

Projektabschlussbericht

zum 30.11.2011

Pilotprojekt TEU01EU-32174 zur Vermeidung von Verkehr und Emissionen in Nürnberg – Grüne Logistik

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski

Daniel Link

unter Mitwirkung von
Bernd Reisenauer, Svitlana Rodin, Claudia Hirsnig,
Alicja Honcza und Ralf Borchers



Europäische Union
„Investition in die Zukunft“
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Kurzbeschreibung (Abstract).....	1
2 Aufgabenstellung.....	2
3 Ausgewertete Literatur	5
4 Voraussetzungen und Rahmenbedingungen.....	9
5 „Stand der Technik“ und verwendete Methoden	11
5.1 Elektromobilität	11
5.1.1 Elektrische Nutzfahrzeuge – Traum oder Wirklichkeit?	11
5.1.2 Fahrzeugangebot batteriebetriebene Nutzfahrzeuge	12
5.1.3 Aktuelle Projekte	12
5.2 Tourenplanung.....	13
5.3 Emissionsberechnungen.....	15
5.4 Umfragetechnik.....	17
6 Projektplanung und Projektverlauf	19
6.1 Projektbeteiligte	19
6.2 Projektorganisation	20
6.3 Projektverlauf.....	20
7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	23
7.1 Evaluation der Crossdock-Immobilie	23
7.1.1 Die Nutzwertanalyse für die Immobilienauswahl	23
7.1.2 Kriterien zum Standort	23
7.1.3 Kriterien zum Grundstück.....	25
7.1.4 Kriterien zum Gebäude	26
7.1.5 Technische Kriterien	28
7.1.6 Erstellung eines Kriterienkatalogs für die Immobilienbewertung	29
7.1.7 Bewertung zweier Logistikimmobilien.....	30
7.1.7.1 Immobilie A: Das Kohlenhof-Gebäude.....	31
7.1.7.1.1 Kriterien zum Standort.....	31
7.1.7.1.2 Kriterien zum Grundstück.....	31
7.1.7.1.3 Kriterien zum Gebäude	32
7.1.7.1.4 Technische Kriterien	32
7.1.7.2 Immobilie B: Das Dachser-Gebäude	33
7.1.7.2.1 Kriterien zum Standort.....	33
7.1.7.2.2 Kriterien zum Grundstück.....	33
7.1.7.2.3 Kriterien zum Gebäude	33
7.1.7.2.4 Technische Kriterien	34
7.1.7.3 Entscheidung.....	34

7.2	Szenariensimulation.....	36
7.2.1	Datenerhebung- und Aufbereitung	36
7.2.2	Simulation des Ausgangsszenarios :.....	41
7.2.3	Datenaufbereitung für Crossdock-Szenarien.....	43
7.2.4	Szenario 2 Crossdock Kohlenhof	45
7.2.5	Szenario 3 Crossdock Sandreuth.....	45
7.2.6	Szenario 4 Crossdock Kohlenhof elektrisch	45
7.3	Tourenoptimierung einzelner Projektpartner	46
7.3.1	Planungshorizont	46
7.3.2	Festlegung der Planungsobjekte.....	47
7.3.3	Fahrzeuge.....	47
7.3.4	Qualifikationen	48
7.3.5	Artikeltypen	48
7.3.6	Leistungstypen.....	48
7.3.7	Aufbereitung der erforderlichen Daten	48
7.3.8	Durchführung der Simulation.....	49
7.3.9	Auswertung.....	50
7.4	Modellversuch.....	51
7.4.1	Ziel, Teilnehmer und Umfang des Modellversuchs.....	51
7.4.2	Auftragsabwicklungsprozess.....	52
7.4.3	Auswahl Kunden und Liefertage	53
7.4.4	Entwicklung eines Webtools.....	53
7.4.5	Ergebnisse des Modellversuchs.....	54
7.5	Umfrage.....	55
7.5.1	Vorgehensweise	55
7.5.2	Auswertung.....	56
8	Zusammenfassung und Ausblick	64
9	Anlagen auf CD-Rom	66
	Literaturverzeichnis	67
	Anhang 1: Muster Tourvorschlag	68
	Anhang 2: Muster Umschlagliste	69
	Anhang 3: Leergutkennzeichnung.....	70
	Anhang 4: Tagesbericht.....	71
	Anhang 5: Informationsflyer für Kunden.....	72
	Anhang 6: Kurzanleitung Web-Applikation	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pilotprojekt Grüne Logistik - Ist- und Soll-Zustand	3
Abbildung 2: Exemplarisches Stoffstrommodell in Umberto 5.5.....	16
Abbildung 3: Ergebnis in Umberto 5.5	16
Abbildung 4: Projektverlauf.....	22
Abbildung 5: Immobilie Kohlenhof	32
Abbildung 6: Immobilie Dachser (Hafen)	34
Abbildung 7: 10-stellige Tournummer.....	38
Abbildung 8: Beispiel einer Auftragsnummer	39
Abbildung 9: Simulationsmodell in TransIT.....	41
Abbildung 10: Aufteilung nach Kundentypen	43
Abbildung 11: Crossdock-Szenario	43
Abbildung 12: Tourenplanung über Crossdock.....	44
Abbildung 13: Elektro-LKW Modec 5,5t.....	46
Abbildung 14: Grundstruktur Auftragsabwicklungsprozess	52
Abbildung 15: Ergebnis der Einstiegsfrage.....	57
Abbildung 16: Ergebnis der zweiten Einstiegsfrage.....	57
Abbildung 17: Auswertung der Antworten zu Frage 1	58
Abbildung 18: Auswertung der Antworten zu Frage 2.....	58
Abbildung 19: Auswertung der Antworten zu Frage 3.....	59
Abbildung 20: Auswertung der Antworten zu Frage 4.....	60
Abbildung 21: Auswertung der Antworten zu Frage 4a.....	60
Abbildung 22: Auswertung der Antworten zu Frage 5.....	61
Abbildung 23: Auswertung der Antworten zu Frage 6.....	61
Abbildung 24: Auswertung der Antworten zu Frage 7.....	62
Abbildung 25: Auswertung der Antworten zu Frage 8.....	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Batteriebetriebene Nutzfahrzeuge.....	12
Tabelle 2: Auszug aus dem Kriterienkatalog	14
Tabelle 3: Übersicht Auswertung.....	14
Tabelle 4: Emissionen nach Szenario.....	16
Tabelle 5: Emissionen – Szenarienvergleich	17
Tabelle 6: Beispiel zur Ermittlung der absoluten Gewichtungsfaktoren.....	29
Tabelle 7: Kriterienkatalog zur Immobilienbewertung	30
Tabelle 8: Bewertung der Logistikimmobilien „Kohlenhof“ und „Dachser“	35
Tabelle 9: Entfernungen in Kilometern.....	36
Tabelle 10: Inhalte der Datenerhebung	37
Tabelle 11: LKW-Restriktionen	38
Tabelle 12: Verschlüsselung Unternehmen und Kundentyp	38
Tabelle 13: Stellplatzbezogene LKW-Auslastung	40
Tabelle 14: Auswertungsergebnisse des Ausgangsszenarios	42
Tabelle 15: Auswertungsergebnisse Szenario „Kohlenhof“.....	45
Tabelle 16: Auswertungsergebnisse Szenario „Sandreuth“	45
Tabelle 17: Auswertungsergebnisse Szenario „Kohlenhof“ (elektrisch)	46
Tabelle 18: Auswertung Tourenoptimierung Getränke KARAS.....	51
Tabelle 19: Kostenübersicht Modellversuch	54
Tabelle 20: Maßzahlen zentrale Tendenz und Dispersion	63

1 Kurzbeschreibung (Abstract)

Das Ziel der Grünen Logistik ist u.a. die Ausnutzung von Effizienzpotenzialen bei der Distribution von Gütern und folglich die Reduzierung von Verkehr, Emissionen und Lärm. Die Belieferung der Gastronomie mit Getränken in der Nürnberger Altstadt soll im Rahmen dieses Projektes ökoeffizient gestaltet werden. Ein innovativer Ansatz der Getränkelogistik soll zu einer Verkehrsentlastung in der Nürnberger Altstadt, insbesondere in der Fußgängerzone, beitragen. Durch Fahrteneinsparungen sollen umfassend CO₂-Emissionen, Luftschadstoffe und Lärm reduziert werden. Über ein branchenbezogenes Logistikkonzept können die hohen Umsetzungsbarrieren von groß angelegten Lösungsansätzen umgangen werden. In diesem Projekt wird das aus Konzernstrukturen bekannte Crossdockingkonzept als horizontale Kooperation auf der „letzten Meile“ in der von KMU's dominierten Branche der Getränkelogistik zur Anwendung gebracht. Die Tourenplanung erfolgt dabei softwaregestützt dynamisch. Im Projektverlauf stellte sich heraus, dass Ökoeffizienz dabei nur mit einer vollelektrisch befahrenen „letzten Meile“ erreicht werden kann. Die Projektziele wurden dahingehend abgeändert, dass ein „fossiler“ Crossdock-Modellversuch die horizontale Kooperation in der Praxis testen soll, als technologische und betriebswirtschaftliche Voraussetzung für ein Folgeprojekt in Sachen Elektromobilität.

2 Aufgabenstellung

Die Erfahrungen mit dem seinerzeit groß angelegten Citylogistik-Projekt „ISOLDE“ in Nürnberg haben gezeigt, dass hoch integrierte, komplexe und branchenübergreifende Lösungsansätze hohe Umsetzungsbarrieren in der Praxis haben. Mit Blick auf die (durchaus funktionierende) Restabwicklung der ISOLDE kann festgehalten werden, dass sich lediglich das logistische Konzept eines konsolidierten Nachlaufes in die Nürnberger Fußgängerzone mittels Elektromobilität für einen einzelnen KEP-Dienstleister durchgesetzt hat. Die Attraktivität dieses Ansatzes lag einerseits in der Kostenneutralität und andererseits im Anreiz der Stadt Nürnberg, die bestehenden Zeitrestriktionen der Anlieferung entfallen zu lassen. Die Umsetzung durch genau einen KEP-Dienstleister und seinen Subunternehmer führte auch zum Entfall aller branchenübergreifenden Infrastruktur- und Koordinationsprobleme. Dies legte den Schluss nahe, ein Pilotprojekt zur Vermeidung von Verkehr und Emissionen auf zunächst eine Branche mit einer überschaubaren Anzahl von Beteiligten zu konzentrieren. In einer Voruntersuchung durch Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski kristallisierte sich die Belieferung der Nürnberger Altstadtrestaurants als geeignete Branche für ein solches Pilotprojekt heraus.

Die Getränkelogistik für die Belieferung der Nürnberger Gastronomie kann im Ist-Zustand wie folgt charakterisiert werden: Eine überschaubare Anzahl an Getränkelieferanten und Brauereien liefern oft deckungsgleiche Artikel in die Innenstadt. Sie fahren dabei eine hohe Anzahl von Abladestellen an, die teilweise auch von mehreren Lieferanten bedient werden. Kleine Lagerflächen an den Abladestellen machen zudem häufige Anfahrten notwendig. Während der Anlieferungszeit kommt es aufgrund des hohen Anlieferverkehrs zu gegenseitigen Behinderungen und LKW's können nicht direkt an der Abladestelle halten. Schweres Frachtgut und die lokalen Gegebenheiten an den Abladestellen führen zu einer zeitintensiven Belieferung. Zudem steht das Anlieferungszeitfenster im Konflikt mit den Öffnungszeiten der Gastronomie. Eine Touren- und/oder Ladungsoptimierung ist auf Grund der vorgegebenen Zeitfenster für die Einfahrt in die Innenstadt oft suboptimal und bislang nicht softwaregestützt. Dies führt auf der einen Seite zu hohem Kostendruck und geringen Margen bei den liefernden Unternehmen. Auf der anderen Seite ergibt sich daraus ein höheres Verkehrsaufkommen mit einem mehr an Emissionen und Lärm.

Im Grundsatz soll die in der Automobilindustrie bewährte Lösung eines Güterversorgungszentrums (GVZ) auf die Getränkelogistik übertragen werden. Ziel ist eine innenstadtnahe Sendungskonsolidierung mittels Crossdocking auf einer arrondierten Umschlagsfläche, um den dann folgenden Nachlauf („letzte Meile“) hinsichtlich Routenplanung und Auslastung der Fahrzeuge zu verbessern. Die logistische Optimierung erfolgt unter Beibehaltung von Service und Sortiment. Die Kosten des Systems werden durch Kosteneinsparungen finanziert, um die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen zu erhalten. Das Prinzip des Crossdockings ist in nachfolgender Abbildung dargestellt. In diesem Beispiel ergeben sich bei fünf Lieferanten und acht Abnehmern 40 direkte Lieferbeziehungen (5x8). Durch den Einsatz eines Crossdocks (X-Dock) können in diesem Falle durch Bündelungseffekte die Lieferbeziehungen auf 13 reduziert werden (5+8), also eine Einsparung an direkten Lieferbeziehungen von knapp 68 %. Die beteiligten Unternehmen gehen dazu eine offene und freiwillige Kooperation ein. Die Gründung eines separaten Dienstleistungsunternehmens ist keinesfalls beabsichtigt.

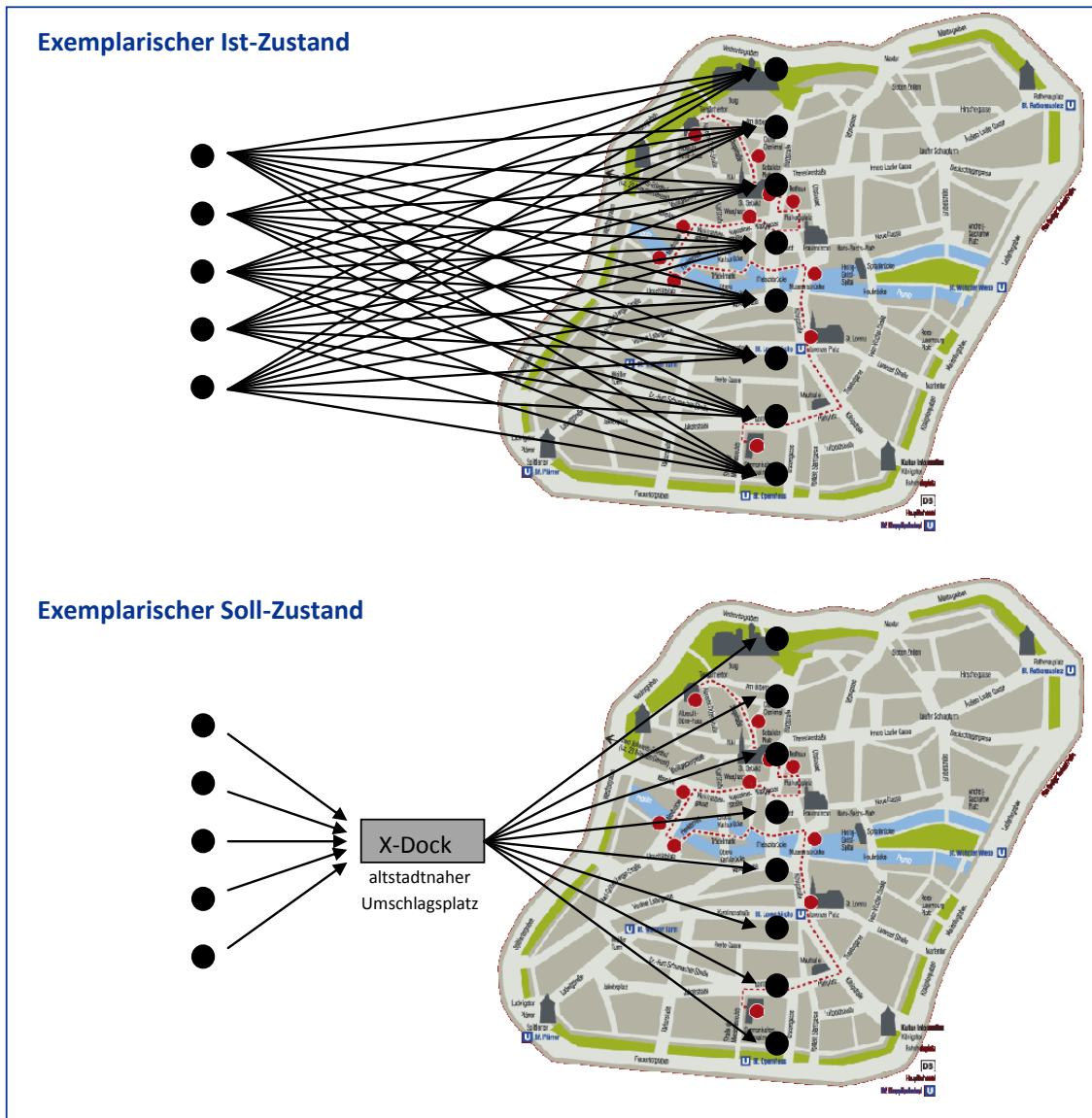


Abbildung 1: Pilotprojekt Grüne Logistik - Ist- und Soll-Zustand

Das Projekt wird durch die Kommunalpolitik unterstützt und wurde in den Luftreinhalteplan der Stadt Nürnberg aufgenommen (Maßnahme Nr. 11: Entwicklung von Logistikkonzepten zur Emissionsminderung im innerstädtischen Wirtschaftsverkehr). Die Stadt Nürnberg stellt für die Laufzeit des Projekts eine geeignete Logistikimmobilie in der Nähe des Nürnberger Altstadt-rings zur Verfügung und hat Gesprächsbereitschaft bei Anlieferzeitfenstern und Furten durch die Nürnberger Altstadt signalisiert, wenn im Rahmen des Projekts Verkehr, Emissionen und Lärm reduziert werden. Die Ermittlung des Emissionsminderungspotenzials und der im operativen Betrieb tatsächlich eingesparten Emissionen ist fester Bestandteil des Projektes.

Das Vorhaben soll Beispiel gebend sein für andere Branchen und Kommunen. Eine Anpassung der Logistik an die jeweils eigenen individuellen Gegebenheiten von Branchen und Kommunen ist dann aber erforderlich.

Das Minderungspotential für die Getränkelogistik wird mit jährlich 185.000 kg CO₂, 790 kg NO_x, und 18 kg Feinstaub abgeschätzt. Zugrunde gelegt wird hierbei in einer ersten, von den beteiligten Unternehmensvertretern bestätigten groben Abschätzung, eine Fahrleistungsminderung von 158.400 km p.a. (12 LKW , täglich 60km, 220 Arbeitstage) bei direkten Emissionen von CO₂ 1,1642923 kg/km, NO_x 4,9879 * 10⁻³ kg/km, Staub 114,5 * 10⁻⁶ kg/km (Quelle:

GEMIS Version 4.5, LKW innerorts 28-32t zul. GG, Beladung 50%, Bezug für Emissionsfaktoren Deutschland 2010)).

