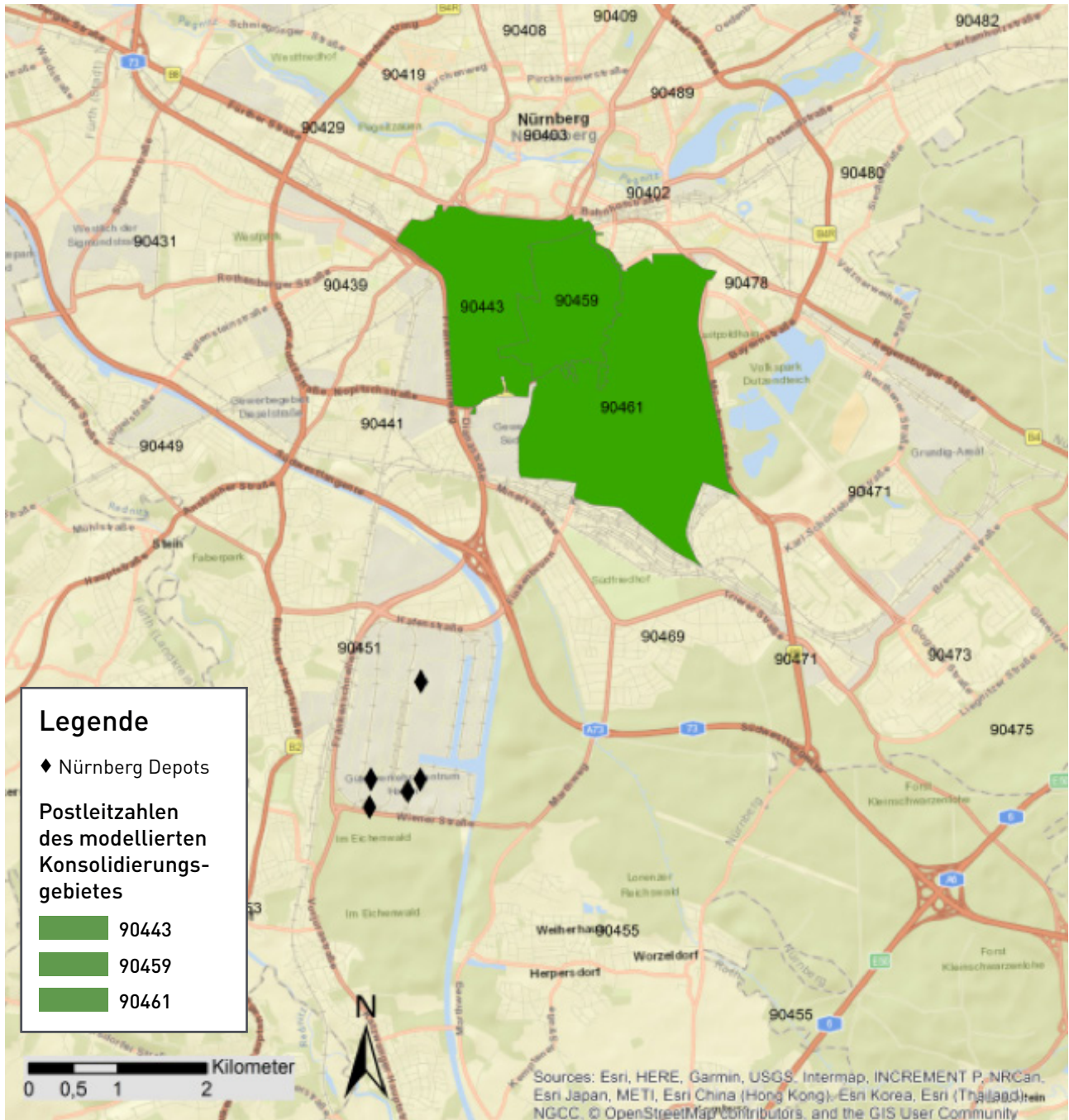


Abbildung 6: Lage der Zieldepots und eines möglichen Konsolidierungsgebietes in Nürnberg¹⁷

Zu **Gunsten der These** wurde die Stadt München für eine makroskopische Analyse der zusätzlich erforderlichen Inter-Depot-Verkehre einer Gebietskonsolidierung ausgewählt. Die Stadt München wurde als Stadt mit den ungünstigsten Depotlagen identifiziert¹⁸, was für die makroskopische Analyse der zusätzlich erforderlichen Inter-Depot-Verkehre zur Gebietskonsolidierung zwischen den Depotstandorten den größtmöglichen Binnenver-

kehrsaufwand zu **Gunsten der These** vermuten lässt. Für das Stadtgebiet München wurden durchschnittliche arbeitstäglige Sendungsmengen an den Zieldepotstandorten der KEP-Unternehmen A und B für Zustell- und Abhol Touren ermittelt und für die makroskopische Berechnung der Inter-Depot-Verkehre herangezogen.

¹⁷ Eigene Darstellung

¹⁸ Vgl. (Bogdanski, 2017), S.14, S.21 und S.25

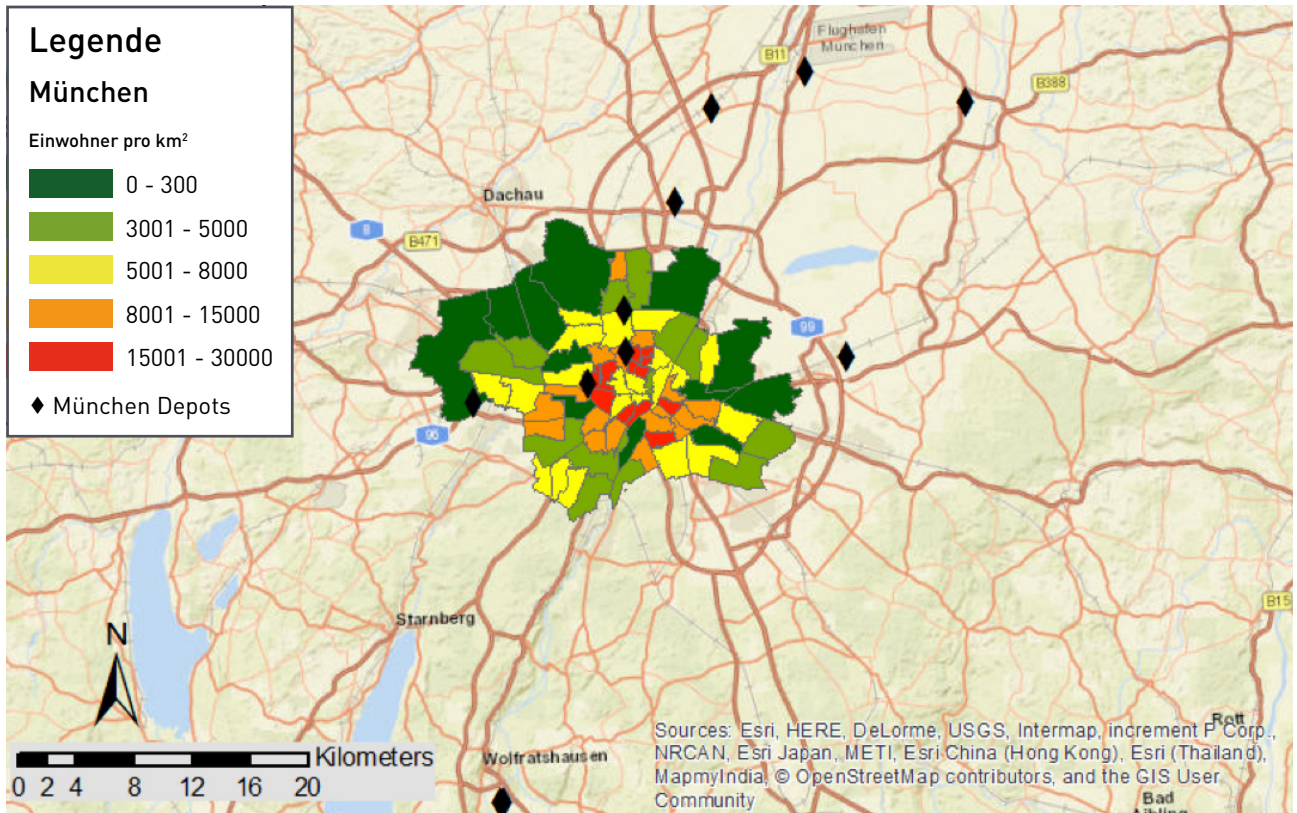


Abbildung 7: Lage der Zieldepots im Münchner Stadtgebiet¹⁹

¹⁹ Eigene Darstellung

3 MIKROSKOPISCHE UND MAKROSKOPISCHE ANALYSE EINER GEBIETSKONSOLIDIERUNG AUF DER LETZTEN MEILE

3.1 Fallstudie Nürnberg: Mikroskopische Analyse

Die Stadt Nürnberg ist in 87 statistische Bezirke unterteilt, über welche aus den veröffentlichten Jahrbüchern und über den interaktiven Bezirksatlas der Stadt Nürnberg statistische Daten zu entnehmen sind. Für die Gebietsauswahl der mikroskopischen Analyse wurden die 87 Bezirke auf folgende Faktoren untersucht:

- Fläche in Hektar
- Einwohner mit Hauptwohnsitz
- Haushalte
- Postleitzahlen

Daraus lassen sich folgende Kennwerte für die jeweiligen Gebiete ableiten:

- Einwohner pro Hektar
- Haushalte pro Hektar

Nachfolgende Tabelle zeigt einen Auszug der statistischen Bezirke, gestaffelt nach der Anzahl in der Kategorie „Einwohner pro Hektar“, in absteigender Reihenfolge.

Nr.	Bezirk	Flächen in Hektar	Haushalte	Bevölkerung mit Hauptwohnsitz	Einwohner pro Hektar	Haushalte pro Hektar
16	Steinbühl	55,71	7.510	13.181	236,60	134,81
13	Galgenhof	84,84	11.379	19.927	234,88	134,12
11	Glockenhof	82,99	10.362	18.042	217,40	124,17
08	Pirckheimer Straße	41,19	4.991	7.890	191,55	121,17
04	Gostenhof	51,78	5.339	9.462	182,73	103,11
23	Sandberg	70,94	6.654	10.889	153,50	93,80
25	Uhlandstraße	70,71	6.478	11.467	162,17	91,61
06	Altstadt St. Sebald	79,62	6.789	9.197	115,51	85,27
07	St. Johannis	59,41	4.986	8.143	137,06	83,93
14	Hummelstein	73,22	6.064	10.791	147,38	82,82

Tabelle 1: Auflistung der statistischen Bezirke Nürnbergs mit der größten Einwohnerdichte²⁰

Auf der nachfolgenden Abbildung (vgl. Abbildung 8) wurden die Gebiete, die sich innerhalb der ersten 10 Platzierungen befinden und somit im gesamten Stadtgebiet Nürnbergs die höchsten Werte an „Einwohnern pro Hektar“ aufweisen, visuell hervorgehoben. Die in der Farbe „blau“ markierten Gebiete sind dabei die mit der höchsten Einwohnerdichte

pro Hektar. Die Altstadt St. Sebald und St. Lorenz (beide grün markiert) müssen aufgrund der Zufahrtsbeschränkungen in der Fußgängerzone von den Überlegungen einer ganztägigen Gebietskonsolidierung ausgeklammert werden.

²⁰ Eigene Darstellung nach (Amt für Stadtforschung und Statistik, 2016)

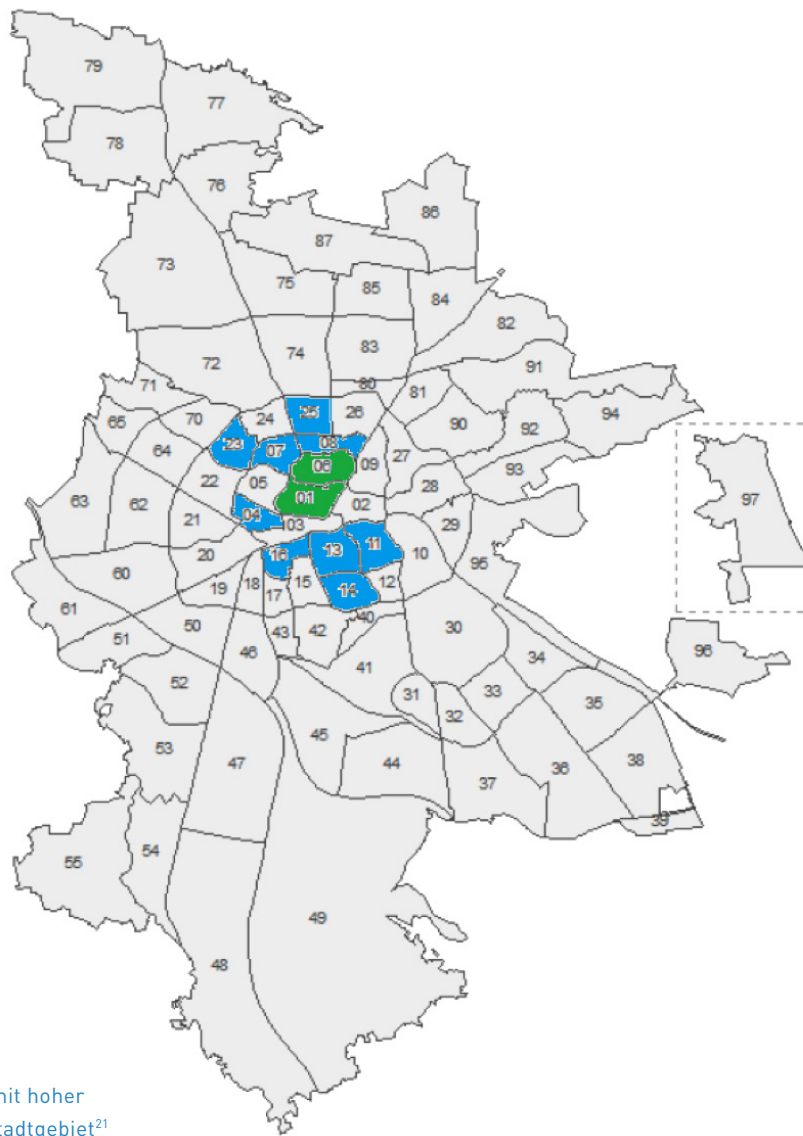


Abbildung 8: Statistische Bezirke mit hoher Einwohnerdichte im Nürnberger Stadtgebiet²¹

An dieser Stelle lässt sich bereits erkennen, dass die vier statistischen Bezirke Steinbühl, Galgenhof, Glockenhof und Hummelstein aneinandergrenzen und somit ein großes Gebiet für eine mögliche Gebietskonsolidierung vorliegt, mit einer hohen Dichte an Einwohnern und einer geringen Entfernung zur Lage der Zieldepots im Nürnberger Hafengebiet. Um für die Gebietsauswahl für die Gebietskonsolidierung ein aussagekräftiges Ergebnis erzielen zu können, mussten die vorausgewählten statistischen Bezirke auf Basis der Postleitzahlen und Sendungsdaten der KEP-Unternehmen A und B genauer analysiert werden, wobei eine Zeitreihe betrachtet wurde. Damit konnten eventuelle saisonal bedingte Ausreißer ausgeschlossen werden. Abbildung 9 zeigt die Visualisierung der Sendungen pro Quadratkilometer eines Wochentages. Je dunkler die Farbe, desto mehr Sendungen pro Quadratkilometer

wurden in diesem Bereich zugestellt. Hier zeigt sich, dass eine Korrelation zwischen der Einwohnerdichte und der Sendungsdichte in den vier statistischen Bezirken Steinbühl, Galgenhof, Glockenhof und Hummelstein besteht. Da die statistischen Bezirke anders zugeschnitten sind als die Postleitzahlengebiete, die realen Sendungsdaten der KEP-Unternehmen A und B aber nur anhand der Postleitzahlen abgegrenzt werden konnten, kamen für die mikroskopische Simulation die Postleitzahlen 90443, 90459 und 90461 zur Auswahl, wie bereits in Abbildung 6 dargestellt. Diese beinhalten die vier statistischen Bezirke Steinbühl, Galgenhof, Glockenhof und Hummelstein als Teilmenge, somit ist fast die gesamte Nürnberger Südstadt ein repräsentativer Gegenstand der mikroskopischen Analyse für eine mögliche Gebietskonsolidierung.