Die erwarteten Auswirkungen hinsichtlich der relevanten Emissionen können durch software-gestützten Szenarienvergleich als Ergebnis der dynamischen Tourenplanung mit Hilfe der Software für Stoff- und Energieflussanalyse sowie Ökobilanzierung Umberto 5.5academic und dem dazu notwendigen lizenzierten Zugriff auf die international renommierte Datenbank für Sachbilanzen ecoinvent v2.1 prognostiziert werden.

3 Ausgewertete Literatur

Nachstehend eine Auswahl der projektbegleitend untersuchten Literaturquellen:

- AG3, Arbeitsgruppe 3 "Ladeinfrastruktur und Netzintegration" der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) (2010):** *Zwischenbericht der Arbeitsgruppe 3. Lade-Infrastruktur und Netzintegration*. Online verfügbar unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenbericht_emob_ag3_bf.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2011.
- Biermann, Jan-Welm (2007):** *Der Elektro-Hybrid. eine Übersicht zu einem erfolgsversprechenden, alternativen Fahrzeugantrieb*. In: Naunin, Dietrich (Hg.): *Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge. Technik, Strukturen und Entwicklungen*. 4. Aufl. Renningen, S. 65–77.
- Brähler, Hermann; Rhein, Bernd (2010):** *Lastkraftwagen- und Anhängerfahrgestell*. In: Hoepke, Erich; Breuer, Stefan (Hg.): *Nutzfahrzeugtechnik. Grundlagen, Systeme, Komponenten*. 6., überarb. Aufl. Wiesbaden, S. 163–242.
- Buchholz, Torsten (2010):** *Die große Laster-Show*. In: LOGISTRA Fuhrpark, Jg. 22, H. 12, S. 6–7.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010):** *Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes*. Online verfügbar unter <http://www.bmu.de/luftreinhaltung/downloads/doc/44556.php>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Bundesregierung (2007):** *Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm*. Online verfügbar unter http://www.bundesregierung.de/nsc_true/Content/DE/Archiv16/Artikel/2007/12/Anlagen/2007-12-05-integriertes-energie-und-klimaprogramm,property=publicationFile.pdf/2007-12-05-integriertes-energie-und-klimaprogramm, zuletzt geprüft am 11.05.2011.
- Bundesregierung (2008):** *Masterplan Güterverkehr und Logistik*. Online verfügbar unter <http://www.bmvbs.bund.de/cae/servlet/contentblob/23142/publicationFile/34012/masterplan-gueterverkehr-und-logistik.pdf>, zuletzt geprüft am 11.05.2011.
- Bundesregierung (2009):** *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. Online verfügbar unter http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2011.
- Czotscher, Eric; Preußner, Jacqueline (2010):** *Branchenkompass Transport. Aktuelle Entscheiderbefragung ; grüne Logistik in der Konsumgüterindustrie und im Einzelhandel*. Frankfurt am Main.
- de Man, Reinier; Haralabopoulou, Dimitra; Hensling, Karl Otto (1998):** *Ziele, Anlässe und Formen des Stoffstrommanagements*. In: Friege, Henning; Friege-Engelhardt-Henseling (Hg.): *Das Management von Stoffströmen. Geteilte Verantwortung - Nutzen für alle*. Berlin, S. 20–26.
- Eisele, Alxel (2009):** *Citylogistik*. In: Klaus, Peter; Krieger, Winfried (Hg.): *GABLER LEXIKON LOGISTIK. Management logistischer Netzwerke und Flüsse*. 4. Aufl. Wiesbaden, S. 93–97.
- Enquete-Kommission (1994):** *Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen*. Bonn.
- Esch, Thomas; Dahlhaus, Ulrich (2010):** *Motor*. In: Hoepke, Erich; Breuer, Stefan (Hg.): *Nutzfahrzeugtechnik. Grundlagen, Systeme, Komponenten ; mit 35 Tabellen*. 6., überarb. Aufl. Wiesbaden, S. 307–420.

- Feldschlösschen:** *Factsheet Modec*. Online verfügbar unter http://www.feldschlösschen.com/Unternehmen/medien/Documents/Factsheet_Modec.pdf, zuletzt geprüft am 05.11.2010.
- Golloch, Rainer (2005):** *Downsizing bei Verbrennungsmotoren. Ein wirkungsvolles Konzept zur Kraftstoffverbrauchssenkung*. Berlin.
- Göpfert, Ingrid (2009):** *Die Anwendung der Zukunftsforschung für Logistik*. In: Göpfert, Ingrid (Hg.): *Logistik der Zukunft - Logistics for the future*. 5., aktualisierte und überarb. Aufl. Wiesbaden, S. 39–87.
- Grünert, Tore (2003):** *Flexible Transportplanung für die Praxis*. In: Hossner, R. (Hg.): *Logistik Jahrbuch 2003*. Düsseldorf, S. 112–116.
- Hassa, Eva (2011):** *Die E-Pioniere*. In: *Verkehrsrundschau*, H. 2, S. 26–27.
- Heintze, Alexander (2008):** *Die neue LKW-Welt*. In: *Logistik inside*, H. 10, S. 49–51.
- Helmers, Eckard (2009):** *Bitte wenden Sie jetzt. Das Auto der Zukunft*. 1. Aufl. Weinheim.
- Hofmann, Peter (2010):** *Hybridfahrzeuge*. Wien.
- Hormmeyer, Bernd (2011):** *Ladesteckverbinder für das Elektro-Mobil*. In: *Elektronik Praxis*, H. 603, S. 12–15.
- Joos, Franz (2006):** *Technische Verbrennung. Verbrennungstechnik, Verbrennungsmodellierung, Emissionen*. Berlin.
- Jünemann, Reinhardt; Daum, Matthias (1989):** *Materialfluß und Logistik. Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen*. Berlin.
- Köhler, Uwe (2007):** *Batterien für Elektro- und Hybridfahrzeuge*. In: Naunin, Dietrich (Hg.): *Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge. Technik, Strukturen und Entwicklungen ; mit 8 Tabellen*. 4. Aufl. Renningen, S. 34–48.
- Köhler, Uwe (2010):** *Batteriesysteme für Elektro- und Hybridfahrzeuge*. In: Korthauer, Reiner (Hg.): *Handbuch Elektromobilität*. 1. Ausg. Frankfurt, S. 91–107.
- Lohre, Dirk; Herschlein, Stefan (2010):** *Grüne Logistik. Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung "Grüner Logistik" in der Speditions- und Logistikbranche*. Online verfügbar unter http://www.invl.de/images/Runder_Tisch/invl_studie__gruene_logistik.pdf, zuletzt aktualisiert am 11.05.2011.
- Majeau-Bettez, Guillaume; Hawkins, Troy R.; Hammer Strommann, Anders (2011):** *Life Cycle Environmental Assessment of Lithium-Ion and Nickel Metal Hydride Batteries for Plug-In Hybrid and Battery Electric Vehicles*. In: *Environmental Science & Technology*, Online first bei ACS Publications.
- McKinnon, Alan C. (2010):** *Environmental sustainability. A new priority for logistics managers*. In: McKinnon, Alan C.; Cullinane, Sharon; Browne, Michael; Whiteing, Anthony (Hg.): *Green logistics. Improving the environmental sustainability of logistics*. London, S. 3–30.
- Merker, Günter; Schwarz, Christian; Stiesch, Gunnar; Otto, Frank (2006):** *Verbrennungsmotoren. Simulation der Verbrennung und Schadstoffbildung*. 3., überarb. und aktualisierte Aufl. Wiesbaden.
- Müller, Michael; Volkamer, Achim (2006):** *Leitfaden städtischer Güterverkehr. Umwelt schonen und Kosten sparen*. Online verfügbar unter http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/verkehr/gueterverkehr/20060900_verkehr_vcdgueterverkehrstadt_leitfaden.pdf, zuletzt aktualisiert am 05.03.2011.
- Müller, Stefanie (2009):** *Entdeckungsreise in die Logistik: Auf den Spuren mehrerer Jahrzehnte Forschung*. In: Müller, Stefanie; Roth, Angela; Schmidt, Norbert (Hg.): *Märkte*,

- Anwendungsfelder und Technologien in der Logistik. Ergebnisse und Reflexion von 20 Jahren Logistikforschung. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 3–22.
- Naunin, Dietrich (2007):** *Elektrische Antriebssysteme*. In: Naunin, Dietrich (Hg.): Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge. Technik, Strukturen und Entwicklungen ; mit 8 Tabellen. 4. Aufl. Renningen, S. 20–33.
- Nehm, Alexander; Veres-Homm, Uwe; Kille, Christian (2009):** *Logistikimmobilien in Deutschland. Markt und Standorte*. Nürnberg.
- Notter, Dominic A.; Gauch, Marcel; Widmer, Rolf; Walger, Patrick; Stamp, Anna; Zah, Rainer; Althaus, Hans-Jörg (2010):** *Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles*. In: Environmental Science & Technology, Jg. 44, H. 19, S. 6550–6556.
- Ohrt, Claudius (2008):** *Tourenplanung im Straßengüterverkehr*. Wiesbaden.
- Pfohl, Hans-Christian (2004):** *Logistikmanagement. Konzeption und Funktionen*. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin.
- Pfohl, Hans-Christian (2010):** *Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen*. 8., neu bearb. und aktualisierte Aufl. Berlin.
- Pietsch, Thomas (2010):** *Die Zukunft ist elektrisch*. In: LOGISTRA Fuhrpark, Jg. 22, H. 12, S. 15–16.
- Piontek, Jochem (2009):** *Bausteine des Logistikmanagements*. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. Herne.
- Puls, Thomas (2008):** *Stadtverkehr im Fokus. Ist eine City-Maut die Lösung der Stauprobleme?* Köln.
- Rausch, Karl-Friedrich; Kadow, Michael; Elbert, Ralf (2010):** *Grüne Logistik. Handlungsfelder und -strategien für Logistikdienstleister am Beispiel von DB Kohlenhof*. In: Schönberger, Robert; Elbert, Ralf (Hg.): Dimensionen der Logistik. Funktionen, Institutionen und Handlungsebenen. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 681–707.
- Regierung von Mittelfranken (2010):** *1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Nürnberg - Fürth - Erlangen für das Stadtgebiet der Stadt Nürnberg*. Online verfügbar unter http://www.umwelt.nuernberg.de/download/luftreinpl/fortschreibung1_lrp_N_StMUG_end.pdf, zuletzt geprüft am 27.04.2011.
- Samaras, Constantine; Meisterling, Kyle (2008):** *Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Plug-in Hybrid Vehicles: Implications for Policy*. In: Environmental Science & Technology, Jg. 42, H. 9, S. 3170–3176.
- Schenk, Michael; Seidel, Holger; Ebert, Ramon (2010):** *Konfiguration einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge Ein Ansatz zur modellgestützten Entscheidungsfindung*. In: Industrie Management, H. 6, S. 53–56.
- Schneider, Matthias; Ruland, Christoph (2010):** *Steckdose als virtuelle Zapfsäule*. In: Teigelkötter, Johannes (Hg.): EMA 2010 - Elektromobilausstellung. Fachtagung, Wettbewerbe; Vorträge der ETG-Fachtagung vom 8. bis 9. Oktober 2010 in Aschaffenburg. Berlin, S. 161–169.
- Schwegler, Urs (2010):** *Leichte Elektro-LKW bei Feldschlösschen. Schlussbericht zur 1. und 2. Phase des Feldtests*. Online verfügbar unter http://www.e-mobile.ch/pdf/2010/Schlussbericht-Modec_2010.pdf, zuletzt geprüft am 02.05.2011.
- Smith Electric Vehicles (o. J.a):** *Smith Newton*. Online verfügbar unter <http://www.smithelectricvehicles.com/NewtonFullSpecs.pdf>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.

- Smith Electric Vehicles (o. J.b):** *Welcome to Our Range*. Online verfügbar unter <http://www.smithelectricvehicles.com/ourranges.asp>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Solomon, Susan (2007):** *Climate change 2007. The physical science basis ; contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1. Aufl. New York: UNEP.
- Stan, Cornel (2005):** *Alternative Antriebe für Automobile. Hybridsysteme, Brennstoffzellen, alternative Energieträger*. Berlin.
- Sucky, Eric (2008):** *Netzwerkmanagement*. In: Arnold, Dieter; Furmans, Kai; Isermann, Heinz; Kuhn, Axel; Tempelmeier, Horst (Hg.): *Handbuch Logistik*. 3., neu bearb. Aufl. Berlin, S. 934–945.
- Tenerowicz, Peter; Boppert, Julia; Seebauer, Petra (2010):** *Change to green. Handlungsfelder und Perspektiven für nachhaltige Logistik und Geschäftsprozesse*. 3., unveränd. Aufl. München.
- Tschöke, Helmut (2007):** *Abgasemissionen von Dieselmotoren. Allgemeine Zusammenhänge*. In: Mollenhauer, Klaus; Tschöke, Helmut (Hg.): *Handbuch Dieselmotoren*. 3., neubearbeitete Auflage. Berlin, S. 461–470.
- Umweltbundesamt (2009):** *Feinstaubbelastung in Deutschland*. Online verfügbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3565.pdf>, zuletzt geprüft am 26.04.2011.
- Umweltbundesamt (2011a):** *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 - 2009. Treibhausgase*. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/archiv/Entwicklung_in_D_Trendtabelle_THG_1990-2009_v1.6.0_out.xls.zip, zuletzt aktualisiert am 17.01.2011, zuletzt geprüft am 25.04.2011.
- Vahrenkamp, Richard (1999):** *Supply Chain Management*. In: Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hg.): *Handbuch Logistik. Management von Material- und Warenflußprozessen*. Stuttgart, S. 308–321.
- Verein Deutscher Ingenieure (2004):** *VDI-Richtlinie 2700. Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen*. Berlin.
- Verein Deutscher Ingenieure (2009):** *VDI-Richtlinie 2700 - Blatt 12. Ladungssicherung von Getränkeprodukten*. Berlin.
- Volkwein, Stephan; Gühr, Regine; Klöpffer, Walter (1996):** *The valuation step within LCA*. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Jg. 1, H. 4, S. 182–192.
- Wallentowitz, Henning; Freialdenhoven, Arndt; Olschewski, Ingo (2010):** *Strategien zur Elektrifizierung des Antriebstranges. Technologien, Märkte und Implikationen*. 1. Aufl. Wiesbaden.
- Weber, Jürgen; Wallenburg, Carl Marcus (2010):** *Logistik- und Supply Chain Controlling*. 6., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart.
- Wolf, Winfried (2007):** *Strukturen der Verkehrsindustrie – Wirtschaftsinteressen und Verkehrspolitik*. In: Schöllner, Oliver; Canzler, Weert; Knie, Andreas (Hg.): *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden, S. 405–424.
- Yay, Mehmet (2010):** *Elektromobilität. Theoretische Grundlagen, Herausforderungen sowie Chancen und Risiken der Elektromobilität, diskutiert an den Umsetzungsmöglichkeiten in die Praxis*. Frankfurt.

4 Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

In Nürnberg begann im Jahr 1996 das einst größte City-Logistik-Projekt in Deutschland „ISOLDE“ als Kooperation zwischen vier Speditionen und zwei KEP-Dienstleistern. Zum Projektbeginn erfolgte die Warenbündelung über ein eigenes citynahes Terminal. Diese Bündelungsstrategie wurde später aus Kostengründen und wegen Zeitverlusten eingestellt. ISOLDE bot neben der gebündelten Innenstadtbelieferung weitere Dienstleistungen, wie einen Entsorgungsservice für Verpackungen, einen Lager- und Heimlieferservice sowie einen Aufbewahrungsservice für Einkäufe an. Diese zusätzlichen Services wurden wegen mangelnder Nachfrage bald wieder eingestellt. Aufgrund des schwankenden speditionellen Sendungsaufkommens und des hohen logistischen Transferaufwandes wurden die Sendungen der Spediteure wieder aus der gebündelten Belieferung herausgenommen und nur noch die Sendungen der KEP-Dienstleister gebündelt in der Innenstadt ausgeliefert. Mitte des Jahres 2000 ging ISOLDE an einen Subunternehmer von DPD über. Dieser liefert seitdem seine Sendungen privilegiert durch Entfall des Lieferzeitfensters mit einem Elektrofahrzeug in der Nürnberger Fußgängerzone aus, wobei das elektrische Zugfahrzeug altstadtnah geparkt und vom DPD-Depot aus konventionell mit einem vorkommissionierten Anhänger versorgt wird.

Im Zeitraum September 2008 bis April 2009 wurde eine Voruntersuchung unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Bogdanski zu möglichen Auswirkungen der in Planung befindlichen Umweltzone auf den Wirtschaftsverkehr durchgeführt. Ziel der Untersuchung war die Frage, ob die Einführung der geplanten Umweltzone im Stadtgebiet Nürnberg Auswirkungen auf die Ver- und Entsorgung der dort ansässigen Unternehmen mit Waren hat bzw. welche weiteren Möglichkeiten es zur Emissionsminderung im Wirtschaftsverkehr gibt.

Dazu wurden im Rahmen einer Befragung in Kooperation mit der IHK Nürnberg für Mittelfranken Transport- und Speditionsunternehmen ab 7 Mitarbeiter im gesamten Stadtgebiet von Nürnberg und Fürth, verladende Unternehmen ab 20 Mitarbeiter sowie Einzelhandelsunternehmen und Autohäuser ab 10 Beschäftigten im Innenbereich der diskutierten Umweltzone angeschrieben. Von insgesamt 539 ausgewählten Unternehmen haben 217 Unternehmen geantwortet, das sind 40 % Rücklauf. Interessant sind hierbei folgende Erkenntnisse:

Insgesamt 46 % der Befragten erwarten spürbare bis sehr starke Beeinträchtigungen durch die Umweltzone, wobei nur etwa 50 % der Befragten einen eigenen Fuhrpark betreiben. Die Fuhrparkbetreiber wiederum gaben an, im Zeitraum 2005 bis 2008 durchschnittlich 60 % der Fahrzeuge ausgetauscht zu haben bzw. in 2009 den Austausch von 25 % der Fahrzeuge zu planen. Maximal 10 % des Fahrzeugbestandes verfügt über keine Feinstaubplakette bzw. nur die rote Plakette.

Geht man davon aus, dass die Befragten ohne eigenen Fuhrpark Transportdienstleister beauftragen, die über genügend umweltzonentaugliche Fahrzeuge verfügen, dürften die befürchteten, negativen Auswirkungen einer Umweltzone auf den realen Güterverkehr der Innenstadt äußerst gering sein. Die Betroffenheit der Befragten drückt sich somit eher in der Erwartung einer sinkenden Standortattraktivität aus Sicht der Kunden bzw. höherer Transportkosten infolge erwarteter Gebühren oder erforderlicher Investitionen aus.