²¹ Eigene Darstellung nach (Amt für Stadtforschung und Statistik, 2016)

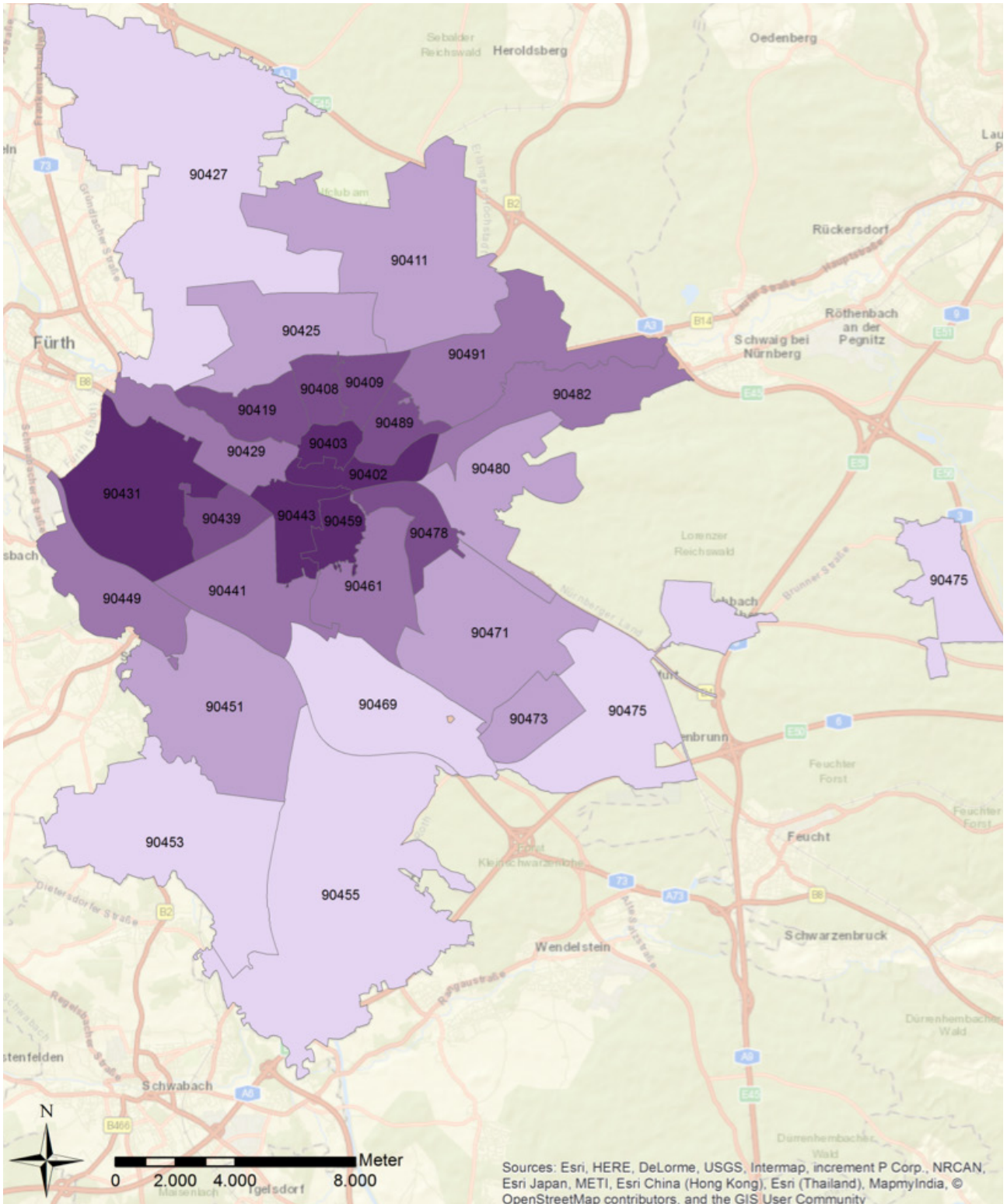


Abbildung 9: Postleitzahlen mit hoher Sendungsdichte im Nürnberger Stadtgebiet²²

²² Eigene Darstellung anhand der Sendungsdaten der KEP-Unternehmen A und B

Anhand der Zeitreihenanalyse wurden drei typische Zustelltage ausgewählt, um ein Minimum-, ein Medium- und ein Maximum-Szenario hinsichtlich der jeweiligen gesamten Sendungsmenge der KEP-Unternehmen A und B in den drei Postleitzahlen simulativ darzustellen. Als Werkzeug für die Simulationen mit den Sendungsdaten wurde eine professionelle Software zur Tourenplanung angewendet mit folgenden wesentlichen Parametern:

- Zustellfahrzeuge der Klasse 3,5t zGG (zulässiges Gesamtgewicht) mit einer maximalen Nettzuladung von 1.300 kg und einem maximalen Nettovolumen von 14 m³.
- Maximale arbeitstägliche Tourendauer von 8,0 Stunden; wie in Kapitel 2.1 erläutert, zählt die Beladung und Entladung der Zustellfahrzeuge im Depot zur täglichen Arbeitszeit der Paketzusteller. Die Be- und Entladeprozesse im Depot dauern täglich bis zu 2,0 Stunden (vgl. dazu auch Abbildung 10), so dass insgesamt die gesetzliche Höchstarbeitszeit von 10,0 Stunden planerisch nicht überschritten werden darf.
- Durchschnittliche Zustellzeit pro Stopp von 180 Sekunden; dieser Wert wurde aus der Zeitreihenanalyse ermittelt und mittels Untersuchungen des Verbandes für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung (REFA) verifiziert.

Die zu erbringende logistische Leistung auf der letzten Meile der Szenarien wird für jede Tour in Paket-km²³ berechnet. Eine Besonderheit stellen dabei die Soll-Szenarien der konsolidierten Zustellung dar. Hier muss zur erbrachten logistischen Leistung der letzten Meile vom ersten bis zum letzten Stopp der zusätzliche Inter-Depot-Verkehr in Paket-km ermittelt und hinzugerechnet werden. Die Auslastung in Prozent bezieht sich jeweils auf den höheren Wert, entweder nach Sendungsgewicht oder nach Sendungsvolumen. Zum Verständnis der prozentualen Auslastung ist zu beachten, dass die Auslastung eines Zustellfahrzeuges nach Volumen planerisch niemals den Wert von 100 % erreichen kann, da das Fahrzeuginnere für den Paketzusteller begehbar bleiben muss. In der Praxis bedeutet dies, dass auch ein rechnerisch mit weniger als 100 % beladenes Zustellfahrzeug als voll ausgelastet gilt.

Szenario arbeitstägliches Minimum

Es ergibt sich im Ist-Szenario arbeitstägliches Minimum folgendes Ergebnis (siehe Tabelle 2 im Anhang): Neun Zustellfahrzeuge erbringen eine logistische Leistung von 6.654 Paket-km.

Für das Soll-Szenario arbeitstägliches Minimum (siehe Tabelle 3 im Anhang) ergibt sich mit acht Zustellfahrzeugen summarisch eine um ein Zustellfahrzeug reduzierte Fahrzeugzahl (minus 11 %). Auf der letzten Meile sind kürzere Stoppdistanzen und Tourenlängen zu beobachten (minus 25 % bzw. minus 17 %). Auffallend ist, dass die mittlere Auslastung sich nicht wesentlich ändert (plus 7 %); die maximale Tourendauer von 8,0 Stunden ist die schärfste Restriktion der Tourenplanung. Beim Vergleich der erforderlichen logistischen Leistungen schneidet das Soll-Szenario leicht schlechter ab; mit Hinzurechnung der Inter-Depot-Verkehre im Hafengebiet, kürzeste Route (2,2 km), ergibt sich ein Mehrbedarf (plus 4 %). Wenn eine Alternativroute im Hafengebiet befahren werden muss (4,1 km), ergibt sich ein wesentlich höherer Mehrbedarf (plus 22 %).

Szenario arbeitstägliches Medium

Für das Ist-Szenario arbeitstägliches Medium ergeben sich neun Zustellfahrzeuge mit einer logistischen Leistung von 8.356 Paket-km (siehe Tabelle 4 im Anhang).

Für das Soll-Szenario arbeitstägliches Medium ergibt sich summarisch eine unveränderte Fahrzeugzahl (siehe Tabelle 5 im Anhang). Auf der letzten Meile sind kürzere Stoppdistanzen und Tourenlängen zu beobachten (minus 27 % bzw. minus 24 %). Auffallend ist, dass die mittlere Auslastung sogar leicht sinkt (minus 2 %); die maximale Tourendauer von 8,0 Stunden ist wieder die schärfste Restriktion der Tourenplanung. Beim Vergleich der erforderlichen logistischen Leistungen schneidet das Soll-Szenario hingegen besser ab; mit Hinzurechnung der Inter-Depot-Verkehre im Hafengebiet, kürzeste Route (2,2 km), ergibt sich ein Minderbedarf (minus 15 %). Wenn eine Alternativroute im Hafengebiet befahren werden muss (4,1 km), ergibt sich ein wesentlich geringerer Minderbedarf (minus 5 %).