Andererseits besteht jedoch auch bei ca. 45% der Befragten die Bereitschaft, sich an Projekten zur Verkehrsvermeidung und zum Einsatz schadstoffarmer Transporttechnologien zu beteiligen. Die Erfahrungen aus dem Projekt „ISOLDE“ in Nürnberg haben gezeigt, dass hoch integrierte, komplexe und branchenübergreifende Lösungsansätze hohe Umsetzungsbarrieren in der Praxis haben. Aus der ISOLDE hat sich lediglich das logistische Konzept eines konsolidierten Nachlaufes in die Nürnberger Fußgängerzone mittels Elektromobilität für einen einzelnen KEP-Dienstleister durchgesetzt. Die Attraktivität dieses Ansatzes lag einerseits in der Kostenneutralität und andererseits im Anreiz der Stadt Nürnberg, die bestehenden Zeitrestriktionen der Anlieferung entfallen zu lassen. Die Umsetzung durch genau einen KEP-Dienstleister und

seinen Subunternehmer führte auch zum Entfall aller branchenübergreifenden Infrastruktur- und Koordinationsprobleme. Dies legte den Schluss nahe, ein Pilotprojekt zur Vermeidung von Verkehr und Emissionen auf zunächst eine Branche mit einer überschaubaren Anzahl von Beteiligten zu konzentrieren, wobei die Getränke Logistik erfolgversprechend schien.

Die Belieferung von Innenstädten mit Getränken als Pilotbranche einer grünen City-Logistik ist eine Dienstleistung, die auch in Zukunft nicht „dematerialisierbar“ ist, der Bedarf für diese Dienstleistung besteht seit Jahrhunderten und wird aufgrund der besonderen Attraktivität von Innenstadtlagen für die Gastronomie und den Einzelhandel immer bestehen. Die Tonnagen sind hoch, so dass überwiegend LKW mit mehr als 12t zulässigem Gesamtgewicht zum Einsatz kommen, vor allem in der Saison ist auch die Frequenz der Belieferung hoch. In der Gastronomie kommen mehrheitlich Mehrweggebinde zum Einsatz, so dass der Leergutrückführung eine große Bedeutung zukommt. Der Markt ist jedoch gekennzeichnet durch sehr heterogene Strukturen; eine Vielzahl von Anbietern konkurriert mit einem breiten Artikelspektrum um eine begrenzte Zahl von Abnehmern auf engstem Raum. Dies generiert logistisch suboptimale Warenverkehre. Zusätzlich verschärft wird diese Situation durch kommunale Zufahrtsbeschränkungen, wie z.B. Lieferzeitfenster in Fußgängerzonen.

Somit ist die Getränke Logistik geradezu prädestiniert für horizontale Kooperationen zur logistischen und ökoeffizienten Optimierung der „letzten Meile“. Erschwert wird dieser Gedanke jedoch durch den Verdrängungswettbewerb; die Fahrer übernehmen zusätzliche Serviceleistungen und üben Vertriebs- und Kontrollfunktionen aus. In der Gastronomie bestehen oft besondere Vertrauensverhältnisse zwischen Kunden und Lieferanten (Schlüsselgewalt) und die markenspezifisch gestalteten Fahrzeuge werden lieferantenseitig als Teil der Marketingstrategie gesehen. Die Austauschbarkeit der logistischen Dienstleistung ist auf den ersten Blick so nicht gegebene, aber notwendige Voraussetzung für horizontale Kooperationen.

5 „Stand der Technik“ und verwendete Methoden

5.1 Elektromobilität

Im Zuge der Simulationsrechnungen stellte sich heraus, dass Ökoeffizienz nur mit einer voll-elektrischen Belieferung der „letzten Meile“ erreicht werden kann (siehe Punkt 7.2). Daher wurden die Projektziele dahingehend abgeändert, dass ein „fossiler“ Crossdock-Modellversuch die horizontale Kooperation in der Praxis testen soll, als technologische und betriebswirtschaftliche Voraussetzung für ein Folgeprojekt in Sachen Elektromobilität. Hierzu war auch der Stand der Technik bei elektrischen Nutzfahrzeugen zu untersuchen.

5.1.1 Elektrische Nutzfahrzeuge – Traum oder Wirklichkeit?

Auch für Nutzfahrzeuge werden elektrische Antriebsalternativen diskutiert, entwickelt und auf den Markt gebracht. Auf der Internationalen Automobil Ausstellung (IAA) für Nutzfahrzeuge 2010 lag der Schwerpunkt u. a. auf alternativen Antrieben, Hybridtechnologien und Elektromobilität. Unter dem Motto – „Nutzfahrzeuge: Effizient, flexibel, zukunftssicher“ wurden Transporter und Busse mit Elektro- und Hybridantrieb ausgestellt.¹

Für den Schwerlast-Fernverkehr wird eine elektromobile Zukunft auf absehbare Zeit ein Traum bleiben. Für einen Mercedes-Actros-LKW mit einer Reichweite von etwa 3.000 Kilometer wäre eine Batterie mit einem Gewicht von 52 Tonnen und einem Volumen von 26 Kubikmetern notwendig.² Damit würde alleine die Batterie das zulässige Gesamtgewicht von 40 Tonnen übersteigen. Hier tritt das Reichweitenproblem besonders stark ins Zentrum. Für eine Tagesetappe von 800 Kilometer wäre immer noch ein Batteriegewicht von ca. 14 Tonnen notwendig. Im Schwerlastverkehr könnte in ferner Zukunft die Brennstoffzelle eine Alternative bieten.³

Im Bereich der Verteilerverkehre sieht die Situation heute schon anders aus. Durch die Einführung von Umweltzonen wird die Zahl der ausgesperrten LKWs immer größer. Alle großen LKW-Hersteller⁴ entwickeln derzeit Hybridantriebe für Verteiler- und Kommunalfahrzeuge oder haben bereits erste Modelle am Markt. Alle Hybridmodelle der verschiedenen Hersteller haben in der Regel eine Start-Stopp-Funktion, können einen Teil der Bremsenergie zurückgewinnen und ermöglichen ein rein elektrisches Anfahren. Erst ab 15 bis 20 Kilometer pro Stunde schaltet der Dieselmotor zu. Dies führt auch zu einer deutlichen Lärmreduzierung beim Anfahren. Die erwarteten Kraftstoffeinsparungen im Stadtverkehr liegen zwischen 15 und 20 Prozent. Langfristig wird erwartet, dass der Hybridantrieb auch in Schwerlastfahrzeuge Einzug findet. Dabei werden Verbrauchseinsparungen von ca. fünf Prozent erwartet.⁵ Rein elektrische Antriebe für Verteiler-LKW sind eher die Ausnahme und werden vorwiegend von kleineren Unternehmen hergestellt.

Batteriegetriebene Fahrzeuge sind derzeit überwiegend in der Klasse leichte Nutzfahrzeuge und Transporter anzutreffen. Auf der IAA Nutzfahrzeuge 2010 präsentierten Citroën/Peugeot, Ford, Iveco, Mercedes-Benz, Opel und Renault Elektronutzfahrzeuge in der Größenordnung

¹ Vgl. Buchholz 2010, S. 6.

² Vgl. N.N. 18.12.2010, S. M01; Plausibilitätscheck: Verbrauch pro 100 km x Dichte Diesel x Energiedichte Diesel / Energiedichte Li-Ion-Akku = 39 Liter/100 km x 0,78 kg/l x 11600 Wh/kg / 200 Wh/kg = 51,6 Tonnen.

³ Vgl. Heintze 2008, S. 51.

⁴ Vgl. zum Beispiel MAN o. J. und Daimler AG o. J.

⁵ Vgl. N.N. 13.09.2010.

„Kastenwagen“ bis Transporter. Der Entwicklungsstand reichte dabei von „Konzeptstudie“ bis „serienreif im Jahr 2011“.⁶

5.1.2 Fahrzeugangebot batteriebetriebene Nutzfahrzeuge

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse einer Internet- und Zeitschriftenrecherche für potentiell geeignete Fahrzeuge für die Auslieferung von Getränken vorgestellt. Als Auswahlkriterium diente die Nutzlast. Das kleinste Fahrzeug, das für die Belieferung der Nürnberger Altstadt genutzt wird, ist ein 7,5-Tonner mit einer Nutzlast von drei Tonnen. Transporter werden von keinem Projektpartner eingesetzt und daher an dieser Stelle nicht aufgeführt. Im Wesentlichen haben sich drei Hersteller herauskristallisiert, die „größere“ batteriebetriebene Nutzfahrzeuge in Serie herstellen (siehe Tabelle 1).

Das Unternehmen IVECO bietet einen Elektro-LKW mit zulässigem Gesamtgewicht von 5,2 Tonnen und einer Nutzlast von 2,6 Tonnen an. Die Reichweite beträgt bis zu 130 Kilometern bei einer auf 70 Stundenkilometer begrenzten Höchstgeschwindigkeit. Das Fahrzeug kann mit bis zu drei Batterien á 21 Kilowattstunden geordert werden.⁷

Der britische Hersteller Modec stellt Elektrofahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 5,5 Tonnen her, wobei die Nutzlast ebenfalls 2,6 Tonnen beträgt. Mit dem Modec-Fahrzeug können mit einer Batterieladung bis zu 160 Kilometer zurückgelegt werden, bei einer Batteriekapazität von 51 Kilowattstunden.⁸

Hersteller	Gesamtgewicht	Nutzlast	Leistung	Reichweite	Höchstgeschwindigkeit	Batteriekapazität
Modec	5,5 t	2,6 t	75 kW	bis 160 km	80 km/h	51,2 kWh
IVECO*	5,2 t	2,6 t	30 / 60 kW	bis 130 km	70 km/h	21,2 - 63,6 kWh
SEV**	7,5 t	2,5 – 3,2 t	120 kW	50 – 240 km	80 km/h	80 / 120 kWh
SEV**	10 t	5,9 – 5,6 t	120 kW	50 – 240 km	80 km/h	80 / 120 kWh
SEV**	12 t	6,8 – 7,6 t	120 kW	50 – 240 km	80 km/h	80 / 120 kWh

* EcoDaily Electric ** Smith Electric Vehicles – Model Newton

Tabelle 1: Batteriebetriebene Nutzfahrzeuge

nach Modec 2009, o.S., Feldschlösschen; IVECO o. J., o.S. und Smith Electric Vehicles o. J.a., o.S.

Die breiteste Palette an Elektro-LKWs vertreibt die britische Firma Smith Electric Vehicle (SEV). Im Angebot sind „Kleinst-LKWs“ und Transporter mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 4,3 Tonnen. Darüber hinaus werden mit der Modellreihe „Newton“ deutlich größere Fahrzeuge als von IVECO oder Modec angeboten. Der Newton kann als 7,5-Tonner, 10-Tonner und 12-Tonner mit unterschiedlichen Radständen von 3,9 bis 5,1 Metern in insgesamt 16 Varianten bestellt werden. Die Nutzlast reicht von 2.753 Kilogramm bis 7.558 Kilogramm. Damit steht als 12-Tonner eine typische Fahrzeuggröße für den Verteilverkehr zur Verfügung. Je nach Einsatzgebiet wird eine Reichweite von 50 bis 240 Kilometer erreicht bei einer Höchstgeschwindigkeit von 80 Stundenkilometern.⁹

5.1.3 Aktuelle Projekte

Der Textillogistiker Meyer & Meyer beliefert seit Januar 2011 die C&A-Filiale am Berliner Kurfürstendamm von seinem Umschlaglager in Potsdam mit zwei Elektro-LKWs. Zum Einsatz

⁶ Vgl. Pietsch 2010, S. 15.

⁷ Vgl. IVECO o. J.

⁸ Vgl. Modec 2009, o. S.

⁹ Smith Electric Vehicles o. J.b, o. S. und Smith Electric Vehicles o. J.a, o. S.

kommen zwei von der niederländischen Firma AGV umgebaute 12 Tonner vom Typ MAG TGI. Durch den Umbau reduzierte sich die Nutzlast um 700 Kilogramm. Die Elektro-LKWs wurden mit einem 120 Kilowatt Elektromotor und einer 1.400 Kilogramm schweren Batterie ausgerüstet und können bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 45 Kilometer pro Stunde eine Strecke von 165 bis 200 Kilometer zurücklegen. Jeden Tag werden acht Wechselbrücken vom Umschlagslager zur C&A-Filiale transportiert. Insgesamt legen die beiden Elektro-LKWs täglich eine Strecke von 265 Kilometer zurück. Die Belieferung weiterer C&A-Filialen in Berlin soll folgen. Das Projekt wird vom Bund mit 242.000 Euro gefördert. Die Gesamtinvestition liegt bei über 500.000 Euro.¹⁰ Ein Erfahrungsbericht liegt derzeit noch nicht vor.

Unter den Brauereien setzt die Feldschlösschen Getränke AG in der Schweiz Elektro-LKWs der Firma Modec mit Getränkeaufbau im Alltagsbetrieb ein. Von 2008 bis 2009 wurde das Elektrofahrzeug in einem Feldtest von Feldschlösschen in Zusammenarbeit mit dem Hersteller, Volvo Trucks als Servicepartner vor Ort und der Berner Fachhochschule erprobt. In einer ersten Phase wurden erste Tests im Sommer durchgeführt und in einer zweiten Phase die Winter-tauglichkeit geprüft. Derzeit läuft der Testbetrieb im Alltagsbetrieb, der bis Anfang 2012 vorge-sehen ist. Die ersten beiden Testphasen ergaben eine grundsätzliche Eignung des Fahrzeugs für den Verteilverkehr. Die anfänglichen Pannen gehen auf Einzelereignisse zurück, deren Ursachen behoben werden konnten, aber auch auf „Kinderkrankheiten“, die bei einem Serienfahrzeug nicht mehr vorkommen sollten. Der Modec war insgesamt nicht so zuverlässig wie konventionelle Fahrzeuge. Als nachteilig erweist sich für Feldschlösschen die geringe Nutzlast von 1,5 Tonnen.¹¹

5.2 Tourenplanung

Der Szenarienvergleich der Auftragsdaten sowie die operative Planung der Crossdocktours sollte mit einer dynamischen Tourenplanungssoftware durchgeführt werden, die im Rahmen des Projektes evaluiert und angeschafft wurde.

Im Rahmen einer Marktrecherche auf dem Sektor Tourenplanungssoftware kristallisierten sich drei Unternehmen als beste Softwareanbieter für das Projekt „Grüne Logistik“ heraus. Diese Unternehmen sind GTS Systems and Consulting GmbH, PTV AG und Dr. Städtler Transport Consulting GmbH & Co. KG.

Zum besseren Vergleich der drei Produkte wurde ein Kriterienkatalog an die anbietenden Unternehmen versandt und von diesen mit den benötigten Daten gefüllt. In diesem Katalog werden die erforderlichen Mindestanforderungen an eine Tourenplanungssoftware im Rahmen des Projekts „Grüne Logistik“ der Stadt Nürnberg beschrieben. Hierbei stellen die Muss-Kriterien so genannte KO-Kriterien dar, welche von der einzusetzenden Software mindestens zu 70% erfüllt werden müssen.

¹⁰ Vgl. Hassa 2011, S. 26 f.

¹¹ Vgl. Schwegler 2010, S. 3 f.

A)	Investitions- u. Wartungskosten	GTS	PTV	STÄDTLER
	Investitionskosten	9.800 €	12.800 €	16.500 € bis 24.500 €
	Wartungskosten/Jahr	Kein Wartungsvertrag	1.780 €	247,50 € bis 367,50 €
B)	Abnahme, Wartung, Support	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	5	5	7
	Anzahl Muss.-Kriterien	7	7	7
	Abdeckung	71%	71%	100%
C)	Technische Bedingungen	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	10	8	10
	Anzahl Muss.-Kriterien	11	11	11
	Abdeckung	91%	73%	91%
D)	Funktionale Ausstattung	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	79	71	81
	Anzahl Muss.-Kriterien	83	83	83
	Abdeckung	95%	86%	98%
E)	Stammdaten	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	23	20	29
	Anzahl Muss.-Kriterien	29	29	29
	Abdeckung	79%	69%	100%
F)	Auftragsverwaltung, Auftragsdaten	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	9	8	9
	Anzahl Muss.-Kriterien	9	9	9
	Abdeckung	100%	89%	100%
G)	Auswertungen	GTS	PTV	STÄDTLER
	Anzahl Übereinstimmungen	10	5	11
	Anzahl Muss.-Kriterien	11	11	11
	Abdeckung	91%	45%	100%

* Max. Abdeckungsgrad 100%

Tabelle 2: Auszug aus dem Kriterienkatalog

	Teil B	Teil C	Teil D	Teil E	Teil F	Teil G	Abdeckungsgrad *
GTS	71%	91%	95%	79%	100%	91%	5,28
PTV	71%	73%	86%	69%	89%	45%	4,33
STÄDTLER	100%	91%	98%	100%	100%	100%	5,88

* Max. Abdeckungsgrad = 6,00

Tabelle 3: Übersicht Auswertung

Wie aus der Übersicht ersichtlich, liegt das Produkt PTV Intertour/Compact preislich mit 12.800 € im Mittelfeld. Mit nur 4,33 Punkten bietet es jedoch den geringsten Abdeckungsgrad, der für das Projekt benötigten Muss-Kriterien, und fällt somit aus der Endauswahl.

Die Lösung von STÄDTLER ist durch die individuelle Anpassung an die Bedürfnisse des Projekts zu nahezu 100% geeignet. Allerdings belaufen sich die Investitionskosten auf mindestens 16.500 €. Das Produkt ist im Vergleich zu den anderen beiden sehr teuer.

Die Software von GTS hingegen, ist mit einem Anschaffungspreis von 9.800 € das günstigste der in Frage kommenden Produkte. Sie erfüllt die Kriterien mit einem Abdeckungsgrad von 5,28 fast genauso gut wie die Software von STÄDTLER mit 5,88. Gemäß der Auswertung des Kriterienkatalogs ist die Software der „GTS Systems and Consulting GmbH“ preisleistungsmäßig die beste Lösung.

Desweiteren ist es sehr von Vorteil, dass von der GTS Systems and Consulting GmbH kein Wartungsvertrag als Voraussetzung für einen Vertragsabschluss gefordert wird. Somit sind mögliche unnötige finanzielle Verpflichtungen nach dem Projektende ausgeschlossen. Als Support-Möglichkeiten stehen jedoch mehrere Kanäle für Fragen und eventuelle Fehlerbehebung zu Verfügung. Zudem kann die Anwendung mit den technischen Voraussetzungen der Hochschule installiert und betrieben werden.

Die funktionalen Möglichkeiten der automatischen, sowie auch der manuellen Manipulation automatisch generierter Touren sind überaus umfangreich und decken die geforderten Funktionen mit 95% mehr als ausreichend ab. Die angebotene Software begrenzt sich momentan auf den maximalen Einsatz von 10 LKWs, kann aber jederzeit gegen Aufpreis erweitert werden. Die flexible Anpassung der Software an das Projekt ist folglich möglich.

Ebenso die Abbildung der benötigten Stammdaten mit 79% und die Möglichkeiten in der Auftragsverwaltung der Kundenaufträge mit 100% stellen ein sehr gutes Ergebnis dar.

Um den Erfolg des Projektes in aussagekräftigen Zahlen darstellen zu können, sind umfangreiche Auswertungen, wie beispielsweise über die durchschnittlichen Kosten oder den Auslastungsgrad pro Tour unerlässlich. Auch hier ist die Software der GTS Systems and Consulting GmbH mit 91% als sehr gut geeignetes Produkt zu sehen.

Bereits in der Auswahlphase zeichnete sich das Unternehmen GTS durch überaus schnelle und kompetente Unterstützung und Beratung bei Fragen und Problemen aus. Dieses Verhalten lässt auf einen zuverlässigen und kompetenten Vertragspartner schließen.

Nach Mittelfreigabe wurde die Beschaffung im Juni 2010 eingeleitet, die Installation und Inbetriebnahme der Software „TransiT“ konnte am 29.07.2010 erfolgen. In einem eintägigen Workshop mit dem Systemanbieter wurden die Einsatzmöglichkeiten der Applikation für das Projekt präzisiert. Seit August 2010 wird die Tourenplanungssoftware für die Analyse der vorhandenen Auftragsdaten und für die operative Tourenplanung des Modellversuches angewendet.

5.3 Emissionsberechnungen

Die erwarteten Emissionen wurden mit Stoffstrommodellen der Software Umberto 5.5academic und dem dazu notwendigen lizenzierten Zugriff auf die international renommierte Datenbank für Sachbilanzen ecoinvent v2.1 prognostiziert. Dabei wurde auf die Ist-Daten sowie auf Ergebnisse der Tourenplanungsszenarien zurückgegriffen (siehe Kapitel 7.2), welche die Transportleistungen für die einzelnen Fahrzeugtypen ermittelten.

In der Stoffstrommodellierung wurden dann von der Transportleistung in Tonnen-km ausgehend über die ecoinvent-Datenbank die relevanten Emissionen ermittelt.

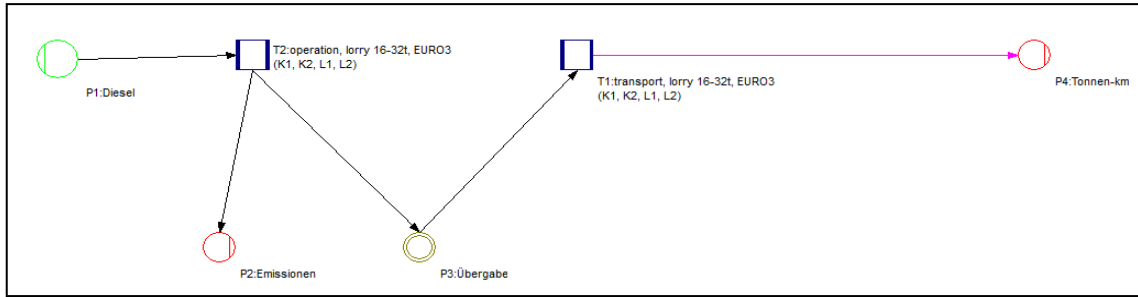


Abbildung 2: Exemplarisches Stoffstrommodell in Umberto 5.5

Input			Output		
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
EcoSpold Materials			EcoSpold Materials		
Process			Elementary		
oil			air		
fuels			unspecified		
diesel, low-sulphur, at regional storage [Ch]	38764.25883164		Acetaldehyde [air/unspecified]	0.4331247918145	kg
			Ammonia [air/unspecified]	0.95463167475	kg
			Benzene [air/unspecified]	0.03106576495053	kg
			Cadmium [air/unspecified]	0.0004217077217041	kg
			Carbon dioxide, fossil [air/unspecified]	103210.3904388	kg
			Carbon monoxide, fossil [air/unspecified]	86.79306031219	kg
			Chromium [air/unspecified]	1.005640160001214	kg
			Chromium VI [air/unspecified]	3.256197741858E-6	kg
			Copper [air/unspecified]	0.3424265207274	kg
			Dinitrogen monoxide [air/unspecified]	5.284176309937	kg
			Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a [air/unspecified]	0.437221370355	kg
			Formaldehyde [air/unspecified]	0.796131319109	kg
			Lead [air/unspecified]	0.01838538040171	kg
			Mercury [air/unspecified]	5.512396730695E-7	kg
			Methane, fossil [air/unspecified]	3.30944032065	kg
			Nickel [air/unspecified]	1.005154890833154	kg
			Nitrogen oxides [air/unspecified]	732.5135318849	kg
			NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin [air/unsp]	11.05738696724	kg
			PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons [air/unspecified]	0.00019092633495	kg
			Particulates, < 2.5 um [air/unspecified]	16.01976426853	kg
			Particulates, > 10 um [air/unspecified]	10.81406761157	kg
			Particulates, > 2.5 um, and < 10um [air/unspecified]	11.87615688987	kg

Abbildung 3: Ergebnis in Umberto 5.5

Es ergaben sich damit die in Tabelle 4 dargestellten Emissionen:

Ausgangssituation mit Ist-Daten	
Logistische Leistung	730.838 Tonnen-km
Dieserverbrauch	38.764 Liter
CO ₂ -Ausstoß	103.210 kg
NO _x -Ausstoß	732 kg
Feinstaub-Ausstoß	28 kg
Szenario 1 Ausgangssituation tourenoptimiert	
Logistische Leistung	607.947 Tonnen-km
Dieserverbrauch	30.565 Liter
CO ₂ -Ausstoß	81.353 kg
NO _x -Ausstoß	639 kg
Feinstaub-Ausstoß	22 kg
Szenario 2 Crossdock Kohlenhof	
Logistische Leistung	661.962 Tonnen-km
Dieserverbrauch	32.925 Liter
CO ₂ -Ausstoß	87.636 kg
NO _x -Ausstoß	683 kg
Feinstaub-Ausstoß	23 kg
Szenario 3 Crossdock Sandreuth	
Logistische Leistung	678.495 Tonnen-km
Dieserverbrauch	33.748 Liter
CO ₂ -Ausstoß	89.827 kg
NO _x -Ausstoß	698 kg
Feinstaub-Ausstoß	24 kg
Szenario 4 Crossdock Kohlenhof elektrisch	
Logistische Leistung	648.436 Tonnen-km
Dieserverbrauch	31.733 Liter
CO ₂ -Ausstoß	84.461 kg (86.695 kg)
NO _x -Ausstoß	665 kg (677 kg)
Feinstaub-Ausstoß	22 kg (23 kg)

Tabelle 4: Emissionen nach Szenario

Die Zahlen in Klammern berücksichtigen den deutschen Strommix und somit die Tatsache, dass in diesem Szenario nur lokal emissionsfrei auf der „letzten Meile“ gefahren wird. Als Crossdock-Fahrzeug wurde das vollelektrische MODEC „Feldschlösschen“ mit 5 Palettenstellplätze / 2.650 kg Nutzlast angenommen, dessen Verbrauchsdaten nach Angaben des Feldschlösschen-Projektes bei 62 kWh/100 km und nach Messungen des Normverbrauchs gemäss Neuem Europäischen Fahrzyklus NEFZ an der Berner Fachhochschule in Biel, bei 57 kWh/100 km liegen.

Die Emissionsberechnungen ergeben im Szenarienvergleich das überraschende in Tabelle 5 Bild.

Szenario	Tonnen-km	Diesel	CO ₂	NO _x	PM ₁₀
Ausgangssituation mit Ist-Daten	100%	100%	100%	100%	100%
Szenario 1 Ausgangssituation tourenoptimiert	-17%	-21%	-21%	-13%	-21%
Szenario 2 Crossdock Kohlenhof	-9%	-15%	-15%	-7%	-18%
Szenario 3 Crossdock Sandreuth	-7%	-12%	-12%	-5%	-14%
Szenario 4 Crossdock Kohlenhof elektrisch	-11%	-18%	-18%	-9%	-21%

Tabelle 5: Emissionen – Szenarienvergleich

Die „tourenoptimierte Ausgangssituation“ und das „Crossdock Kohlenhof elektrisch“ schneiden am besten ab.

Der größte Effekt liegt in einer konsequenten dynamischen Tourenoptimierung der einzelnen Projektpartner; dies bezieht sich jedoch auf die gesamte logistische Leistung vom jeweiligen Depot aus betrachtet und entlastet die Nürnberger Innenstadt nicht wesentlich. „Fossile“ Crossdockszszenarien verschlechtern die Situation sogar wieder, weil die logistische Gesamtleistung wieder ansteigt.

Hinsichtlich der Ökoeffizienz und den Zielen des Luftreinhalteplanes der Stadt Nürnberg ist also dem Szenario „Crossdock Kohlenhof elektrisch“ der Vorrang zugeben, wegen der lokalen Emissionsfreiheit.

Die Projektziele wurden deswegen dahingehend abgeändert, dass ein „fossiler“ Crossdock-Modellversuch die horizontale Kooperation in der Praxis testen soll, als technologische und betriebswirtschaftliche Voraussetzung für ein Folgeprojekt in Sachen Elektromobilität und dass als „quick win“ die Tourenoptimierung ausgewählter einzelner Projektpartner erfolgen soll.

5.4 Umfragetechnik

Die Marktforschung beschäftigt sich hauptsächlich mit den Tatbeständen von Märkten (externen Informationen). Aufgrund der noch nicht vorhandenen externen Informationen über die Logistik der fränkischen Brauereien muss Marktforschung betrieben werden, um fundierte Aussagen über die Kooperationsbereitschaft am Grünen Logistikprojekt treffen zu können. Da keine Daten zum jeweiligen Getränkelogistikkonzept nordbayrischer Brauereien vorhanden sind, muss Primärforschung in Form einer einmaligen Erhebung als regionale Marktforschung betrieben werden. Im Gegensatz zur Sekundärforschung, die auf bereits vorhandene Daten zurückgreift, werden bei der Primärforschung unter festen Zielvorgaben neue Daten gewonnen.

Unter den Erhebungsmethoden Befragung, Beobachtung und Experiment hat sich die Befragung in Form eines Fragebogens als geeignetste Methode herausgestellt. Gründe hierfür sind vor allem die geringen Kosten, der geringere zeitliche Aufwand, sowie die Möglichkeit, eine

Vollerhebung aller fränkischen Brauereien durchzuführen. Als Ort der Erhebung wurde die Feldforschung ausgewählt, die im Gegensatz zur Studio-/Laborforschung eine Erfassung der Daten im Markt unter realen Bedingungen ermöglicht und somit eine einfache Ausgangssituation für die Durchführung einer Vollerhebung aller Brauereien Nordbayerns bietet. Die Erhebung gegenwartsbezogener Daten in Form des jeweiligen aktuell angewendeten Getränke-logistikkonzepts der befragten Brauereien werden unter dem Begriff Bezugszeitpunkt als rekognoszierende Marktforschung beschrieben.

Langfristig zielt die Befragung in Form eines Fragebogens auf eine Effizienzverbesserung der Vertriebskanäle der Brauereien ab, weshalb das untersuchte Marketinginstrument in diesem Fall auf die Vertriebsforschung ausgerichtet ist. Die angewendete Art des Untersuchungsobjekts der ökoskopischen Marktforschung kommt bspw. vor allem durch Fragen zur Anzahl der vorhandenen Abladestellen, Häufigkeit der Belieferung bis hin zu Angaben des Volumens der durchschnittlichen Ladung zum Vorschein.

Letztlich handelt es sich bei der eingesetzten Untersuchungsmethode um eine Art quantitativer Marktforschung.

6 Projektplanung und Projektverlauf

6.1 Projektbeteiligte

Das Pilotprojekt wurde vom Kompetenzzentrum Logistik der **Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg** in Zusammenarbeit mit der **IHK Nürnberg**, dem Umweltamt der **Stadt Nürnberg** und anfangs sechs, später vier beteiligten Unternehmen der Getränkelogistik durchgeführt. Bei den Projektbeteiligten ergaben sich folgende Änderung: Das Unternehmen Getränke Madla erklärte nach dem Kick-Off im März 2010 schriftlich seinen Rücktritt vom LOI und vom Projekt. Hingegen konnte das Unternehmen TucherBräu in persönlichen Gesprächen zur Mitarbeit im Projekt gewonnen werden; allerdings beschränkt sich diese Bereitschaft derzeit auf die Bereitstellung von Daten und die Teilnahme an Projektgesprächen, eine vertragliche Bindung sowie die Teilnahme am Modellversuch wurde von vornherein verneint. Die Firma Getränke Ziegler arbeitete aktiv bis zum Start des Modellversuches mit und war aufgrund von immer wieder neu vorgetragenen Anforderungen an den Modellversuch mit verantwortlich für die Verschiebung des Versuchsbeginns auf den 01.08.2011. Völlig überraschend und ohne Angabe von Gründen schied Getränke Ziegler eine Woche vor Versuchsbeginn aus dem Projekt aus, so dass im Projektverlauf nachstehende Industriepartner am Projekt aktiv beteiligt waren

Arbeitspakete 1 und 2:

Getränke KARAS Vertriebs GmbH

Untere Industriestr. 4
91586 Lichtenau

Coca Cola Erfrischungsgetränke AG

Frauenauracher Straße 100
91056 Erlangen

Getränke Ziegler GmbH

Bräunleinsberg 2
91242 Ottensoos

Neumarkter Lammsbräu

Gebr. Ehrnsperger e.K.
92318 Neumarkt i. d. Oberpfalz

Tucher Bräu GmbH & Co.KG

Schillerstr. 14
90409 Nürnberg

Arbeitspakete 3 und 4:

Getränke KARAS Vertriebs GmbH

Untere Industriestr. 4
91586 Lichtenau

Neumarkter Lammsbräu

Gebr. Ehrnsperger e.K.
92318 Neumarkt i. d. Oberpfalz

6.2 Projektorganisation



6.3 Projektverlauf

Die Planung der Arbeitspakete musste im Projektverlauf mehrfach terminlich und inhaltlich verändert werden, hier sei auch auf den Zwischenbericht verwiesen.

Am schwierigsten gestaltete sich die Suche nach einer geeigneten und bezahlbaren Immobilie, was zu Projektverzögerungen führte. Der ideale Standort „Kohlenhof“ war aufgrund zu hoher Kosten keine Option, die Stadt Nürnberg konnte aus ihrem Bestand keine geeignete Immobilie nachweisen. Ein Lichtblick war das Angebot der Firma NGT Getränke Terminal, die aufgrund der Berichterstattung auf das Projekt aufmerksam wurde und die Mitbenutzung ihrer Immobilie in der Heisterstraße anbot. Leider erwies sich diese Immobilie beim Ortstermin als ungeeignet. Schlussendlich konnte über die Vermittlung des Projektpartners Neumarkter Lammsbräu eine Immobilie in der Donaustraße 29 angemietet werden, so daß der Modellversuch doch noch möglich wurde.

Erfreulicherweise fanden sich noch zwei Sponsoren für den Modellversuch, ohne deren Unterstützung der Modellversuch ebenfalls nicht möglich gewesen wäre:

MAN Truck & Bus Deutschland GmbH (MTBD), CENTER NÜRNBERG, Vogelweiherstraße 105 in 90441 Nürnberg stellte einen MAN TGL 12t zulässiges Gesamtgewicht zur Verfügung, welcher durch MAN mit ansprechender Werbung für das Projekt versehen wurde.

Ernst Müller Fördertechnik GmbH & Co KG, Vertragshändler Linde Material Handling, Am Steinacher Kreuz 16-18, in 90427 Nürnberg stellte einen Gabelstapler und einen elektrischen Niederflurhubwagen zur Verfügung.

Es fanden viele reguläre Projektlenkungssitzungen und situationsbedingte Abstimmungsgespräche statt, hier seien nur die wichtigsten mit größerem Teilnehmerkreis erwähnt:

1. Projektlenkung am 24.03.2010 (Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
2. Projektlenkung am 20.10.2010 (Präsentation und Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
3. Projektlenkung am 01.02.2011 (Präsentation und Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
4. Workshop Modellversuch am 24.02.2011 (Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
5. Ortstermin bei der Firma NGT Getränke-Terminal am 23.03.2011
6. Projektlenkung am 30.06.2011 (Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
7. Workshop Modellversuch am 15.07.2011 (Protokoll als Anlage auf CD-Rom beigelegt)
8. Ortstermin bei Firma Ziegler am 26.07.2011
9. Pressemitteilung „Grüne Logistik live“ am 25.08.2011 (auf CD-Rom beigelegt)
10. Ortstermin beim Vorstand der Kulmbacher Brauerei am 07.10.2011
11. Gespräch mit mittelständischen Brauereien aufgrund der Umfrage am 10.10.2011

Über das Projekt wurde vielfach berichtet, in der „Verkehrsrundschau“, der „DVZ“, der „Lebensmittelzeitung“, der „Wirtschaft in Mittelfranken“, der „Nürnberger Zeitung“, dem „Marktspiegel“, im „Frankenfernsehen“ und in lokalen Radiosendern, wie z.B. „Radio F“.

Die Projektleitung hielt zum Projekt einen Vortrag auf dem bundesweiten Textillogistikkongress im September 2010 in Frankfurt am Main und auf dem bundesweiten Getränke Logistik-Fachkongress des VLB in Bad Homburg im April 2011.

Veröffentlicht wurde zum Projekt jeweils ein Autorenbeitrag in der „Lebensmittelzeitung“ am 14.10.2011 und in der „DVZ“ am 08.11.2011, geplant ist noch ein Autorenbeitrag in der „Getränkeindustrie“ im Januar 2012.

Die abschließende terminliche und inhaltliche Situation des Projektes ist in Abbildung 4 dargestellt.

**Abbildung 4: Projektverlauf**

7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

7.1 Evaluation der Crossdock-Immobilie

7.1.1 Die Nutzwertanalyse für die Immobilienauswahl

Für das Pilotprojekt „Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“ wird zwischen zwei Logistikimmobilien, die von der Stadtverwaltung in Aussicht gestellt wurden, entschieden. Für die Entscheidungsfindung wird die Nutzwertanalyse als eine Bewertungsmethode herangezogen. Dies wird dadurch begründet, dass die zu bewertenden Kriterien nicht gleich hohe Bedeutung für die Entscheidungsfindung haben. Außerdem gibt es die Kriterien, die bei beiden Alternativen erfüllt sind, jedoch in unterschiedlicher qualitativer Ausprägung. So zum Beispiel das Kriterium „Verzäunung“ des Hofes: bei beiden Alternativen gibt es einen Zaun, jedoch ist der Zaun einer Immobilie sicherer und qualitativ hochwertiger. Die Nutzwertanalyse macht es möglich, die Wichtigkeit einiger Kriterien hervorzuheben und den Erfüllungsgrad bestimmter Kriterien differenziert zu betrachten.