²³ Definition siehe [Bogdanski, 2017], S.15ff.

Szenario arbeitstägliches Maximum

Für das letzte Ist-Szenario arbeitstägliches Maximum ergeben sich elf Zustellfahrzeuge, die eine logistische Leistung von 8.504 Paket-km erbringen (siehe Tabelle 6 im Anhang).

Für das Soll-Szenario arbeitstägliches Maximum (siehe Tabelle 7 im Anhang) ergibt sich summarisch eine um ein Zustellfahrzeug reduzierte Fahrzeugzahl (minus 9 %). Auf der letzten Meile sind kürzere Stoppdistanzen und Tourenlängen zu beobachten (minus 28 % bzw. minus 16 %). Auffallend ist, dass die mittlere Auslastung sich fast nicht ändert (plus 2 %); die maximale Tourendauer von 8,0 Stunden ist ebenfalls die schärfste Restriktion der Tourenplanung. Beim Vergleich der erforderlichen logistischen Leistungen schneidet das Soll-Szenario fast unverändert ab; mit Hinzurechnung der Inter-Depot-Verkehre im Hafengebiet, kürzeste Route (2,2 km), ergibt sich ein leichter Minderbedarf (minus 1 %). Wenn jedoch eine Alternativroute im Hafengebiet befahren werden muss (4,1 km), ergibt sich hingegen ein Mehrbedarf (plus 14 %).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass lediglich das Soll-Szenario arbeitstägliches Medium hinsichtlich der zu erbringenden logistischen Leistung eine Verbesserung darstellt, verkehrlich jedoch eine unveränderte Zahl von Zustellfahrzeugen benötigt. Die Soll-Szenarien arbeitstägliches Minimum und Maximum stellen hinsichtlich der zu erbringenden logistischen Leistung eine Verschlechterung bzw. keine Verbesserung dar, bei einer um jeweils ein Zustellfahrzeug minimal reduzierten verkehrlichen Situation. Als schärfste Restriktion in der Tourenplanung wirkt wieder die maximale Tourendauer von 8,0 Stunden; die zugrunde gelegte durchschnittliche Zustellzeit pro Stopp von 180 Sekunden hängt in der Zustellpraxis von vielen externen, durch die Paketzusteller kaum beeinflussbaren Faktoren ab. Solche externen Faktoren sind beispielsweise der aus dem gefundenen Parkplatz resultierende Fußweg des Zustellers zur Zustelladresse, die Zahl der zu steigenden Treppen im Gebäude oder die Wartezeit beim Adressaten; somit lässt sich die Stoppzeit nicht systematisch durch Effizienzgewinne in der Adresszustellung verkürzen. Hinsichtlich der zu verifizierenden These kann im Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung im Stadtgebiet Nürnberg zu Gunsten der These formuliert werden:

Eine Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile zeigt selbst unter günstigen Umständen (Lage der zu konsolidierenden Zieldepots in unmittelbarer räumlicher Nähe) im Zustellgebiet nur eine minimal verkehrsentslastende Wirkung, was jedoch hinsichtlich der zur erbringenden logistischen Leistungen durch die zusätzlichen Inter-Depot-Verkehre konterkariert wird. Die Effekte einer Gebietskonsolidierung sind im Zustellgebiet verkehrlich kaum spürbar und werden in linearer Abhängigkeit von den Entfernungen zwischen den zu konsolidierenden Depots ausgeglichen bzw. überkompensiert. Die schärfste Restriktion der Tourenplanung ist die gesetzlich zulässige Arbeitszeit des Zustellers.

3.2 Fallstudie Nürnberg: Makroskopische Analyse

Für das Stadtgebiet Nürnberg wurden im weiteren Verlauf der Untersuchung die erforderlichen Inter-Depot-Verkehre für eine Gebietskonsolidierung zwischen KEP-Unternehmen A und B im gesamten Stadtgebiet genauer analysiert. Um die Auswirkungen der neuen logistischen Prozesse auf die Sendungslaufzeiten des abgebenden KEP-Unternehmens A bewerten zu können,

ist eine genaue zeitlich sequentielle Abfolge der zusätzlichen Prozessschritte, wie sie grundsätzlich bereits in Kapitel 2.1 erläutert wurden, zu untersuchen.

Im Zustellprozess (vgl. Abbildung 10) muss im abgebenden Zieldepot des KEP-Unternehmens A nach Ankunft der Wechselbrücken aus dem nächtlichen Hauptlauf

zunächst der Sortierprozess erfolgen (Beginn 04:00 Uhr). Im Anschluss werden die für eine konsolidierte Zustellung aussortierten Sendungen für den Inter-Depot-Verkehr in Wechselbrücken verladen (Beginn 07:00 Uhr) und dem Zieldepot des KEP-Unternehmens B zugestellt (Ankunft 08:00 Uhr). Die Sendungen dieser Inter-Depot-Wechselbrücken werden nun vor der Sortieranlage des KEP-Unternehmens B entladen und stehen ab 09:00 Uhr für den Sortierprozess bereit. Es ist ersichtlich, dass der Sortierprozess des KEP-Unternehmens B zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen ist und die Zustellfahrzeuge des KEP-Unternehmens B ab 07:00 Uhr mit sortierten Sendungen beladen wurden; die konsolidierte Zustelltour wurde bereits um 08:00 Uhr gestartet. Somit können die Sendungen des KEP-Unternehmens A erst am Folgetag auf Zustelltouren sortiert und zugestellt werden. Für konsolidierte Zustell- und Abholturen durch das KEP-Unternehmen B ist mit einer Rückkunft im Depot um 16:00 Uhr zu rech-

nen. Alle konsolidiert abgeholten Sendungen werden nun abgeladen und anschließend auf der Sortieranlage des KEP-Unternehmens B sortiert (Beginn 17:00 Uhr) und die Sendungen des KEP-Unternehmens A ab 20:00 Uhr in Inter-Depot-Wechselbrücken verladen. Diese Wechselbrücken treffen um 21:00 Uhr im Depot des KEP-Unternehmens A ein, um nach dem Entladen für den Sortierprozess des nächtlichen Hauptlaufes nach Zielgebieten ab 22:00 Uhr bereitzustehen. Auch hier ist ersichtlich, dass der Sortierprozess des nächtlichen Hauptlaufes für die eigenen Abholungen bereits abgeschlossen ist und der nächtliche Hauptlauf des KEP-Unternehmens A bereits um 20:00 Uhr begonnen hat. Somit verlieren auch die konsolidiert abgeholten Sendungen des KEP-Unternehmens A einen Tag Laufzeit. Bei den exemplarisch betrachteten neuen Prozessschritten wurde davon ausgegangen, dass die Kapazitäten der Sortieranlagen ausreichend sind, was im Rahmen dieser Studie nicht verifiziert werden konnte.