Für die Bildung der absoluten Gewichtungsfaktoren wird die Methode gewählt, bei der der Gewichtungsfaktor ein Produkt aus den Prozentsätzen eines Kriterienclusters und des ihm zugeordneten Kriteriums ist.

Dafür werden die Kriterien in vier Kriteriencluster unterteilt: „Kriterien zum Standort“, „Kriterien zum Grundstück“, „Kriterien zum Gebäude“ und „Technische Kriterien“. Die Kriterien bilden somit einen Kriterienbaum mit drei Stufen, der eine „passende Logistikimmobilie“ zum Oberziel hat. Die zweite Stufe besteht aus den jeweiligen Clustern mit den entsprechenden Kriterien, die eine dritte Hierarchiestufe bilden.

Die Cluster unterscheiden sich in ihrer Wichtigkeit für die Entscheidungsfindung und werden aufgrund dieser Erkenntnis mit entsprechenden Prozentsätzen gewichtet, wobei die Summe der Clustergewichtungen gleich 100 ist.

Jedem der vier Kriteriencluster sind bestimmte Kriterien zugeordnet, die ebenso aufgrund ihrer Bedeutung für die Auswahl der passenden Logistikimmobilie mit einem entsprechenden Prozentsatz unterschiedlich gewichtet werden. Die Summe aller Kriteriengewichtungen innerhalb eines Clusters ist ebenfalls 100.

Für die Berechnung der absoluten Gewichtungsfaktoren, die dann zur Ermittlung der Nutzwerte der jeweiligen Kriterien genutzt werden, wird der Prozentsatz des Clusters mit dem Prozentsatz des zugeordneten Kriteriums multipliziert.

7.1.2 Kriterien zum Standort

Der gesamte Cluster „Kriterien zum Standort“ beeinflusst die Entscheidung über eine passende Logistikimmobilie für das Projekt „Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“ mit 20 %.

Der geographische Standort des Cross-Docking Zentrums für das Pilotprojekt ist durch das Ziel des Projekts – gebündelte Getränkeliieferung ins Stadtzentrum – bedingt. Das bedeutet, dass der Cross-Docking Punkt im Idealfall in der Nähe der Altstadt liegen muss. Vor diesem Hintergrund kommt die Bundesstraße 4R (B4R) in Betracht, die als Ringstraße vollständig innerhalb des Stadtgebiets verläuft. Die Bundesstraße 4R ist ca. 18,3 km lang und ist über die Gesamtstrecke vierspurig ausgebaut. Da das Kriterium „Nähe zur B4R, Altstadt“ von großer Bedeutung ist, hat es einen Anteil von 50 % innerhalb des ganzen Kriterienclusters.

An dem Projekt nehmen vier Getränkeliieferanten und -hersteller teil, die nicht direkt aus Nürnberg kommen. Darüber hinaus muss für den Cross-Docking Punkt ein Ort gewählt werden, der möglichst zentral liegt, damit keiner der vier Beteiligten große Umwege zum Cross-Docking Zentrum machen muss. Zu diesem Zweck ist eine Analyse der Standortlage jedes Teilnehmerunternehmens durchzuführen:

- Der Getränkeliieferant „*Getränke Ziegler GmbH*“ ist in der Gemeinde Ottensoos ansässig, was etwa 26 km östlich von der Stadt Nürnberg ist. Der Weg zu der Nürnberger Innenstadt geht über die östliche Außenstadt, über die Äußere Sulzbacher Straße (B4R) und beansprucht ca. 25 Minuten.
- Der Getränkeliieferant „*Getränke KARAS Vertriebs GmbH*“ befindet sich in Lichtenau, im mittelfränkischen Landkreis Ansbach, süd-westlich von Nürnberg. Die Entfernung beträgt etwa 48 km, was ca. 35 Minuten Fahrzeit ausmacht. Zu der Nürnberger Altstadt liegt der Weg über die südliche Außenstadt, entlang der Bundesstraße 4R über die Münchner Straße und Frankenstraße.
- Der Bier- und Erfrischungsgetränkehersteller „*Neumarkter Lammsbräu*“ hat seinen Firmensitz in Neumarkt in der Oberpfalz, ca. 40 km südlich von Nürnberg. Es gibt zwei alternative Fahrrouten zur Nürnberger Innenstadt: einmal über die Bundesstraße 8, entlang der Bundesstraße 4R, danach über die Münchner Straße und Regensburger Straße. Dieser Weg entspricht etwa 44 Minuten Fahrzeit bis zum Nürnberger Stadtzentrum. Dies bedeutet, dass die Wege der beiden Beteiligten, die Getränke KARAS Vertriebs GmbH und die Neumarkter Lammsbräu sich in der Münchner Straße überschneiden könnten und ein Cross-Docking Punkt im B4R-Korridor Frankenstraße – Bayern-Straße – Regensburger Straße für beide Lieferanten günstig wäre. Die zweite Alternative für die Neumarkter Lammsbräu ist es, über die Autobahn A 3 zu fahren, und der Weg zum Stadtzentrum läge dann über die östliche Außenstadt und die Äußere Sulzbacher Straße. An dieser Stelle hätten dann die Neumarkter Lammsbräu und die Getränke Ziegler GmbH einen gemeinsamen Weg und die Cross-Docking Immobilie im B4R Korridor Äußere Sulzbacher Straße – Doktor-Gustav-Heinemann-Straße wäre für die beiden Beteiligten passend.
- *Die Coca-Cola Erfrischungsgetränke AG* liefert die Getränke in die Nürnberger Altstadt aus ihrem großen Verteilzentrum in Knetzgau, was fast 100 km nördlich von Nürnberg ist. Die Fahrt bis zum Nürnberger Stadtzentrum nimmt etwa 1 Stunde 10 Minuten in Anspruch. Der Weg verläuft über den Frankenschnellweg (B4R), die nordwestliche Außenstadt und den nordwestlichen Innentadtgürtel.

Die Standortanalyse der beteiligten Unternehmen zeigt, dass die Lastkraftwagen mit Getränken aus drei verschiedenen Richtungen kommen: Nord-Westen (Coca-Cola Erfrischungsgetränke AG), Osten (Getränke Ziegler GmbH) und Süden (Neumarkter Lammsbräu und Getränke KARAS Vertriebs GmbH). Diese Konstellation macht es schwierig, eine Logistikimmobilie zu finden, die für alle beteiligten Unternehmen gleich schnell erreichbar ist. Einer der Lieferanten wird eine längere Strecke innerhalb von Nürnberg bis zum Cross-Docking Punkt zurücklegen müssen, als die anderen. Die Voraussetzung ist jedoch, dass die Logistikimmobilie für das Cross-Docking innerhalb des B4R Korridors Nordwesten – Osten – Süden liegt. *Die Zentrallage* des Cross-Docking Punktes ist somit nicht ausschlaggebend, jedoch wünschenswert und hat einen Anteil von 20 % innerhalb des Clusters „Standortkriterien“.

Bei der Auswahl der Bewertung der Standortlage ist weiter zu berücksichtigen, dass die Zufahrt zum Cross-Docking Punkt ungehindert ist, also möglichst wenig Ampeln, keine engen Straßen und große Steigungen. Unter das Kriterium „ungehinderte Zufahrt“ fällt auch die Entfernung zum nächsten Wohngebiet. Da sich die Getränkeliieferanten an die von der Stadt vorgegebenen Zeitfenster (bis 10:30 Uhr) halten müssen, ist damit zu rechnen, dass der Umschlagbetrieb entweder spät am Abend, in der Nacht oder sehr früh am Morgen stattfindet. Der durch den Umschlag und die an- und abfahrenden Transportmittel entstehende Lärm kann für die Einwohner störend sein. Außerdem überwiegen in den Wohngebieten enge Straßen, deren Ränder als Parkmöglichkeiten genutzt werden, was die Straße noch schmaler macht und eine Durchfahrt sowie die Wendemöglichkeiten für einen Lastkraftwagen erheblich erschwert. Aus diesen Gründen ist es von Vorteil, wenn die Logistikimmobilie für das Cross-Docking nicht in direkter Nähe vom Wohngebiet liegt. Das Kriterium „ungehinderte Zufahrt“ hat einen Anteil von 30 % innerhalb des entsprechenden Kriterienclusters.

7.1.3 Kriterien zum Grundstück

Der Cluster „Kriterien zum Grundstück“ hat eine Entscheidungsrelevanz von 20 % im gesamten Entscheidungsprozess.

Aufgrund des geringen Umschlagvolumens im geplanten Cross-Docking Zentrum ist der geografische Grundstückszuschnitt nicht maßgebend. Grundsätzlich ist eine rechteckige Form vorteilhaft. Diese ermöglicht die Andienung des Umschlaggebäudes von beiden Seiten. Da der Grundstückszuschnitt für die Entscheidung über die Logistikimmobilie für das Cross-Docking Zentrum unwichtig ist, wird dieses Kriterium im Kriterienkatalog nicht bewertet.

Für die Grundstückgröße ist die Hallengröße maßgebend. Grundsätzlich ist für ein Cross-Docking Zentrum von einem Verhältnis zwischen der Grundstück- und Gebäudefläche 3/1 auszugehen. In der Praxis sind aber auch Beispiele zu finden, wo das Verhältnis 2/1 beträgt. Darüber hinaus ist das Grundstück-Gebäudeverhältnis auf mindestens 2/1 festzulegen. Zu beachten ist dabei, dass der Hof genügend Rangierfläche (mindestens 35 m) und Platz für das Leergut bietet. Eine ausreichende Rangierfläche von mindestens 35 m ist die Voraussetzung für das störungsfreie Andocken, Be- und Entladen und Vermeidung von Anstauungen im Hof. Da es im Pilotprojekt um Getränkelogistik geht, ist es auch entscheidend, ob der Hof (oder eventuell die Halle) genug Platz für das Leergut hat. Aufgrund seiner hohen Wichtigkeit hat das Kriterium „Rangierfläche mindestens 35 m und Platz für Leergut“ den größten prozentualen Anteil innerhalb dieses Kriterienclusters von 40 %.

Da bei der Leergutlagerung im Freien ein hohes Diebstahlrisiko besteht, wird ein besonderer Wert auf die *vollständige Verzäunung* des Hofes gelegt. Aus diesem Grund werden an dieses Kriterium 20 % vergeben.

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist der *Grundstückboden*. Bei kleinen Cross-Docking-Zentren erfolgt die Beladung der Transportmittel oft im Freien. Daher ist es maßgebend, dass der Baugrund asphaltiert ist. Es ist von einer Asphaltdeckschicht von mindestens 4 cm auszugehen, um den Einwirkungen durch Verkehr, Witterung und Auftaumittel zu widerstehen. Die obere Asphaltdeckschicht wird mit der Zeit abgenutzt und muss regelmäßig erneuert werden.¹² Für seine maßgebende Bedeutung bekommt das Kriterium „Asphaltierter Baugrund“ einen Anteil von 35 %.

Für das bessere Be- und Entladen des Transportmittels ist es von Vorteil, wenn der Grundstückboden keine oder nur kleine *Steigung* (maximal 5 – 10 %) ausweist. Dies ist aber kein „Muss-Kriterium“, dafür werden an das Kriterium die restlichen 5 % vergeben.

¹² Vgl. Bauunternehmen online 2010.

7.1.4 Kriterien zum Gebäude

Der bedeutendste Kriteriencluster innerhalb des Kriterienkatalogs ist der Cluster „Kriterien zum Gebäude“. An die Auswahl des Immobiliengebäudes muss durchdacht herangegangen werden, da der größte Teil des Umschlagprozesses in der Halle stattfindet. Aus diesem Grund gibt es innerhalb des Clusters „Kriterien zum Gebäude“ ein absolutes K.o.-Kriterium und einige Anforderungskriterien, die die Entscheidung über eine Logistikimmobilie stark beeinflussen, aber kleine Abweichungen aufweisen dürfen. Größeren Abweichungen wären jedoch inakzeptabel. Da der gesamte Kriteriencluster die Entscheidung über eine Alternative stark beeinflusst, hat er den größten Anteil am gesamten Entscheidungsprozess von 40 %.

Das K.o.-Kriterium bei der Auswahl einer Logistikimmobilie für das Cross-Docking Zentrum unabhängig von dem Umschlagvolumen ist die Eingeschossigkeit. Die Benutzung einer Treppe oder eines Aufzuges verlangsamt den Cross-Docking Prozess erheblich und erhöht das Ausfallrisiko. Aufgrund seiner sehr hohen Bedeutung hat das Kriterium „*Eingeschossigkeit*“ die größte prozentuale Beteiligung an diesem Cluster von 14 %.

Das nächste entscheidende Kriterium ist die Hallengröße. Aufgrund des relativ geringen Umschlagvolumens im geplanten Cross-Docking Zentrum ist von einer zentralen Ladezone auszugehen. Die Umschlagprozesse werden in einer Zone konzentriert, somit wird der Platz gespart und der Umschlag beschleunigt. Eine Aufteilung der Lagerfläche in Bereiche für die Anlieferung und Abholung würde sich als ungünstig erweisen. Somit kommt eine Logistikimmobilie mit der Gesamtfläche ab 1.000 m² in Betracht. Die relativ kleine Hallenfläche ist auch dadurch bedingt, dass es bei dem Cross-Docking im Rahmen des Pilotprojekts eher um ein einstufiges Cross-Docking geht, also keine Lagerung von hohen Beständen und keine regelmäßige Kommissionierung vorgesehen ist, da die meisten beteiligten Getränkelieferanten und -hersteller die Ware in kundenreinen Paletten liefern. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Paletten manchmal doch geöffnet und neu kommissioniert werden müssen, wenn zum Beispiel zwei oder mehr Unternehmen denselben Kunden beliefern. Dafür würde ein kleiner Flächenbereich von ca. 25 m² ausreichen. Eventuell ist auch entlang einer Wand ein Flächenbereich zur Lagerung von A-Artikeln im Blocklager vorzusehen. Dies könnte in bestimmten Sonderfällen Sinn machen, wie beispielweise im Fall eines eiligen Nachlieferbedarfs bei großen Veranstaltungen in der Altstadt oder bei einer rasant erhöhten Nachfrage bei extremer Hitze. Eine Hallengröße ab mindestens 1.000 m² würde für den dargestellten Nutzungsbedarf ausreichen. Bei einer größeren Abweichung wäre die Hallenfläche zu knapp und dies könnte die Organisation der Cross-Docking Prozesse erheblich beeinträchtigen. Aufgrund seiner hohen Bedeutung für den Entscheidungsprozess hat das Kriterium „*Hallengröße ab mindestens 1.000 m²*“ einen Anteil von 10 %.

Eine große Aufmerksamkeit bei dem Auswahlprozess der passenden Logistikimmobilie für das Cross-Docking Zentrum ist auf den Hallenboden und seine Eigenschaften zu richten. Ausschlaggebend ist es, dass der Boden aus Beton gefertigt ist, da Beton auf Dauer sehr tragfähig, griffig und gegen Ölflecken (zum Beispiel von dieselgetriebenen Gabelstaplern) und Wasser resistent. Durch den Betrieb von Gabelstaplern und Kommissioniermäusen wird auf den Fußboden punktförmiger Druck ausgeübt. Andererseits werden im geplanten Cross-Docking Zentrum keine extrem schweren Waren gelagert wie etwa Stahlcoils oder Papierrollen, es ist auch kein Hochregallager vorgesehen. Darüber hinaus würde eine Bodentragfähigkeit von 5 t/m² ausreichen. Die beiden Kriterien „*Betonboden*“ und „*Bodentragfähigkeit mindestens 5 t/m²*“ beeinflussen mit 10 % den gesamten Nutzwert des entsprechenden Kriterienclusters.

Weitere wichtige Anforderungskriterien an eine Logistikimmobilie für das Pilotprojekt, die im Auswahlverfahren eine bedeutende Rolle spielen und jeweils einen Anteil von 8 % haben, sind Stützenkonstruktion, Hallenhöhe und Anzahl von Rampentoren.

Auf die *Stützenkonstruktion* der Cross-Docking-Halle wird ein besonderer Wert gelegt. Die Stützen in der Halle müssen aus Stahlbeton sein und einen Abstand von mindestens 12 m

aufweisen. Bei einer kleineren Halle (bis 2.000 m²) ist eine stützenfreie Konstruktion vorzuziehen, damit der Gabelstaplerverkehr ungehindert sein und der Umschlagprozess flexibel gestaltet werden kann. Die stützenfreie Konstruktion hat auch den Vorteil in dem Fall, wenn die Transportmittel direkt in der Halle beladen werden müssen, da das Beschädigungsrisiko der Transportmittel bei einer solchen Baukonstruktion minimal ist. Das Beladen der Lastkraftwagen in der Halle ist im Winter oder beim Unwetter denkbar, aber auch wenn die Umschlaghalle keine Rampentore hat.

Die *Hallenhöhe* muss mindestens 5 m UKB betragen. Diese Höhe ist als vollständig ausreichend zu betrachten, da im Cross-Docking Zentrum im Rahmen des Pilotprojekts kein Bedarf für die Errichtung des Hochregallagers besteht. Sogar im Falle des Beladens von Transportmitteln in der Halle würde die angesprochene Hallengröße ausreichen, da die Höhe des größten 26 t-Lastkraftwagens, die die Getränke Karas Vertriebs GmbH besitzt, 3,7 m beträgt.¹³

Die *Anzahl der Rampentore* wird von der Hallengröße beeinflusst. Die Faustregel verlangt ein Rampentor auf 250 m², das heißt, dass für die Halle von 1.000 m² vier gegenüber liegende Rampentore erforderlich sind. Für das Pilotprojekt käme auch eine Logistikimmobilie mit nur einem Rampentor in Frage, da das Umschlagvolumen im Vergleich zu größeren Cross-Docking und Warenverteilzentren klein ist. Die Rampentore in der Logistikhalle ermöglichen aber einen schnellen Umschlagprozess, sind besser für die Mitarbeiter hinsichtlich der Arbeitsbedingungen und erhöhen somit die Attraktivität der Logistikimmobilie erheblich.

Für die Durchführung des Be- und Entladens der Verkehrsmittel sind zwei Alternativen in Betracht zu ziehen: Umschlag ohne Rampe und Umschlag mit Rampe. Sollten in der für das Pilotprojekt angebotenen Logistikimmobilie keine Rampentore vorhanden sein, ist von einem Umschlag im Freien oder in der Halle auszugehen. Für den Umschlag im Freien gewinnt das Kriterium „Rangierfläche mindestens 35 m“ besonders stark an Bedeutung. Außerdem müssen die Anfahrtszeiten so geplant werden, dass keine Warteschlangen von Transportmitteln entstehen.

Für ein „klassisches“ Cross-Docking ist eine Halle notwendig, die die Andienung der Rampentoren von beiden Seiten der Halle ermöglicht. In der Praxis gibt es auch Fälle, wo das Cross-Docking in einer Halle mit nur einem Rampentor stattfindet. Darüber hinaus ist das Kriterium „*Andienbarkeit von beiden Seiten*“ kein „Muss“-Kriterium, es ist aber wünschenswert und die Erfüllung dieses Kriteriums würde die Attraktivität der Logistikimmobilie deutlich steigern. Dieses Kriterium beeinflusst den Nutzwert des ganzen Clusters mit 5 %.

Beim Be- und Entladen von Lastkraftwagen in der Halle muss damit gerechnet werden, dass der Transportwagen rückwärts in die Halle einfährt. In diesem Fall gewinnt das Kriterium „*Stützenabstand mindestens 12 m oder stützenfreie Konstruktion*“ besonders stark an Bedeutung.

In beiden Fällen sind für den schnellen Umschlag ohne Rampe die Ladehilfsmittel erforderlich, zum Beispiel Ladebordwand oder eine mobile Rampe, die an den Lastkraftwagen mittels des Staplers angebracht wird.

Bedeutend mehr Vorteile bringt der Umschlag mit Rampe, was das Vorhandensein von den Ladeluken vorsieht. Die Ladeluke muss dann mit einem Tor, einer Torabdichtung und einer Überladebrücke ausgestattet sein. Die möglichen Arten von Toren, Torabdichtungen und Überladebrücken wurden im Kapitelabschnitt 3.1.3 beschrieben. Für das Cross-Docking Zentrum im Rahmen des Pilotprojekts kommt jede mögliche Gestaltung von Ladeluken in Frage. Von Vorteil wäre auch das Vorhandensein von Einfahrhilfen, deren verschiedene Ausführungen im Kapitelabschnitt 3.1.3 dargestellt sind. Aufgrund seiner hohen Vorteilhaftigkeit für eine Logistikimmobilie hat das Wunsch-Kriterium „*Ladeluken*“ einen Anteil von 7 %.

¹³ Vgl. Zeitzgen 2007, S. 4.

Die im Folgenden angeführten Kriterien an das Gebäude der Logistikimmobilie erhöhen deren Attraktivität, spielen jedoch keine entscheidende Rolle und haben jeweils einen Anteil von 5 %:

Die Hallentiefe. Da die Schnelligkeit des Umschlagprozesses einer relativ geringen Hallentiefe bedarf, ist eine Hallentiefe von 30 – 40 m als vorteilhaft zu sehen.

Die Bodenebenheit. Die maximale Abweichung der Bodenebenheit darf 2 mm auf 5 m betragen. Außerdem sollte der Hallenboden möglichst wenige Risse aufweisen, was auch zur Bodenebenheit gehört. Dieses Merkmal nimmt besonders stark an Bedeutung zu, weil im geplanten Cross-Docking Zentrum viel mit Gabelstaplern oder Kommissioniermäusen gefahren wird und es mit leicht zerbrechlichem Gut wie Flaschen gearbeitet wird. Am besten geeignet ist die fugenlos oder mit wenigen Fugen hergestellte Bodenplatte, da diese Bildung von Rissen im Boden minimiert.

Büroflächenanteil 5 – 10 %. Für die Koordination und Steuerung des Cross-Docking Prozesses wird ein Büro gebraucht. Speziell für das Pilotprojekt ist ein Büro für einen, maximal zwei Mitarbeiter ausreichend. Die Bürofläche an sich muss nicht groß sein, mindestens 10 m² und mit minimalen Anforderungen an Technik und Büromöbel ausgestattet sein. Das Büro muss über den Platz für mindestens einen Schreibtisch und zwei Stühle, Ablagemöglichkeiten für Lieferscheine und andere Dokumente, EDV-, Internet- und Telefonanschluss verfügen. Sollte die Logistikimmobilie keine explizite Bürofläche haben, kann ein vorläufiges Büro in der Halle eingerichtet werden, indem in eine helle Ecke, die über einen Stromanschluss verfügt, ein Schreibtisch und ein paar Stühle hingestellt werden und diese Fläche mit einer tragbaren Trennwand von dem restlichen Arbeitsbereich abgegrenzt wird.

Sanitärräume. Die Arbeitsstättenverordnung setzt für alle gewerblichen Immobilien das Vorhandensein von Toiletten, Waschräumen und Umkleidekabinen vor. Die Anzahl von Sanitärräumen hängt von der Anzahl der Mitarbeiter pro Schicht ab. Für den geplanten Cross-Docking Punkt ist es davon auszugehen, dass pro Schicht zwei bis drei Mitarbeiter beschäftigt werden. Daher würde eine für Männer und Frauen nicht getrennte Toilette ausreichen. Es muss auch eine Möglichkeit zum Umkleiden und zur Ablage eigener Privatsachen der Mitarbeiter vorhanden sein. Sollte im Büro dafür nicht ausreichend Platz zur Verfügung stehen, ist eine abschließbare Umkleidekabine einzurichten.

7.1.5 Technische Kriterien

Der Kriteriencluster „Technische Kriterien“ hat für die Entscheidung über die passende Logistikimmobilie eine gleich hohe Bedeutung wie die Cluster „Kriterien zum Standort“ und „Kriterien zum Grundstück“, also 20 %.

In diesem Zusammenhang werden zwei Kriterien als besonders wichtig hervorgehoben: die Sprinkleranlage und die Strom-, EDV-, Heizungs- sowie Wasseranschlüsse. Diese Kriterien haben einen Anteil von jeweils 40 %.

Hinsichtlich des Brandschutzes müssen im Cross-Docking Zentrum drei Arten von Brandschutz vorhanden sein: baulicher, betrieblich-organisatorischer und anlagentechnischer Brandschutz. Als Mindestanforderung für den anlagentechnischen Brandschutz im geplanten Cross-Docking Zentrum muss die *Sprinkleranlage* oder die *Hydranten* mit den Schlauchtrommeln gemäß der DIN-Norm DIN 14461 im Gebäude installiert werden.

Ausgehend vom Charakter der durchzuführenden Umschlagprozesse im Cross-Docking Zentrum für das Projekt „Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“ ist das Vorhandensein folgender Anschlüsse erforderlich: Strom-, Wasser-, EDV- und Heizungsanschluss.

Die *Strom- und EDV-Anschlüsse* werden insbesondere im Büro gebraucht, da der Informationsumtausch und die Tourenplanung elektronisch- und computergestützt erfolgen werden.

Die *Heizung* ist in erster Linie im Büroraum vorzusehen. Vorteilhaft wäre auch die Beheizung der Logistikhalle selbst, damit bessere Arbeitsbedingungen für die Umschlagmitarbeiter geschaffen werden können. In der Praxis ist eine beheizte Umschlaghalle eher selten zu finden.

Der *Wasseranschluss* ist in den Sanitärräumen und in den Bereichen erforderlich, wo das Wasser zum Säubern von den eventuell verunreinigten Getränkeflaschen und -fässer benutzt wird, sei es in der Halle oder im Ladehof.

Weitere haustechnische Kriterien sind Beleuchtung und Lüftung, die jeweils einen Anteil von 10 % am gesamten Cluster haben.

Die Logistikhalle muss mit einer ausreichenden *Beleuchtung* versorgt werden (mindestens 60 – 120 Lux), da der Umschlag meistens sehr früh am Morgen oder spät am Abend durchgeführt wird.

Für die *Lüftung* der Umschlaghalle würde die natürliche Lüftung durch Fenster oder eventuelle Dachöffnungen ausreichen. Da die Getränkelogistik keine besonderen Vorschriften zur Kühlung vorsieht, ist das Vorhandensein einer Klimatisierungsanlage in der Halle nicht erforderlich.

7.1.6 Erstellung eines Kriterienkatalogs für die Immobilienbewertung

Nachdem die Kriteriencluster gewichtet wurden und die Teilgewichtungen der einzelnen Kriterien innerhalb des Clusters ermittelt wurden, sind an dieser Stelle die absoluten Gewichtungsfaktoren zu berechnen. Die Summe aller Gewichtungsfaktoren muss gleich eins sein. Die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren wird am Beispiel des Kriterienclusters „Kriterien zum Standort“ dargestellt:

Gewichtung des Clusters		Teilgewichtung [%]	Gewichtungsfaktor absolut
20%	Kriterien zum Standort		
	Nähe zur B4R, Altstadt	50%	0,10
	Ungehinderte Zufahrt zum CDZ	30%	0,06
	Zentrale Lage	20%	0,04

Tabelle 6: Beispiel zur Ermittlung der absoluten Gewichtungsfaktoren

Der Gewichtungsfaktor ist das Produkt aus der prozentualen Cluster-Gewichtung und der Teilgewichtung des jeweiligen Kriteriums. So ist der Gewichtungsfaktor für das Kriterium „Nähe zur B4R, Altstadt“ wie folgt auszurechnen: $0,2 \times 0,5 = 0,10$.

Somit ergibt sich folgender Kriterienkatalog für eine passende Logistikimmobilie im Rahmen des Pilotprojekts „Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“:

Gewichtung des Clusters		Teilgewichtung [%]	Gewichtungs-faktor absolut	LI Kohlenhof (max. 10 Punkte)	Nutz-wert	LI Dachser (max. 10 Punkte)	Nutzwert
20%	Kriterien zum Standort	100%	0,20				
	Nähe zur B4R, Altstadt	50%	0,10				
	Ungehinderte Zufahrt zum CDZ	30%	0,06				
	Zentrale Lage	20%	0,04				
20%	Kriterien zum Grundstück	100%	0,20				
	Rangierfl. mind. 35 m und Platz für Leergut	40%	0,08				
	Asphaltierter Baugrund	35%	0,07				
	Verzäunung	20%	0,04				
	Steigung max. 5 -10 %	5%	0,01				
40%	Kriterien zum Gebäude	100%	0,40				
	Eingeschossigkeit	14%	0,06				
	Hallengröße ab 1.000 m ²	10%	0,04				
	Betonboden	10%	0,04				
	Bodentragfähigkeit mindestens 5 t/m ²	10%	0,04				
	Stützenabstand mind. 12 m	8%	0,03				
	Hallenhöhe mind. 5 UKB	8%	0,03				
	Rampentor mind. 1 auf 250 m ²	8%	0,03				
	Andienbarkeit von beiden Seiten	5%	0,02				
	Ladeluken	7%	0,03				
	Hallentiefe 30-40 m	5%	0,02				
	Bodenebenheit (2 mm auf 5 m)	5%	0,02				
	Büroflächenanteil 5 -10 %	5%	0,02				
	Sanitärräume	5%	0,02				
20%	Technische Kriterien	100%	0,20				
	Sprinkleranlage/ Hydranten	40%	0,08				
	Strom-, EDV-, Heiz.- und Wasseranschl.	40%	0,08				
	Beleuchtung mind. 30 -120 Lux	10%	0,02				
	Natürliche Lüftung	10%	0,02				
100%	Summe:		1,00				

Tabelle 7: Kriterienkatalog zur Immobilienbewertung

7.1.7 Bewertung zweier Logistikimmobilien

Nun werden zwei existierende Logistikimmobilien auf ihre Eignung für den Modellversuch geprüft.

Speziell für den Kriterienkatalog zwecks der Bewertung der Logistikimmobilien im Rahmen des Projekts „Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“ erscheint es sinnvoll, eine Punkteskala von 0 bis 10 zu verwenden:

- 0-2 Punkte – „ein kleiner Erfüllungsgrad des Kriteriums“, mangelhaft;
- 3-5 Punkte – „ein mittlerer Erfüllungsgrad des Kriteriums“, ausreichend;
- 6-8 Punkte – „ein hoher Erfüllungsgrad des Kriteriums“, gut;
- 9-10 Punkte – „ein sehr hoher Erfüllungsgrad des Kriteriums“, sehr gut.

Solch eine breite Punkteskala ermöglicht es, die Kriterien, die auf ersten Blick gleichen Erfüllungsgrad haben, stärker zu differenzieren.

7.1.7.1 Immobilie A: Das Kohlenhof-Gebäude

7.1.7.1.1 Kriterien zum Standort

Die zum Logistikunternehmen „Kohlenhof“ gehörende Immobilie liegt westlich vom Nürnberger Stadtzentrum im Stadtteil „Kohlenhof“ und ist ca. 2,7 km von der Nürnberger Altstadt entfernt. Das entspricht etwa 8 Minuten Fahrzeit. Aufgrund seiner unmittelbaren *Nähe zur Altstadt* hat die Immobilie eine sehr günstige Lage für den geplanten Cross-Docking Punkt und erreicht somit die volle Punktezahl von 10.

Die Zufahrt zur Immobilie erfolgt über eine direkte Anbindung zur Autobahn A 73. Die Wohnhäuser, die sich in der Umgebung befinden, sind aufgrund der weiten Entfernung kein Hindernis. Die zur Immobilie anliegende Straße ist ziemlich eng und bietet keine großzügige Wendemöglichkeit, ist aber für einen Lastkraftwagen ausreichend. Die Staugefahr könnte im Stadtgebiet Plärrer entstehen. Dies ist jedoch nicht ausschlaggebend, da früh am Morgen, wenn die mit Waren beladenen Transportmittel in die Altstadt einfahren müssen, die Staugefahr minimal ist. Darüber hinaus erreicht das Kriterium „*Unverhinderte Zufahrt zum Cross-Docking Zentrum*“ nur einen guten Erfüllungsgrad und wird mit 7 Punkten bewertet.

Die Immobilie befindet sich nicht zentral für alle beteiligten Unternehmen, so dass der östlich von Nürnberg ansässige Getränkeliieferant „Getränke Ziegler GmbH“ einen Umweg von 11 km hätte. Aufgrund dessen ist das Kriterium „*Zentrale Lage*“ mangelhaft erfüllt und wird mit nur einem Punkt bewertet.

7.1.7.1.2 Kriterien zum Grundstück

Der Innenhof der Logistikimmobilie „Kohlenhof“ hat einen über 35 m großen Rangierplatz mit großzügigen Wendemöglichkeiten und genügend Platz zum Abstellen des Leerguts im Freien. Das Kriterium „*Rangierfläche mindestens 35 m und Platz für Leergut*“ ist somit vollständig erfüllt und wird mit 10 Punkten bewertet.

Der Bodengrund ist gepflastert. Obwohl der Bodengrund nicht asphaltiert ist, ist er trotzdem durch die Pflastersteine gegen das Ausweichen infolge der Belastung oder des Unwetters geschützt. Somit erreicht das Kriterium „*Asphaltierter Baugrund*“ mit 9 Punkten einen sehr guten Erfüllungsgrad.

Der Hof und das Gebäude sind gut verzäunt und videoüberwacht, so dass das Diebstahlrisiko minimal ist. Infolge dessen wird das Kriterium „*Verzäunter Hof*“ mit voller Punktezahl von 10 bewertet.



Abbildung 5: Immobilie Kohlenhof

Der *Innenhofboden* erweist eine leichte Steigung, diese sollte aber keine Gefahr für die Lastkraftwagen im Winter darstellen, dafür wurden 8 Punkte vergeben.

7.1.7.1.3 Kriterien zum Gebäude

Obwohl das Gebäude mehrgeschossig ist, ist die Umschlaghalle selbst eingeschossig. Somit ist das K.o.-Kriterium „*Eingeschossigkeit*“ hundertprozentig erfüllt und bekommt 10 Punkte.

Die *Hallengröße* ist ca. 1.500 m² groß und verfügt über einen *Betonboden* mit ausreichender *Bodentragfähigkeit* von 5 t/m². Die *Hallenhöhe* ist über 5 m UKB und die *Hallentiefe* beträgt ca. 30 m. Somit sind diese Anforderungskriterien vollkommen erfüllt und werden jeweils mit 10 Punkten bewertet.

Die Umschlaghalle verfügt über 25 *Rampentore*. Die Regel über die Mindestzahl der Rampentore lautet: mindestens 1 Rampentor pro 250 m² Hallenfläche. Die Hallenfläche der „Kohlenhof“-Immobilie beträgt ca. 1.500 m², somit muss die Halle über mindestens 6 Rampentore verfügen. Da die Halle über 25 Rampentore verfügt, ist dieses Kriterium vollständig erfüllt und bekommt die volle Punktezahl von 10.

Alle Rampentore verfügen über die *Ladeluken* mit Rolltoren, was ein großer Vorteil für eine Logistikimmobilie ist, dafür werden 10 Punkte verteilt.

Für viele Logistikimmobilien ist das Kriterium „*Andienbarkeit von beiden Seiten*“ eines der ausschlaggebenden Kriterien. Speziell für das Pilotprojekt ist es ein „Wunsch-Kriterium“. Die Logistikimmobilie „Kohlenhof“ hat die Möglichkeit zur beiderseitigen Andienung nicht. Der Grund liegt darin, dass die Immobilie eine direkte Eisenbahnanbindung hat und hinter dem Umschlaggebäude die Gleise verlegt sind. Da dieses Kriterium nicht erfüllt ist, gibt es dafür null Punkte.

Anliegend zur Umschlaghalle befinden sich geräumige *Büros*. Die *Sanitärräume* sind sowohl in den Büros als auch direkt in der Umschlaghalle vorhanden. In der Umschlaghalle gibt es auch einen Umkleieraum mit Schließfächern. Die beiden Kriterien sind damit erfüllt und werden jeweils mit 10 Punkten bewertet.

Zu der Baukonstruktion der Halle und dem Stützenabstand sowie zur Bodenebenheit gibt es keine Angaben.

7.1.7.1.4 Technische Kriterien

Zu den *Brandschutzmaßnahmen* in der Logistikimmobilie „Kohlenhof“ gibt es keine Angaben. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Immobilie den Brandschutzvorschriften entspricht, da es eine funktionierende Logistikimmobilie ist und ohne Brandschutz könnte die Immobilie nicht in Betrieb genommen werden.

Die Halle und Büroflächen verfügen über *Strom-, EDV-, Heizungs- und Wasseranschlüsse*, dafür gibt es bei der Bewertung volle Punktezahl.

Natürliche Lüftung und Beleuchtung sind durch die Dachöffnungen/ -fenster gesichert. Zur künstlichen Beleuchtung in der Halle gibt es keine Angaben, es wird aber davon ausgegangen, dass diese den Ansprüchen genügt. Die beiden Kriterien werden jeweils mit 10 Punkten bewertet.

7.1.7.2 Immobilie B: Das Dachser-Gebäude

7.1.7.2.1 Kriterien zum Standort

Die Immobilie „Dachser“ liegt in der Antwerpener Str. 20 am Nürnberger Hafen. Die Entfernung bis zum Stadtzentrum beträgt 11,6 km, was ca. 20 Minuten in Anspruch nehmen würde. Im Vergleich zur Immobilie „Kohlenhof“ ist die Entfernung von der Nürnberger Altstadt sehr groß. Aufgrund dessen wird das Kriterium „*Nähe zur B4R, Altstadt*“ mit nur einem Punkt bewertet.