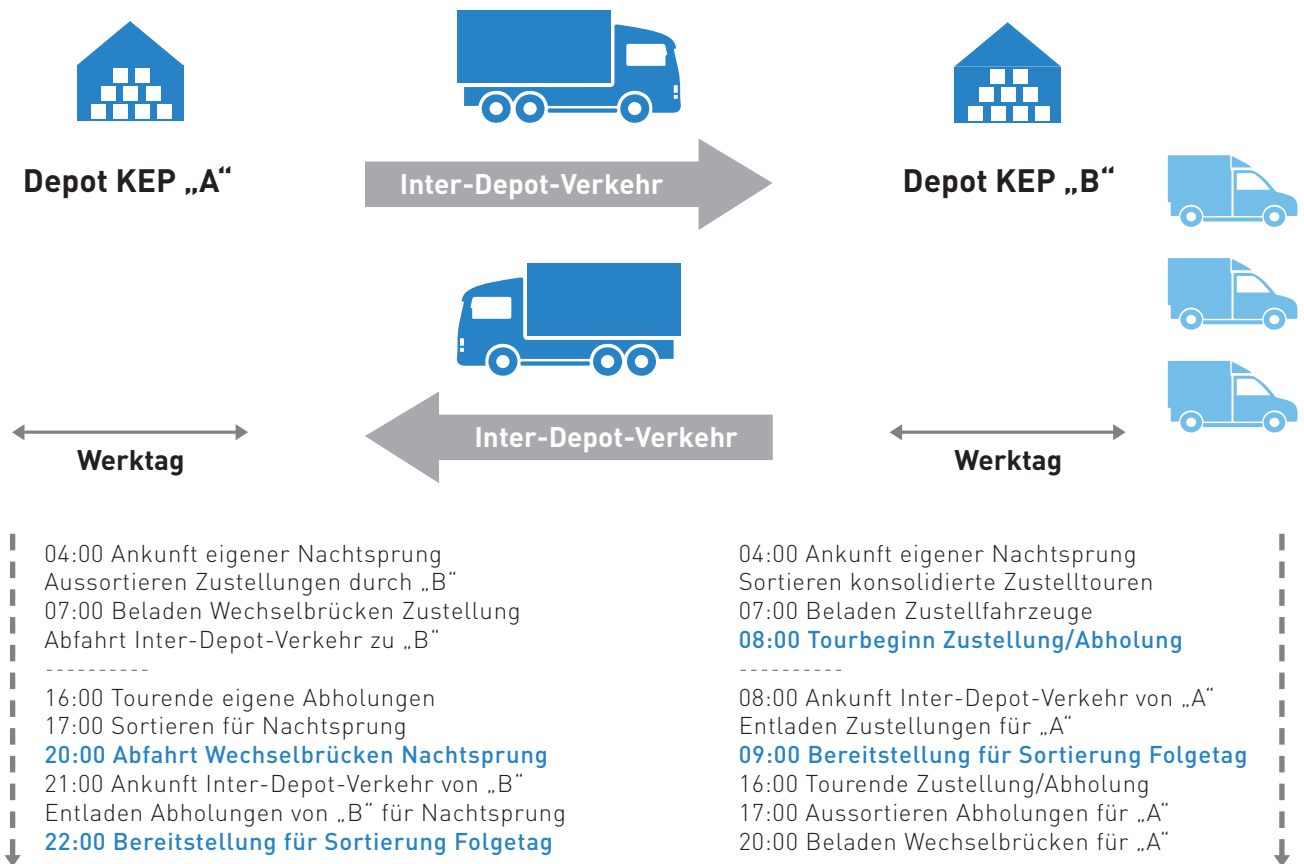


Abbildung 10: Zeitliche Abfolge der Prozessschritte von Inter-Depot-Verkehren²⁴

²⁴ Eigene Darstellung

Eine Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile führt für das abgebende KEP-Unternehmen zu einem prozessual bedingten Laufzeitverlust (oder anders formuliert zu einer längeren Laufzeit) in der Zustellung und Abholung von jeweils einem Tag. Dies verschlechtert die Wettbewerbsposition des abgebenden KEP-Unternehmens erheblich, hinzu kommt noch der Entfall des direkten Kundenkontakts am Point of Sale.

Diese Nachteile könnten zumindest theoretisch dadurch „gerecht“ verteilt werden, dass die KEP-Unternehmen A und B die konsolidierten Stadtgebiete untereinander aufteilen; praktisch führt dies in jedem Falle für beide KEP-Unternehmen zu einem schlechteren Kundenservice. Für die nun folgende quantitative Bewertung der anfallenden Inter-Depot-Verkehre im gesamten Stadtgebiet Nürnberg wird vom logistisch günstigsten Fall ausgegangen, dass das KEP-Unternehmen A das geringere Sendungsaufkommen hat und das KEP-Unternehmen B mit dem höheren Sendungsaufkommen konsolidiert. Sollten die konsolidierten Stadtgebiete hingegen „gerecht“ verteilt werden, würde der Bedarf an Inter-Depot-Verkehren noch deutlich steigen, da dann konsolidierte Gebiete existieren, in denen das KEP-Unternehmen B mit dem höheren Sendungsaufkommen das Depot des KEP-Unternehmens A beliefern muss.

Für den logistisch makroskopisch günstigsten Fall, der auch die kürzeste Transportdistanz von 2,2 km zwischen den beiden Zieldepots unterstellt, ergibt sich:

Im Soll-Szenario Minimum (siehe Tabelle 8 im Anhang) für das gesamte Stadtgebiet Nürnberg:

Arbeitstäglich sind sieben Wechselbrücken im Hafengebiet umzusetzen, was zusätzlichen Schwerlastverkehr von 31 km generiert. Die zusätzlichen arbeitstäglichen Transportkosten belaufen sich auf 1.750 €; hier (und

für alle folgenden Szenarien) wurde eine repräsentative pauschale Frachtrate von 250 € pro Wechselbrücke auf einer einfachen Transportdistanz bis 20 km angesetzt²⁵. Der Laufzeitverlust für das abgebende KEP-Unternehmen A beträgt in Zustellung und Abholung jeweils einen Tag.

Im Soll-Szenario Medium (siehe Tabelle 9 im Anhang) ergibt sich für das Stadtgebiet Nürnberg:

Arbeitstäglich sind acht Wechselbrücken im Hafengebiet umzusetzen, was zusätzlichen Schwerlastverkehr von 35 km generiert. Die zusätzlichen arbeitstäglichen Transportkosten belaufen sich auf 2.000 €. Der Laufzeitverlust für das abgebende KEP-Unternehmen A beträgt in Zustellung und Abholung jeweils einen Tag.

Im Soll-Szenario Maximum (siehe Tabelle 10 im Anhang) ergibt sich für das Stadtgebiet Nürnberg:

Arbeitstäglich sind zehn Wechselbrücken im Hafengebiet umzusetzen, was zusätzlichen Schwerlastverkehr von 44 km generiert. Die zusätzlichen arbeitstäglichen Transportkosten belaufen sich auf 2.500 €. Der Laufzeitverlust für das abgebende KEP-Unternehmen A beträgt in Zustellung und Abholung jeweils einen Tag.

Bezüglich der zu verifizierenden These kann festgehalten werden:

Eine Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile generiert selbst unter günstigen Umständen (Lage der zu konsolidierenden Zieldepots in unmittelbarer räumlicher Nähe) nennenswert zusätzliche Schwerlastverkehre mit allen damit verbundenen negativen ökologischen Wirkungen. Im untersuchten Fall sind arbeitstäglich bis zu zehn Wechselbrücken umzusetzen mit bis zu 2.500 € zusätzlichen Transportkosten. Alle minimal möglichen positiven Effekte einer Gebietskonsolidierung auf der letzten Meile werden damit mindestens ausgeglichen.

²⁵ Vgl. [BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH / TNS Infratest GmbH, 2016], S.146-152

3.3 Fallstudie München: Makroskopische Analyse

Um die These ganzheitlich zu verifizieren, wurde noch der geographisch ungünstige Fall des Stadtgebiets München untersucht. Die beiden KEP-Unternehmen A und B betreiben für die logistische Versorgung des Münchner Stadtgebietes jeweils zwei Depots, insgesamt also vier Depots. Im ersten Schritt wurde die geographische Lage der Depots zueinander analysiert (vgl. Abbildung 11):

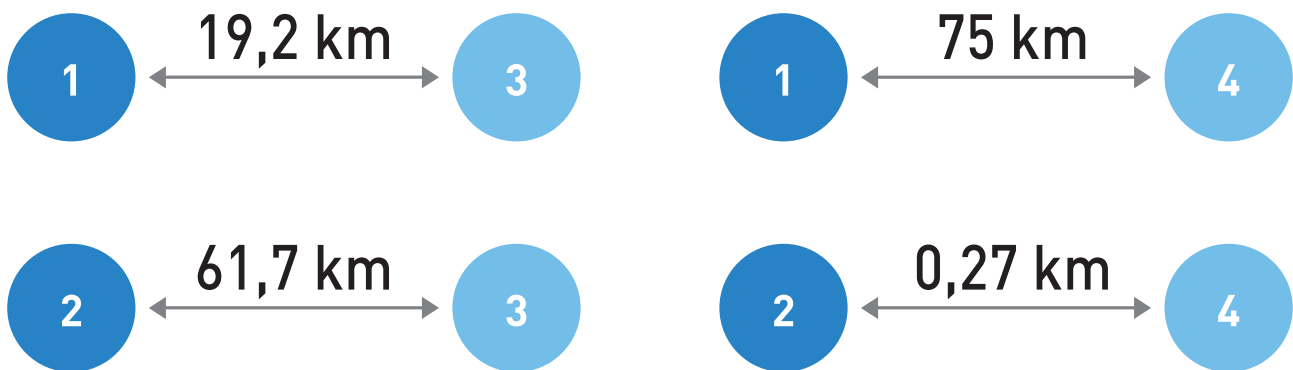


Abbildung 11: Entfernungen zwischen den Depots für das Münchner Stadtgebiet²⁶

Für eine Gebietskonsolidierung des gesamten Münchner Stadtgebiets bietet sich folglich eine günstige Kombination aus 1) → 3) und 2) → 4) an. Anhand des arbeitstäglichen durchschnittlichen Sendungsaufkommens der vier Depots und wieder unter der Annahme, dass das KEP-Unternehmen B mit dem höheren Sendungsaufkommen für das KEP-Unternehmen A mit dem geringeren Sendungsaufkommen konsolidiert, ergibt sich für die erste Relation 1 zu 3 mit einer kürzesten Transportdistanz von 19,2 km (siehe Tabelle 11 im Anhang):