Obwohl der Getränkelieferant „Getränke Ziegler GmbH“ bis zur Erreichung dieser Immobilie einen kleineren Umweg (5 km) als bis zur „Kohlenhof“-Immobilie machen sollte, ist die Lage der „Dachser“-Immobilie immer noch nicht zentral. Deswegen erreicht das Kriterium „*Zentrale Lage*“ mit zwei Punkten nur einen mangelhaften Erfüllungsgrad.

Die Zufahrt zur Immobilie B ist als ungehindert zu betrachten, da es bei der Zufahrt zum Hafen und am Hafen selbst keine Ampeln gibt, keine Staugefahr und kein Wohngebiet in der Nähe. Die Straßen am Hafen sind zweispurig, entlang den Straßen gibt es Möglichkeiten zum Parken. Das Kriterium „*Ungehinderte Zufahrt zum Cross-Docking-Zentrum*“ gilt als vollständig erfüllt und erreicht eine volle Punktezahl von 10.

7.1.7.2.2 Kriterien zum Grundstück

Das Grundstück verfügt über eine ausreichende *Rangierfläche*, mehr als 35 m und erweist *keine Steigung*. Außerdem gibt es *genug Platz für das Leergut* im Freien. Diese Kriterien sind sehr gut erfüllt und werden mit 10 Punkten bewertet.

Der Baugrund ist nicht asphaltiert, dafür aber gepflastert und ist somit gegen den Witterungseinfluss geschützt. Dieses Kriterium gilt als erfüllt und geht mit 9 Punkten in die Bewertung ein.

Das Grundstück ist von einem 1,5 m hohen Gitterzaun umgeben. Der Gitterzaun ist jedoch kein sicherer Schutz gegen Diebstahl. Am Gebäude sind Video-Kameras installiert, was die unzureichende Sicherheit gegen Diebstahl durch den Gitterzaun ausgleicht. Im Vergleich zur „Kohlenhof“-Immobilie ist dieses Kriterium gut ausgeprägt, dafür werden 8 Punkte vergeben.

7.1.7.2.3 Kriterien zum Gebäude

Das Umschlaggebäude ist *eingeschossig*, somit ist dieses KO-Kriterium vollkommen erfüllt und wird mit 10 Punkten bewertet.

Die Hallenfläche beträgt 9.160 m², was weit über der minimalen Anforderung (ab 1.000 m²) liegt. Einerseits erhöht eine solch große Hallenfläche die Flexibilität bei der Gestaltung der Umschlagprozesse. Andererseits ist die Fläche von über 9.000 m² speziell für das Cross-Docking Zentrum im Rahmen des Projekts unnötig, weil sie aufgrund eines geringen Umschlagvolumens nicht vollständig in Anspruch genommen werden kann. Dafür wird ein Punkt abgezogen und an das Kriterium „*Hallengröße ab 1.000 m²*“ werden 9 Punkte vergeben.

Die Kriterien *Betonboden, Bodentragfähigkeit, Hallenhöhe* und *Hallentiefe* sind auch optimal erfüllt und werden jeweils mit 10 Punkten bewertet.

Die Umschlaghalle hat die Möglichkeit zum *beidseitigen Andocken*, die Rampentore liegen einander gegenüber, was die Attraktivität der Logistikimmobilie deutlich steigert. Dieses Kriterium erreicht mit 10 Punkten einen sehr guten Erfüllungsgrad.



Abbildung 6: Immobilie Dachser (Hafen)

Die Immobilie „Dachser“ verfügt über 60 Rampentore. Laut der Faustregel sollte die Immobilie mindestens 37 Tore haben ($= 9.160 \text{ m}^2 / 250 \text{ m}^2$). Also ist das Kriterium „*Rampentore mindestens 1 auf 250 m²*“ erfüllt und geht in die Rechnung mit 10 Punkten ein.

Die Rampentore sind mit *Ladeluken* ausgestattet, die mit einer Torabdichtung, Überladebrücken und dem Sektionaltor ausgerüstet sind.

Anliegend zur Umschlaghalle befindet sich ein mehrstöckiges *Bürogebäude* inklusive *Sanitärräumen*. In der Halle selbst sind die Sanitärräume mit der Waschanlage und einem Umkleiraum mit Schließfächern vorhanden. Somit sind die beiden Kriterien vollständig erfüllt und bekommen jeweils 10 Punkte.

Zu der Baukonstruktion der Halle und dem Stützenabstand sowie zur Bodenebenheit gibt es keine Angaben.

7.1.7.2.4 Technische Kriterien

Zum *Brandschutz* (Sprinkleranlage, Hydranten) gibt es keine Angaben.

Im Büro- und Umschlaggebäude sind *Strom-, EDV-, Heizungs- und Wasseranschlüsse* verfügbar. Die *Beleuchtung* und *natürliche Lüftung* sind durch die Dachöffnungen/ -fenster möglich. Zur künstlichen Beleuchtung in der Halle gibt es keine Angaben, es wird aber davon ausgegangen, dass diese den Ansprüchen genügt. Die genannten Kriterien werden jeweils mit 10 Punkten bewertet.

7.1.7.3 Entscheidung

Nach der Prüfung der einzelnen Kriterien auf den Erfüllungsgrad sind im nächsten Schritt die einzelnen Nutzwerte der Kriterien zu ermitteln. Dafür werden die vergebenen Punkte mit dem entsprechenden absoluten Gewichtungsfaktor multipliziert.

Gewichtung des Clusters		Teilgewichtung [%]	Gewichtungsfaktor absolut	LI Kohlenhof (max. 10 Punkte)	Nutzwert	LI Dachser (max. 10 Punkte)	Nutzwert
20%	Kriterien zum Standort	100	0,20	18	1,46	13	0,78
	Nähe zur B4R, Altstadt	50%	0,10	10	1,00	1	0,10
	Ungehinderte Zufahrt zum CDZ	30%	0,06	7	0,42	10	0,60
	Zentrale Lage	20%	0,04	1	0,04	2	0,08
20%	Kriterien zum Grundstück	100%	0,20	37	1,91	37	1,85
	Rangierfl. mind. 35 m und Platz für Leergut	40%	0,08	10	0,80	10	0,80
	Asphaltierter Baugrund	35%	0,07	9	0,63	9	0,63
	Verzäunung	20%	0,04	10	0,40	8	0,32
	Steigung max. 5 -10 %	5%	0,01	8	0,08	10	0,10
40%	Kriterien zum Gebäude	100%	0,40	100	3,30	109	3,46
	Eingeschossigkeit	14%	0,06	10	0,60	10	0,60
	Hallengröße ab 1.000 m ²	10%	0,04	10	0,40	9	0,36
	Betonboden	10%	0,04	10	0,40	10	0,40
	Bodentragfähigkeit 5 t/m ²	10%	0,04	10	0,40	10	0,40
	Stützenabstand mind. 12 m	8%	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Hallenhöhe mind. 5 UKB	8%	0,03	10	0,30	10	0,30
	Rampentor mind. 1 auf 250 m ²	8%	0,03	10	0,30	10	0,30
	Andienbarkeit von beiden Seiten	5%	0,02	0	0,00	10	0,20
	Ladeluken	7%	0,03	10	0,30	10	0,30
	Hallentiefe 30-40 m	5%	0,02	10	0,20	10	0,20
	Bodenebenheit (max. 2 mm auf 5 m)	5%	0,02	k. A.	k.A.	k. A.	k.A.
	Büroflächenanteil 5 -10 %	5%	0,02	10	0,20	10	0,20
	Sanitärräume	5%	0,02	10	0,20	10	0,20
20%	Technische Kriterien	100%	0,20	30	1,2	30	1,2
	Sprinkleranlage/ Hydranten	40%	0,08	k. A.	k.A.	k. A.	k.A.
	Strom-, EDV-, Heizung- und Wasseranschl.	40%	0,08	10	0,80	10	0,80
	Beleuchtung mind. 30 -120 Lux	10%	0,02	10	0,20	10	0,20
	Natürliche Lüftung	10%	0,02	10	0,20	10	0,20
100%	Summe:		1,00	185	7,87	189	7,29

Tabelle 8: Bewertung der Logistikimmobilien „Kohlenhof“ und „Dachser“

Nach der Addition der einzelnen Nutzwerte ergibt sich für die Immobilie „Kohlenhof“ ein Nutzwert in Höhe von 7,87 und für die Immobilie „Dachser“ 7,29. Somit erreicht die Immobilie „Kohlenhof“ einen höheren Nutzwert.

Die beiden zur Auswahl herangezogenen Logistikimmobilien haben in vielen Kriterien die höchste Punktezah erreicht. Dies bedeutet, dass die beiden Logistikimmobilien an sich hochwertig sind und für die Errichtung des Cross-Dockings geeignet wären. Speziell für das Projekt

„Grüne Logistik in der Nürnberger Altstadt“ spielt die Lage des Cross-Docking Punktes eine entscheidende Rolle. So ist im Cluster „Kriterien zum Standort“ ein deutlicher Unterschied zwischen den Nutzwerten beider Immobilien zu beobachten. Wegen seiner großen Entfernung vom Nürnberger Stadtzentrum ist die Logistikimmobilie „Dachser“ ungünstig.

Dies führt zur Entscheidung, dass im Vergleich zwischen zwei Logistikimmobilien, die Logistikimmobilie „Kohlenhof“ die am besten geeignete Immobilie für die Errichtung des Cross-Docking Zentrums im Rahmen des Pilotprojekts ist.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass zu einem späteren Zeitpunkt noch eine Logistikimmobilie in Sandreuth nachgewiesen wurde, Adresse: Industriestr. 21, 25, 27 Hallenfläche: ca. 2.000 m². Lage südwestlich vom Stadtzentrum Nürnberg, Entfernung zu der Nürnberger Altstadt: ca. 4,6 km. Diese Immobilie erwies sich beim Ortstermin auch als gut geeignet und wurde aufgrund der räumlichen Nähe zum Kohlenhof in die folgende Szenariensimulation mit einbezogen.

Immobilie	Altstadt	Tucher Fürth	Coca-Cola, Erlangen	Ziegler, Ortensooos	Neumarkter Lammsbräu Neumarkt	Karas, Lichtenau
1 Hafen „Geis“-Gebäude Duisburger Str. 80	9,6	11,2	27,4	33,1	44,2	49,0
2 Hafen „Schiffahrt Duisburger Str. 9	8,6	10,8	26,4	32,1	43,2	48,0
3 Hafen „Greenfield“-Gebäude Duisburger Str. 44	8,7	11	26,5	32,2	43,2	48,1
4 Hafen „Dachser“-Gebäude Antwerpener Str. 20	11,6	14,3	29,3	31,0	42,0	46,9
5 Hafen „Kotthaus“ Bremerhavener Str. 15	11,7	13,9	29,4	30,9	42,0	46,8
6 „Schenker“-Gebäude Kohlenhof	2,7	7,0	21,6	35,0	46,1	50,9
7 Sandreuth Industriestraße 21, 25, 27	4,6	8,0	23,1	33,2	44,2	49,6
8 „Jonas Lang LaSalle“ Kirchhoffstraße 5	6,1	5,0	21,7	35,7	46,8	51,6
9 „Hudson Advisors“ Wittekindstraße 26	6,5	4,5	17,9	38,8	49,8	54,7

Tabelle 9: Entfernungen in Kilometern

7.2 Szenariensimulation

7.2.1 Datenerhebung- und Aufbereitung

Mit Hilfe der Planungssoftware TransIT im Rahmen dieses Projekts die Fragestellung geklärt werden, in wie weit sich durch den Einsatz von Cross-Docking auf einem altstadtnahen Umschlagsplatz Einsparungen hinsichtlich Kilometer und Emissionen ergeben können.

Dafür werden Tourdaten von den am Projekt „Grüne Logistik“ beteiligten Unternehmen Karas, Ziegler, Lammsbräu, Tucher und Coca Cola benötigt. Damit alle saisonalen Schwankungen berücksichtigt werden, umfasst der Erhebungszeitraum von Mai 2009 bis April 2010 ein komplettes Jahr. Diese Tourdaten müssen aufbereitet und in ein einheitliches Format überführt werden, um anschließend eine Auswertung mit TransIT vornehmen zu können.

In der Planungssoftware TransIT wird die Ausgangssituation nachgebildet und anschließend ausgewertet. Die Notwendigkeit, die Ist-Situation nachzubilden, ergibt sich aus zwei Gründen: Zum einen sind es teilweise unvollständige Datensätze und fehlende Dokumentationen der genauen Auslieferungsrouten, zum anderen lässt sich eine haltbare Aussage über ein etwaiges Verbesserungspotenzial nur tätigen, wenn die zu vergleichenden Ergebnisse auf derselben Grundlage ermittelt wurden. Da die potenziellen Crossdock-Szenarien mit der Planungssoftware TransIT simuliert werden, muss die Ist-Situation ebenfalls mit diesem TPS abgebildet werden.

Für die Analyse der Ist-Situation werden Daten zur Tour, zum Fuhrpark, zum Kunden und zum Auftrag benötigt. Diese wurden von den fünf beteiligten Unternehmen für den Zeitraum von Mai 2009 bis April 2010 erhoben. Coca Cola-Daten für den Juli 2009 lagen bei Simulationsbeginn noch nicht vor und wurden nicht berücksichtigt.

Fuhrparkdaten	Tourdaten	Auftragsdaten	Kundendaten
Fahrzeug-Nr.	Tour-Nr	Auftrags-Nr.	Kunden-Nr.
Kennzeichen	Datum	Tour-Nr.	Name
Typenbezeichnung	Fahrzeug-Nr.	Kunden-Nr.	Adresse
Zul. Gesamtgewicht	Fahrer / Beifahrer	Liefer-Datum	Servicezeiten
Max. Ladegewicht	Anzahl Stopps / Kunden	Liefer-Adresse	Schlüsselgewicht
Palettenstellplätze	Dauer	Gewicht	Bemerkungen
Hersteller	Strecke in km	Einheiten	
Baujahr	Gewicht	Hektoliter	
EURO-Norm	Einheiten	Soll-Zeiten	
Kraftstoffart	Hektoliter		
Kraftstoffverbrauch	Auslastungsgrad		
Ausstattung (Hubwagen)	Kraftstoffverbrauch		
	Kosten		

Tabelle 10: Inhalte der Datenerhebung

Gegebene Restriktionen: Restriktionen sind Nebenbedingungen, innerhalb derer die Lösungsmöglichkeiten zu suchen sind. Es ist notwendig diese strikt einzuhalten, da andernfalls kein zufrieden-stellendes Ergebnis erzielt werden kann. Für diese Untersuchung bestehen Restriktionen hinsichtlich Transportmittel, Zeit und Depot.

- *Restriktion 1:* Es stehen zwölf Transportfahrzeuge zur Verfügung (1x Coca Cola, 5x Karas, 2x Lammsbräu, 1x Tucher, 3x Ziegler).
- *Restriktion 2:* Die Transportkapazitäten der Fahrzeuge sind hinsichtlich Lademeter (ldm), Volumen und Gewicht begrenzt und dürfen nicht überschritten werden (siehe Tabelle 11).
- *Restriktion 3:* Karas-Produkte dürfen nur von Karas-Fahrzeugen transportiert werden. Entsprechendes gilt für die Produkte von Ziegler, Lammsbräu, Tucher und Coca Cola.
- *Restriktion 4:* Kunden geben bestimmte Lieferzeitfenster vor, innerhalb derer die Belieferung zu erfolgen hat.
- *Restriktion 5:* Die Stadt Nürnberg gibt für die Belieferung der Fußgängerzone ein Anlieferzeitfenster von 06:00 – 10:30 Uhr vor.
- *Restriktion 6:* Einhaltung einer maximalen Lenkzeit von täglich neun und zweimal wöchentlich zehn Stunden, nach der Fahrpersonalverordnung (FPersV), dem Arbeitszeitgesetz (ArbZG) und der europäischen Verordnung VO (EG) Nr. 561/2006.
- *Restriktion 7:* Start- und Zielpunkt einer Tour ist immer das Heimatdepot des Fahrzeugs.

Abkürzung	Bezeichnung	Gesamtgewicht [kg]	Nutzlast [kg]	EURO-Norm	Verbrauch [l]
C1	MB-IVECO	11.999	4.500	EURO 3	24
K1	MB 2536	25.700	13.800	EURO 3	37
K2	MB 2536	25.700	13.800	EURO 3	42
K3	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	36
K4	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	34
K5	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	32
L1	MAN L86 20.224	20.600	12.605	EURO 3	30
L2	MAN L86 20.224	20.600	13.140	EURO 3	29
T1	MAN	15.500	7.850	EURO 4	41
Z1	MAN TGL 8210	7.000	3.000	EURO 4	20
Z2	MAN 20268 L84	21.000	12.000	EURO 2	27
Z3	DB Atego 1523L	15.000	8.000	EURO 3	24
CD1	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	32
CD2	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	32
CD3	MB 2536	25.700	13.800	EURO 4	32
CD-E	Motec 5,5	5.490	2.650	-	-

Tabelle 11: LKW-Restriktionen

Datenaufbereitung: Da im Rahmen der Kooperation fünf Unternehmen mit jeweils eigenen internen Standards beteiligt sind, lagen die Daten in unterschiedlichen Formaten vor. Somit mussten diese Daten in ein einheitliches Format überführt und an die Erfordernisse von TRANSIT angepasst werden. Dafür wurde ein Nummernsystem entwickelt, eine Datenbank aufgebaut, sowie Steuerungsparameter und Planungsgrößen definiert.

Verschlüsselung: Zunächst wurden den Unternehmen und Kunden Ziffern zugewiesen. Während die Nummerierung der Unternehmen lediglich ein Unterscheidungsmerkmal darstellt und keine Rangfolge bildet, werden die Kunden gemäß ihrer geographischen Lage in Typen der Kategorie 0-4 eingeteilt.

Unternehmen	Kundentyp
1 = Karas	0 = Fußgängerzone (Altstadt)
2 = Ziegler	1= Innerhalb der Altstadt
3 = Lammsbräu	2 = Innerhalb der B4R
4 = Tucher	3 = Innerhalb der Stadt Nürnberg
5 = Coca-Cola	4 = Außerhalb Nürnbergs

Tabelle 12: Verschlüsselung Unternehmen und Kundentyp

Für eine einheitliche Formatierung wurde eine 10-stellige sprechende Tournummer generiert. Der Vorteil einer solchen klassifizierenden Nummer ist die eindeutige Identifikation der Tour sowie die mögliche Rückverfolgung zu den Originaldaten. Dies kann im Rahmen der Simulation der schnellen Kontrolle der Ergebnisse zweckdienlich sein.



Abbildung 7: 10-stellige Tournummer

Ebenso wurde der Kundennummer ein einheitliches Format überführt. Da die längste Kundennummer siebenstellig war, wurden alle Nummern mit weniger Stellen um die entsprechende Differenz mit Nullen aufgefüllt. Durch das Voranstellen der jeweiligen Unternehmenskennziffer wurde eine mögliche Dopplung einer Kundennummer verhindert, falls diese bei mehreren Unternehmen vergeben wurde.