Arbeitstäglich sind 34 Wechselbrücken im dicht besiedelten Stadtrandgebiet umzusetzen, was zusätzlichen Schwerlastverkehr von 1.306 km generiert. Die zusätzlichen arbeitstäglichen Transportkosten belaufen

sich auf 8.500 €. Der Laufzeitverlust für das abgebende KEP-Unternehmen A beträgt in Zustellung und Abholung jeweils einen Tag.

Für die zweite Relation 2 zu 4 ergibt sich mit einer kürzesten Transportdistanz von 0,27 km (siehe Tabelle 12 im Anhang):

Arbeitstäglich sind 15 Wechselbrücken zwischen unmittelbar benachbarten Depots umzusetzen, was minimal zusätzlichen Schwerlastverkehr von 8 km generiert. Die zusätzlichen arbeitstäglichen Transportkosten belaufen sich auf 3.750 €. Der Laufzeitverlust für das abgebende KEP-Unternehmen A beträgt in Zustellung und Abholung jeweils einen Tag.

²⁶ Eigene Darstellung

Aus den generellen Ergebnissen der mikroskopischen Analyse für den Fall Nürnberg kann abgeleitet werden, dass die Inter-Depot-Verkehre der zweiten Relation die minimalen positiven Effekte einer Gebietskonsolidierung nicht ausgleichen werden. Die weitaus größeren Mengengerüste fallen jedoch in der ersten Relation an, die zu einer sehr erheblichen Überkompensation der minimalen positiven Effekte einer Gebietskonsolidierung führen werden. Durch die ungünstigen Depotlagen werden erhebliche Schwerlastverkehre im dicht besiedelten Münchner Umland generiert.

Bezüglich der zu verifizierenden These kann festgehalten werden:

Eine Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile generiert unter ungünstigen Umständen (Lage der zu konsolidierenden Zieldepots in weiter Entfernung in dicht besiedelten Stadtrandgebieten) erhebliche zusätzliche Schwerlastverkehre mit allen damit verbundenen negativen ökologischen Wirkungen. Im untersuchten Fall sind arbeitstäglich bis zu 54 Wechselbrücken umzusetzen mit bis zu 12.250 € zusätzlichen Transportkosten. Alle minimal möglichen positiven Effekte einer Gebietskonsolidierung auf der letzten Meile werden damit erheblich überkompensiert.

4 FAZIT UND SCHLUSSWORT

In der vorliegenden Untersuchung wurde folgende These quantitativ verifiziert, um die These entweder zu bestätigen oder zu verwerfen:

These

Von einer Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile sind keine positiven verkehrlichen oder logistischen Effekte zu erwarten, hingegen werden zusätzliche Schwerlastverkehre zwischen den Depots generiert²⁷.

Erstmals konnte anhand von realen Sendungsdaten zweier repräsentativer KEP-Unternehmen über eine Zeitreihe eine Gebietskonsolidierung mikroskopisch und makroskopisch quantitativ untersucht werden. Dazu wurden zwei Stadtgebiete untersucht, die hinsichtlich der geographischen Depotlagen zu Gunsten der These und zu Ungunsten der These angenommen wurden. Im Ergebnis der Simulationen wurde die These mit kleinen Anpassungen im Grundsatz eindrucksvoll bestätigt:

Verifizierte These

Von einer Gebietskonsolidierung zweier KEP-Unternehmen auf der letzten Meile sind nur minimale positive logistische Effekte zu erwarten, die im verkehrlichen Bereich auf der letzten Meile kaum spürbar sind. Hingegen werden zusätzliche Schwerlastverkehre zwischen den Depots generiert, die selbst im Falle günstiger Depotlagen die minimalen positiven Konsolidierungseffekte ausgleichen. Bei ungünstigen Depotlagen ist mit einer erheblichen verkehrlichen Mehrbelastung zu rechnen.

Hinzu kommt in jedem Falle eine deutliche Verschlechterung der Wettbewerbsposition der beteiligten KEP-Unternehmen. Das abgebende KEP-Unternehmen verliert den direkten Zugang zum Point of Sale und muss Laufzeitverluste in der Zustellung und in der Abholung von jeweils einem Tag hinnehmen. Beide KEP-Unternehmen müssen erhebliche zusätzliche Transportkosten für die Inter-Depot-Verkehre tragen sowie die Prozesskosten für die zusätzlich erforderlichen Sortierprozesse. Letztere konnten im Rahmen dieser Untersuchung nicht erhoben werden. Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass eine Gebietskonsolidierung den Kundenservice verschlechtert und negative Auswirkungen auf die Paketpreise haben dürfte.

Ein sehr deutliches Ergebnis der Simulationen ist die Tatsache, dass die zulässige Tourendauer, bedingt durch die gesetzlich vorgeschriebene Höchstarbeitszeit des Paketzustellers, die eigentliche Restriktion einer Gebietskonsolidierung in urbanen Ballungsräumen darstellt. Diese Tourendauer wird infolge der kurzen Stoppdistanzen wesentlich durch den Zeitaufwand für den manuellen Sendungsübergabeprozess beeinflusst. Anders formuliert – durch Gebietskonsolidierung fahren nur andere Zustellfahrzeuge auf der letzten Meile, aber nicht weniger Zustellfahrzeuge.

²⁷ Vgl. (Bogdanski, 2017), S.30ff.

**Als Gesamtfazit formuliert:
Gebietskonsolidierung lohnt sich nicht.**

Für eine nachhaltige Stadtlogistik mit einer wirksamen verkehrlichen Entlastung und Emissionsreduzierung sind also andere Konzepte zielführend. Hier sei hauptsächlich auf das Mikrodepot-Konzept mit dem Einsatz von Lastenfahrrädern verwiesen, dessen sozioökonomische Akzeptanz bereits nachgewiesen²⁸ und dessen Alltags-tauglichkeit u. a. in Nürnberg²⁹ oder in Hamburg³⁰ bereits unter Beweis gestellt wurde. Dies drückt sich auch in der gemeinsamen Absichtserklärung „Gute Logistik für lebenswerte Innenstädte“ des Deutschen Städtetages, des Deutschen Städte- und Gemeindebundes, des Handelsverbandes Deutschland und des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik aus³¹.

Um den manuellen Sendungsübergabeprozess effizienter zu gestalten, sind die dynamische Beeinflussung der Adresszustellung durch den Empfänger mit Livetracking und vor allem anbieteroffene, schließsystem-basierte Paketboxen nachhaltige Lösungen, auch im Bereich der Zustellung am Arbeitsplatz³².

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski

²⁸ Vgl. (Bogdanski, 2015), S.52ff. und (Bogdanski, 2017) S.63ff.

²⁹ Vgl. (Bogdanski, et al., 2018)

³⁰ Vgl. (Dobos, 2018)

³¹ Vgl. (BIEK e. V., 2018)

³² Vgl. (Bogdanski, 2017), S.86ff.

Glossar

Paket-km

Der Paketkilometer (Paket-km) ist eine Maßeinheit für die Transportleistung der KEP-Branche.

Der Paketkilometer (Paket-km) auf der letzten Meile ist das Summenprodukt aus der Anzahl der beförderten Sendungen und der dabei jeweils zurückgelegten Entfernung der Teilstrecken. Dabei wird nur die effektive Tourenlänge berücksichtigt.

Die effektive Tourenlänge auf der letzten Meile ist als die Entfernung vom ersten bis zum letzten Stopp ohne Einfahrt in das bzw. Ausfahrt aus dem Zustellgebiet.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auflistung der statistischen Bezirke Nürnbergs mit der größten Einwohnerdichte	12
Tabelle 2:	Ist-Szenario arbeitstägliches Minimum, separate Zustellung.....	26
Tabelle 3:	Soll-Szenario arbeitstägliches Minimum, konsolidierte Zustellung.....	26
Tabelle 4:	Ist-Szenario arbeitstägliches Medium, separate Zustellung	27
Tabelle 5:	Soll-Szenario arbeitstägliches Medium, konsolidierte Zustellung.....	27
Tabelle 6:	Ist-Szenario arbeitstägliches Maximum, separate Zustellung	28
Tabelle 7:	Soll-Szenario arbeitstägliches Maximum, konsolidierte Zustellung	28
Tabelle 8:	Soll-Szenario arbeitstägliches Minimum, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung	29
Tabelle 9:	Soll-Szenario arbeitstägliches Medium, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung.....	29
Tabelle 10:	Soll-Szenario arbeitstägliches Maximum, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung....	30
Tabelle 11:	Soll-Szenario München erste Relation, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung	30
Tabelle 12:	Soll-Szenario München zweite Relation, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Marktanteile der fünf größten Paketdienste in Deutschland im Jahr 2015	4
Abbildung 2:	Alltägliche Verkehrssituation in Hamburg.....	5
Abbildung 3:	Hub-and-Spoke Prinzip in der KEP-Branche	6
Abbildung 4:	Logistikprozesse im Zieldepot ohne Gebietskonsolidierung	7
Abbildung 5:	Zusätzliche Logistikprozesse in den beiden Zieldepots mit Gebietskonsolidierung	8
Abbildung 6:	Lage der Zieldepots und eines möglichen Konsolidierungsgebietes in Nürnberg	10
Abbildung 7:	Lage der Zieldepots im Münchner Stadtgebiet.....	11
Abbildung 8:	Statistische Bezirke mit hoher Einwohnerdichte im Nürnberger Stadtgebiet	13
Abbildung 9:	Postleitzahlen mit hoher Sendungsdichte im Nürnberger Stadtgebiet	14
Abbildung 10:	Zeitliche Abfolge der Prozessschritte von Inter-Depot-Verkehren	17
Abbildung 11:	Entfernungen zwischen den Depots für das Münchner Stadtgebiet	19

Literaturverzeichnis

- Amt für Stadtforschung und Statistik** Innergebietliche Strukturdaten 2016 Nürnberg. [Bericht]. — Nürnberg: Stadt Nürnberg, 2016.
- BIEK e. V.** „Gute Logistik für lebenswerte Innenstädte“ [Online]. — 16.08.2018. — 30.08.2018. — <https://www.biek.de/presse/meldung/gute-logistik-f%C3%BCr-lebenswerte-innenst%C3%A4dte.html>.
- Bogdanski R.** Innovationen auf der Letzten Meile [Buch]. — Berlin: BIEK e. V., 2017.
- Bogdanski R.** Nachhaltige Stadtlogistik durch KEP-Dienste [Buch]. — Berlin: BIEK e. V., 2015.
- Bogdanski R., Bayer M. und Seidenkranz M.** Pilotprojekt zur Nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikro-Depot-Konzept auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg [Bericht]. — Nürnberg: CNA Neuer Adler e. V., 2018.
- BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH / TNS Infratest GmbH** Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung [Bericht]. — Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Information, 2016.
- Dobos L.** Letzte Meile: Studie zu Micro-Hubs- Hamburg School of Business Administration untersuchte das Modell von UPS. [Artikel] // Logistik heute . — München: Huss-Verlag, 2018. — 1-2/2018.
- Esser K. und Kurte J.** KEP-Studie 2018 — Analyse des Marktes in Deutschland [Bericht]. — Berlin: BIEK e. V., 2018.
- Esser K. und Kurte J.** Wirtschaftliche Bedeutung der KEP-Branche — Die Kurier-, Express- und Paketbranche in Deutschland [Bericht]. — Berlin: BIEK e. V., 2014.
- ITA Consulting & wik consult** The Evolution of the European Postal Market since 1997 [Online] // European Commission, DG Internal Market and Services. — 2009. — 02.09.2014. — http://ec.europa.eu/internal_market/post/doc/studies/2009-wik-evolution-country-annex_en.pdf.
- Seeck S., Groß W., Bötzel M., Herrmannsdörfer M.,** BVL-Studie Logistik im Handel — Strukturen, Erfolgsfaktoren, Trends [Buch]. — Berlin: DVV Media Group GmbH, 2014. — ISBN: 978-3-87154-489-7.
- Statista** Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung in Deutschland und weltweit [Online]. — 2018. — 20.05.2018. — <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152879/umfrage/in-staedten-lebende-bevoelkerung-in-deutschland-und-weltweit/>.
- Statista** Anzahl der Sendungen von Kurier-, Express- und Paketdiensten (KEP) in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2016 (in Millionen) [Online]. — 2018. — 20.05.2018. — <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154829/umfrage/sendungsmenge-von-paket-und-kurierdiensten-in-deutschland/>.
- Statista** Marktanteile der Paketdienste in Deutschland im Jahr 2015 nach Anzahl transportierter Pakete [Online]. — 2018. — 20.05.2018. — <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/421643/umfrage/paketdienste-marktanteile-in-deutschland/>.
- Statistisches Bundesamt** Städte (Alle Gemeinden mit Stadtrecht) nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2016 [Online]. — 05.03.2018. — 21.05.2018. — <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Aktuell/05Staedte.html>.

Anhang: Simulationsergebnisse im Detail

**Ist-Szenario 1: Arbeitstägliches Minimum
Zustellung gesamt 1.094 Sendungen**

Zustellfahrzeuge	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket-km
KEP-A-1	25,9	07:59	72,8	243	770
KEP-A-2	27,3	06:49	54,9	266	808
KEP-A-3	16,4	04:00	38,1	236	144
KEP-A-4	30,6	06:49	63,9	436	987
KEP-B-1	19,8	07:38	72,8	257	827
KEP-B-2	22,7	07:48	62,5	147	834
KEP-B-3	21,6	07:31	50,5	200	931
KEP-B-4	23,7	07:22	61,9	215	874
KEP-B-5	19,5	05:35	37,5	164	478
Mittelwert	23,0	06:50	57,2	240	
Summe	9				6654

Tabelle 2: Ist-Szenario arbeitstägliches Minimum, separate Zustellung³³

**Soll-Szenario 1: Arbeitstägliches Minimum
Zustellung gesamt 1.094 Sendungen**

**Inter-Depot-Verkehr-Wechselbrücken
Paket-km**

Zustellfahrzeuge	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket-km	kürzeste Route	Alternativroute
KEP-UNI-1	21,3	07:43	59,9	193	935		
KEP-UNI-2	19,0	07:16	54,7	173	644		
KEP-UNI-3	17,0	07:45	59,8	127	507		
KEP-UNI-4	22,4	07:11	65,5	143	751		
KEP-UNI-5	19,5	07:03	51,1	155	763	1339	2496
KEP-UNI-6	17,0	07:59	75,1	123	420		
KEP-UNI-7	16,7	07:14	73,8	244	613		
KEP-UNI-8	20,7	07:50	73,8	279	962		
Mittelwert	19,2	07:30	64,2	180			
Summe	8				6934		8091

Tabelle 3: Soll-Szenario arbeitstägliches Minimum, konsolidierte Zustellung³⁴

³³ Eigene Simulationen und Berechnungen

³⁴ Eigene Simulationen und Berechnungen

**Ist-Szenario 2: Arbeitstägliches Medium
Zustellung gesamt 1.196 Sendungen**

Zustellfahrzeuge	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket-km
KEP-A-1	26,1	07:30	62,3	203	739
KEP-A-2	22,9	04:32	35,5	275	403
KEP-A-3	36,6	07:53	60,0	371	1590
KEP-B-1	19,6	07:57	73,5	178	702
KEP-B-2	26,2	07:57	47,4	179	1200
KEP-B-3	23,2	07:58	48,7	179	1135
KEP-B-4	24,2	07:58	52,1	161	1027
KEP-B-5	20,8	07:59	57,3	164	779
KEP-B-6	22,1	07:33	44,9	169	782
Mittelwert	24,6	07:28	53,5	209	
Summe	9				8356

Tabelle 4: Ist-Szenario arbeitstägliches Medium, separate Zustellung³⁵

**Soll-Szenario 2: Arbeitstägliches Medium
Zustellung gesamt 1.196 Sendungen**

**Inter-Depot-Verkehr-Wechselbrücken
Paket-km**

Zustellfahrzeuge	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket-km	kürzeste Route	Alternativroute
KEP-UNI-1	12,6	04:08	25,6	114	162		
KEP-UNI-2	20,5	07:36	53,8	135	629		
KEP-UNI-3	19,6	07:55	63,2	144	699		
KEP-UNI-4	21,7	07:54	44,3	130	927		
KEP-UNI-5	18,0	07:51	59,9	114	700	1015	1893
KEP-UNI-6	16,6	07:57	69,2	150	628		
KEP-UNI-7	21,8	07:23	60,8	319	976		
KEP-UNI-8	19,6	07:56	55,3	129	705		
KEP-UNI-9	19,04	06:57	35,6	136	645		
Mittelwert	18,8	07:17	52,0	152			
Summe	9					7085	7963

Tabelle 5: Soll-Szenario arbeitstägliches Medium, konsolidierte Zustellung³⁶

³⁵ Eigene Simulationen und Berechnungen

³⁶ Eigene Simulationen und Berechnungen

**Ist-Szenario 3: Arbeitstägliches Maximum
Zustellung gesamt 1.426 Sendungen**

Zustellfahrzeuge	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket-km
KEP-A-1	29,7	07:51	68,6	310	1004
KEP-A-2	23,9	05:35	45,2	220	561
KEP-A-3	23,2	07:02	87,0	307	671
KEP-A-4	31,3	07:32	60,0	216	1166
KEP-B-1	21,2	06:53	41,9	144	687
KEP-B-2	17,1	06:54	69,3	276	544
KEP-B-3	21,7	07:47	36,8	129	821
KEP-B-4	20,9	06:59	38,3	133	704
KEP-B-5	22,7	07:53	62,6	140	781
KEP-B-6	20,9	07:57	44,0	165	736
KEP-B-7	19,8	07:19	45,4	155	828
Mittelwert	22,9	07:14	55,4	200	
Summe	11				8504

Tabelle 6: Ist-Szenario arbeitstägliches Maximum, separate Zustellung³⁷

**Soll-Szenario 3: Arbeitstägliches Maximum
Zustellung gesamt 1.426 Sendungen**

**Inter-Depot-Verkehr
Wechselbrücken Paket-km**

Zustellfahrzeug	Tourlänge (km)	Tourdauer (h)	Auslastung (%)	Stoppdistanz (m)	Paket- km	kürzeste Route	Alternativ-route
KEP-UNI-1	18,1	07:53	62,2	108	470		
KEP-UNI-2	21,6	07:50	50,6	153	888		
KEP-UNI-3	20,3	07:58	42,7	163	897		
KEP-UNI-4	19,9	07:51	54,2	132	716		
KEP-UNI-5	17,3	07:41	79,5	250	652	1458	2718
KEP-UNI-6	19,5	07:55	54,6	146	784		
KEP-UNI-7	21,8	07:59	74,1	152	851		
KEP-UNI-8	18,4	07:58	45,8	111	593		
KEP-UNI-9	19,8	07:59	60,9	100	597		
KEP-UNI-10	15,6	06:49	45,1	125	502		
Mittelwert	19,2	07:47	57,0	144			
Summe	10					8407	9667

Tabelle 7: Soll-Szenario arbeitstägliches Maximum, konsolidierte Zustellung³⁸

³⁷ Eigene Simulationen und Berechnungen

³⁸ Eigene Simulationen und Berechnungen

**Inter-Depot-Verkehre Soll-Szenario 1:
Arbeitstägliches Minimum Stadtgebiet Nürnberg komplett 5.325 Sendungen
KEP-Unternehmen B stellt für KEP-Unternehmen A zu und holt ab**

Anzahl Wechselbrücken KEP-A zu KEP-B Zustellung	Anzahl Wechselbrücken KEP-B zu KEP-A Abholung
6	1
Fahrtstrecke schwere LKW	Fahrtstrecke schwere LKW
26,4 km	4,4 km
Zusätzliche Transportkosten	Zusätzliche Transportkosten
1.500 €	250 €
Laufzeitverlust Zustellung für KEP-Unternehmen A	Laufzeitverlust Abholung für KEP-Unternehmen A
1 Tag	1 Tag

Tabelle 8: Soll-Szenario arbeitstägliches Minimum, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung³⁹

**Inter-Depot-Verkehre Soll-Szenario 2:
Arbeitstägliches Medium Stadtgebiet Nürnberg komplett 6.416 Sendungen
KEP-Unternehmen B stellt für KEP-Unternehmen A zu und holt ab**

Anzahl Wechselbrücken KEP-A zu KEP-B Zustellung	Anzahl Wechselbrücken KEP-B zu KEP-A Abholung
6	2
Fahrtstrecke schwere LKW	Fahrtstrecke schwere LKW
26,4 km	8,8 km
Zusätzliche Transportkosten	Zusätzliche Transportkosten
1.500 €	500 €
Laufzeitverlust Zustellung für KEP-Unternehmen A	Laufzeitverlust Abholung für KEP-Unternehmen A
1 Tag	1 Tag

Tabelle 9: Soll-Szenario arbeitstägliches Medium, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung⁴⁰

³⁹ Eigene Simulationen und Berechnungen

⁴⁰ Eigene Simulationen und Berechnungen

**Inter-Depot-Verkehre Soll-Szenario 3:
Arbeitstägliches Maximum Stadtgebiet Nürnberg komplett 7.312 Sendungen
KEP-Unternehmen B stellt für KEP-Unternehmen A zu und holt ab**

Anzahl Wechselbrücken KEP-A zu KEP-B Zustellung	Anzahl Wechselbrücken KEP-B zu KEP-A Abholung
7	3
Fahrtstrecke schwere LKW	Fahrtstrecke schwere LKW
30,8 km	13,2 km
Zusätzliche Transportkosten	Zusätzliche Transportkosten
1.750 €	750 €
Laufzeitverlust Zustellung für KEP-Unternehmen A	Laufzeitverlust Abholung für KEP-Unternehmen A
1 Tag	1 Tag

Tabelle 10: Soll-Szenario arbeitstägliches Maximum, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung⁴¹

**Inter-Depot-Verkehre Soll-Szenario arbeitstäglicher Durchschnitt
Stadtgebiet München Depot 1 und Depot 3 komplett 27.296 Sendungen
KEP-Unternehmen B stellt für KEP-Unternehmen A zu und holt ab**

Anzahl Wechselbrücken KEP-A zu KEP-B Zustellung	Anzahl Wechselbrücken KEP-B zu KEP-A Abholung
25	9
Fahrtstrecke schwere LKW	Fahrtstrecke schwere LKW
960,0 km	345,6 km
Zusätzliche Transportkosten	Zusätzliche Transportkosten
6.250 €	2.250 €
Laufzeitverlust Zustellung für KEP-Unternehmen A	Laufzeitverlust Abholung für KEP-Unternehmen A
1 Tag	1 Tag

Tabelle 11: Soll-Szenario München erste Relation, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung⁴²

⁴¹ Eigene Simulationen und Berechnungen

⁴² Eigene Simulationen und Berechnungen

**Inter-Depot-Verkehre Soll-Szenario arbeitstägliches Medium
Stadtgebiet München Depot 2 und Depot 4 komplett 12.030 Sendungen
KEP-Unternehmen B stellt für KEP-Unternehmen A zu und holt ab**

Anzahl Wechselbrücken KEP-A zu KEP-B Zustellung	Anzahl Wechselbrücken KEP-B zu KEP-A Abholung
11	4
Fahrtstrecke schwere LKW	Fahrtstrecke schwere LKW
6,0 km	2,2 km
Zusätzliche Transportkosten	Zusätzliche Transportkosten
2.750 €	1.000 €
Laufzeitlust Zustellung für KEP-Unternehmen A	Laufzeitverlust Abholung für KEP-Unternehmen A
1 Tag	1 Tag

Tabelle 12: Soll-Szenario München zweite Relation, Inter-Depot-Verkehre konsolidierte Zustellung⁴³

⁴³ Eigene Simulationen und Berechnungen

Impressum

Verleger:



Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V.
Dorotheenstraße 33
10117 Berlin

www.biek.de