Die fertige Auftragsnummer ist 19-stellig und ergibt sich aus dem Zusammenfügen von Tournummer, Auftragsnummer und der Kennziffer für den Kundentyp..

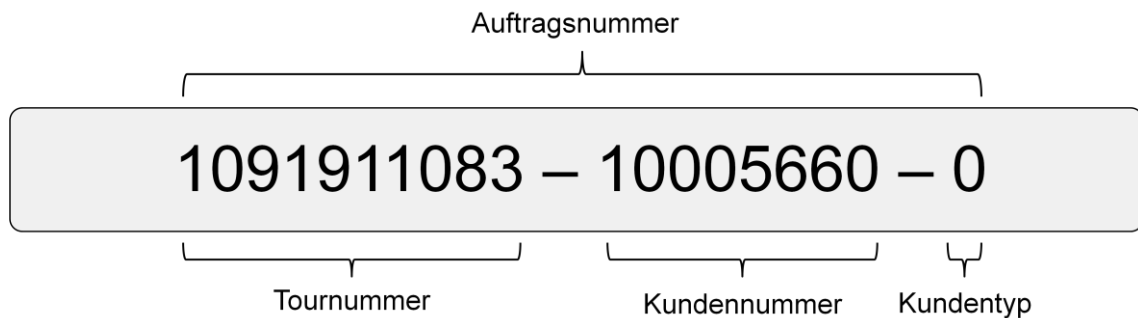


Abbildung 8: Beispiel einer Auftragsnummer

Planungsgrößen: Für die Simulation mit TransIT mussten für jeden Auftrag die Planungsgrößen Lademeter und Gewicht ermittelt werden. Je nach LKW steht für beide nur eine begrenzte Kapazität zur Verfügung. Hierbei ergab sich das Problem, dass die Bestellmengen zwar unabhängig vom Unternehmen in „Einheiten“ angegeben wurden, deren Definition jedoch unternehmensbezogen abwich. So wurde sowohl ein Kasten als auch ein Fass und eine Palette als eine „Einheit“ bezeichnet. Des Weiteren lagen unterschiedliche Gewichtsdefinitionen vor. Einmal bezog sich das angegebene Gewicht auf das gelieferte Vollgut, ein anderes Mal schloss die Angabe auch das zurückgenommene Leergut mit ein oder konnte im Nachhinein nicht mehr auftragsbezogen ermittelt werden. Demzufolge konnten aus „Einheiten“ keine Maße ermittelt und daraus Lademeter abgeleitet werden und die angegebenen Gewichte konnten nicht übernommen werden. Diese waren somit als Planungsgröße ungeeignet.

Als Konsequenz erfolgte die Ermittlung dieser Werte über qualifizierte Schätzungen mit Hilfe der Planungsgröße Hektoliter (hl), die unternehmensübergreifend einheitlich definiert wird: 1 Hektoliter = 100 Liter. Auf Basis der erhobenen Hektoliter-Werte je Auftrag konnte mit folgenden Umrechnungsfaktoren Gewicht und Lademeter ermittelt werden:

(1) Zu berechnender Wert: Durchschnittliche Stellplätze pro Hektoliter [Stellpl./hl]

Als Berechnungsgrundlage wurden die Tourdaten von Karas, Lammsbräu und Tucher herangezogen. Von Ziegler und Coca Cola sind keine kompletten Tourdaten vorhanden und werden deshalb für die Berechnung nicht berücksichtigt. Abgezogen wurden Touren mit Anhänger, überladene Touren und nicht voll ausgelastete Touren. Für den Auslastungsgrad wurden folgende Annahmen getroffen:

- (A1) 1 Kasten Bier = 20 Flaschen x 0,5l = 10l
- (A2) 1 Palette Bier = 40 Kästen x 10l = 400l = 4hl
- (A3) 1 Stellplatz = 1 Palette = 0,4 ldm
- (B1) Tucher-LKW: 5,60 ldm / 0,4 ldm = 14 Stellplätze x 4hl = 56 hl/LKW
- (B2) Lammsbräu-LKW: 6,00 ldm / 0,4 ldm = 15 Stellplätze x 4hl = 60 hl/LKW
- (B3) Karas-LKW: 6,80 ldm / 0,4 ldm = 17 Stellplätze x 4hl = 68 hl/LKW

Nach Auskunft der beteiligten Unternehmen gelten die LKWs als voll ausgelastet bei einer Lademenge von 550 bis 700 Einheiten. Die in B1-B3 berechnete maximale Transportlast in Hektoliter wird nun der maximalen Vollaustattung von 700 Einheiten zugeordnet. Daraus lassen sich Hektoliter-Werte für die minimalste Vollaustattung von 550 Einheiten ableiten.

LKW voll bei	Stellplätze		
	14	15	17
700 Einheiten	56hl	60hl	68hl
550 Einheiten	43hl	46hl	53hl
Annahme mit Puffer	41hl	44hl	50hl

Tabelle 13: Stellplatzbezogene LKW-Auslastung

Unter Berücksichtigung eines Puffers wurden demzufolge alle Touren mit einer Auslastung unter 41hl bei 14 Stellplätzen, unter 44hl bei 15 Stellplätzen und 50hl bei 17 Stellplätzen aus der Berechnungsgrundlage gestrichen. Damit gingen insgesamt noch 349 als voll ausgelastet geltende Touren in die Berechnung ein.

Ergebnis: \emptyset Stellplätze pro Hektoliter = **0,29898** [Stellpl./Hl]

(2) Zu berechnender Wert: Durchschnittliches Gewicht pro Hektoliter [kg/hl]

Berechnungsgrundlage sind Lieferscheine mit Hektoliter-Werten bei denen gilt: Gewichtsangabe entspricht dem Gewicht des Vollgutes. Dies gilt für alle Datensätze von Karas, Lammsbräu und Coca Cola. Von Ziegler fehlt das tatsächliche Gewicht und bei Tucher sind die Gewichtsangaben inklusive Leergut. Somit stehen 11.747 Datensätze zur Verfügung und gehen in folgende Berechnung ein.

Ergebnis: \emptyset Gewicht pro Hektoliter = **173,9** [kg/Hl]

Diese beiden Durchschnittswerte ergaben bei der Prüfung auf Gültigkeit durch Testberechnungen zufriedenstellende Ergebnisse und eigneten sich somit für die Aufbereitung der Input-Daten für TransIT.

Datenbank: Aus den ca. 15.000 erhobenen Datensätzen wurde eine Projektdatenbank in Microsoft Access angelegt. Die vier Tabellen: Fahrzeugstammdaten, Tourdaten, Lieferscheine und Kundenstammdaten wurden mittels Verknüpfungen in Beziehung gesetzt. Durch diese Verknüpfungen ist es möglich mit Hilfe einer Abfragemaske in Microsoft Access eine Liste von Datensätzen mit den benötigten Kriterien zu erstellen. So können z.B. alle Informationen zu den Aufträgen von Unternehmen 1, in der Kalenderwoche 19 abgefragt werden. Mit der Erstellung der Projektdatenbank ist es möglich die unüberschaubare Menge von 15.000 Datensätzen zu verwalten und zu pflegen.

Erforderliche Annahmen: Für die Simulation mit der Planungssoftware TransIT dürfen die Datensätze keine Lücken aufweisen und müssen dementsprechend gepflegt werden. Aufgrund auftretender Dateninkonsistenz bei der Erhebung, war es notwendig die Datensätze an die Erfordernisse von TransIT anzupassen und folgende Annahmen zu treffen:

- *Annahme 1:* Früheste Abfahrt vom Depot um 06:00 Uhr und späteste Ankunft um 18:00 Uhr.
- *Annahme 2:* Ist kein Lieferzeitfenster seitens des Kunden bekannt, gilt die Servicezeit von 00:01 – 23:59 Uhr.
- *Annahme 3:* Ist für die Abfertigungsdauer eines Kunden keine (Soll-)Zeit vorgegeben, wird eine Verweildauer von 10,21 Minuten pro angelieferten Hektoliter angesetzt, jedoch auf

maximal 60 Minuten begrenzt. Dieser Durchschnittswert wurde aus bekannten (Soll-)Zeiten von Karas, Lammsbräu und Tucher ermittelt.

- *Annahme 4:* Die Rücknahme des Leerguts erfolgt parallel zur Anlieferung. Die Mitnahmemenge beschränkt sich auf die bei der Belieferung frei werdenden Kapazitäten.
- *Annahme 5:* Im Zuge einer manuellen Planung oder Nachbesserung einer Tour kann nach eigenem Ermessen entschieden werden, ob es sinnvoll ist einzelne Restriktionen zu verletzen (beispielsweise bei einer verspäteten Anlieferung von einer Minute).
- *Annahme 6:* Keine Unterscheidung in 1-Mann und 2-Mann Touren.

7.2.2 Simulation des Ausgangsszenarios :

Die Simulation des Ausgangsszenarios mit der Planungssoftware TransIT erfolgte in sechs Schritten. Diese sind nachfolgend dargestellt.

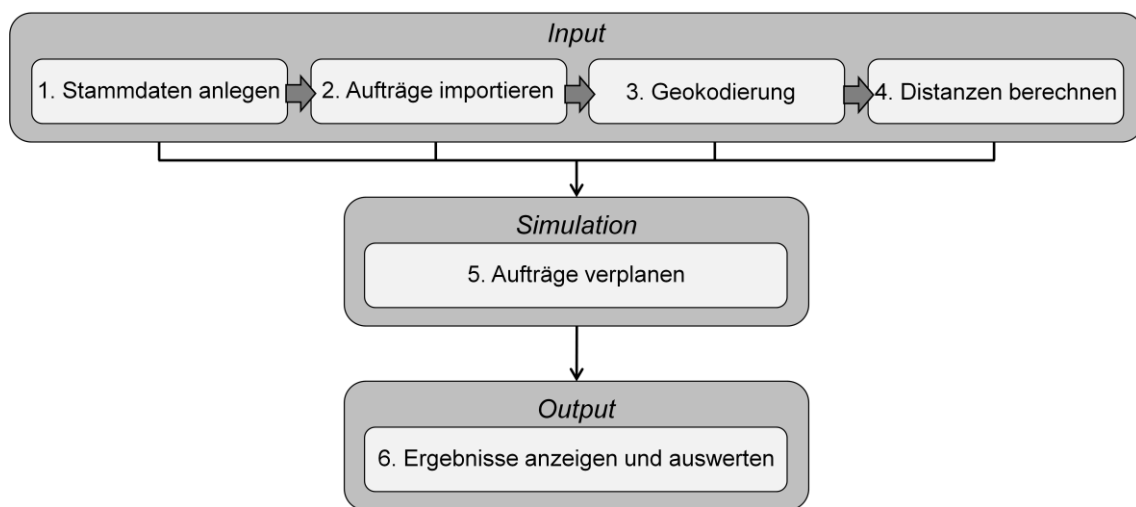


Abbildung 9: Simulationsmodell in TransIT

Schritt 1: Als Erstes erfolgte das Anlegen der Stammdaten. Hierzu zählen die Steuerungsparameter Fahrzeugtyp, Fahrzeug, Qualifikation, Artikeltyp und Leistungstyp. Informationen zu einem Objekt wurden mittels Eingabemasken im sogenannten „Objektdialog“ angelegt.

Schritt 2: Der Import von Aufträgen ist grundsätzlich aus Excel-Tabellen oder Access-Tabellen möglich. Aufgrund nicht behebbarer Importprobleme aus Access wurden die Auftragsdaten durch eine Abfrage aus der Access-Datenbank erstellt und in eine Excel-Tabelle übertragen. Aus dieser Tabelle erfolgte dann der Import in TransIT. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Spaltenüberschriften den Bezeichnungen in TransIT entsprachen um die nötige Zuordnung zu vereinfachen. Wichen diese von einander ab, musste eine manuelle Zuordnung vorgenommen werden. Insgesamt wurden 12.572 Aufträge importiert und jeweils 23 Spalten zugeordnet.

Schritt 3: Damit die importierten Aufträge in TransIT verplant werden können, müssen den Kundenstandorten (Geo-)Koordinaten zugewiesen werden. Dadurch wird die Anbindung an das Straßennetz überprüft. Dies gilt ebenfalls für Fahrzeuge bzw. deren Heimatadresse. Das Geokodieren übernimmt die Software selbständig, wann immer ein neuer Datensatz mit Adresse angelegt wird. Kann TransIT die Adresse nicht eindeutig zuordnen, muss die Geokodierung manuell erfolgen. Mit Hilfe dieser Geokoordinaten kann die Software mögliche Routen bestimmen und Entfernungen berechnen.

Schritt 4: Das Berechnen von Distanzen zwischen den Koordinaten ist je nach Datenmenge und Rechnerleistung sehr zeitaufwendig. Wird eine solche Distanzmatrix auf einmal erstellt, könnte dies laut Angabe des Herstellers bis zu 180 Minuten dauern. Deshalb wurden die Entfernungen sukzessive vor jedem Simulationsgang berechnet. Diese wurden automatisch in der TransIT-

Datenbank gespeichert, worauf die Software bei nachfolgenden Simulationen zugreifen konnte.

Schritt 5: Nach einer sehr zeitintensiven Vorbereitung folgte im fünften Schritt die eigentliche Tourenplanung über das Planungsfenster. Dieses setzt sich aus zwei Planungslisten und einem Gantt-Diagramm zur optischen Aufbereitung zusammen. Die in Schritt eins angelegten Stammdaten und die in Schritt zwei importierten Aufträge können über den jeweiligen Ordner „Fahrzeuge“, „Aufträge“ etc. im Objektbaum abgerufen werden. Durch die Einstellung des gewünschten Planungszeitraums werden im Auftragsordner auch nur diejenigen angezeigt, die für diesen Zeitraum verplant werden sollen. Per „drag-and-drop“ kann der Ordner in die Planungsliste gezogen werden. Die einzusetzenden Fahrzeuge werden einzeln in das Planungsfenster gezogen, damit auch nur die eingesetzt werden, die verplant werden sollen. Aufgrund der großen Datenmenge, die für dieses Pilotprojekt erhoben wurde, konnte pro Simulationsdurchgang lediglich ein maximales Planungsintervall von einer Woche angegeben werden. Des Weiteren mussten nach annähernd jedem Planungsdurchgang manuelle Korrekturen durchgeführt werden und bei gelegentlich auftretenden Fehlermeldungen telefonische Rücksprachen mit dem Hersteller der Planungssoftware gehalten werden. Diese Umstände führten immer wieder zu Verzögerungen, so dass sich die Nachbildung bzw. Simulation des Ausgangsszenarios über einen Zeitraum von über drei Wochen erstreckte.

Schritt 6: Mit der Planungssoftware ist es möglich die Ergebnisse der Tourenplanung in Tabellenform anzuzeigen. Dafür wird erst der gewünschte Zeitraum und nachfolgend die gewünschten Attribute in der Auswertungsmaske ausgewählt. Diese können dann beispielsweise in einer Excel-Tabelle angezeigt werden.

Auswertung der Simulationsergebnisse: Zunächst soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich bei dieser Simulation nicht um die detailgetreue Nachbildung der tatsächlich gefahrenen Touren handelt. Die nachfolgende Auswertung zeigt Werte einer durch die Planungssoftware TransIT tourenoptimierten Ausgangssituation. Im Erhebungszeitraum von Mai 2009 bis April 2010 wurden von den fünf Unternehmen Karas, Ziegler, Lammsbräu, Tucher und Coca Cola insgesamt 1.397 Touren im Großraum Nürnberg gefahren. Dabei wurde eine Strecke von knapp 94.000 km zurückgelegt und 7.575 Tonnen an Getränken ausgeliefert. Bei einer logistischen Leistung von über 600.000 Tonnenkilometer wurden ca. 30.000 Liter Diesel verbraucht.

Ausgangsszenario	LKW	Touren	t	km	tkm	Liter
Karas	K1-K5	330	2.183	34.433	260.296	13.229
Ziegler	Z1-Z3	455	2.451	31.028	198.575	7.756
Lammsbräu	L1,L2	195	1.074	12.954	84.876	3.885
Tucher	T1	205	1.367	5.584	40.442	2.267
Coca Cola	C1	212	500	9.962	23.757	2.430
Summe	12	1.397	7.575	93.961	607.947	29.566

Tabelle 14: Auswertungsergebnisse des Ausgangsszenarios

An 258 Liefertagen wurden insgesamt 1.101 Kunden mit durchschnittlich 29,3 Tonnen Ware beliefert. Ein Viertel der Empfänger zählen zu den Altstadtkunden (Kudentyp 0 und 1) mit einem (liefer-)täglichem Volumen von 9,6 Tonnen.

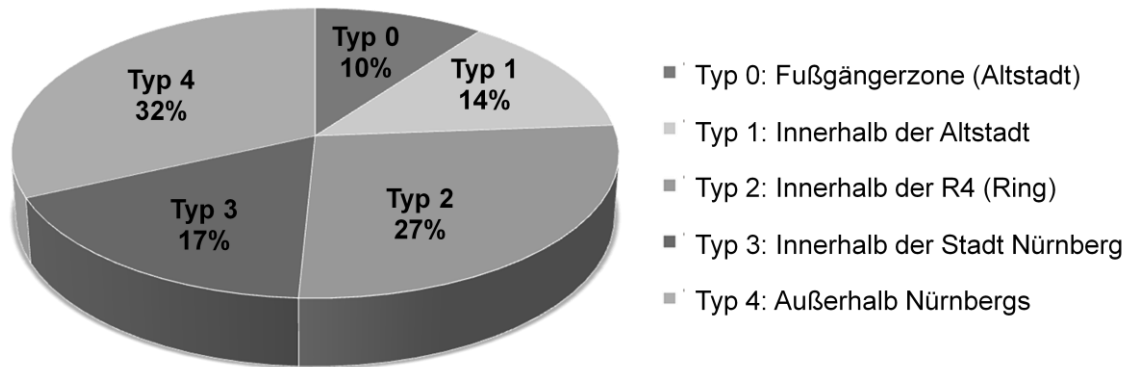


Abbildung 10: Aufteilung nach Kundentypen

Eine Durchschnittstour hatte 5,4 t Gewicht, eine Länge von 67 km, 8,8 Stopps und einen Auslastungsgrad von 75%.

7.2.3 Datenaufbereitung für Crossdock-Szenarien

Durch den Einsatz des Cross-Docking-Verfahrens soll vorhandenes Optimierungspotenzial der in Kapitel vier ermittelten Verkehrsströme in die Nürnberger Altstadt aufgezeigt werden. Mit der Simulation möglicher CD-Szenarien (über den gleichen Zeitraum von Mai 2009 bis April 2010) soll ein logistisches und ökologisches Einsparpotenzial in Form einer Minderung von Tonnenkilometern und Emissionen nachgewiesen werden.

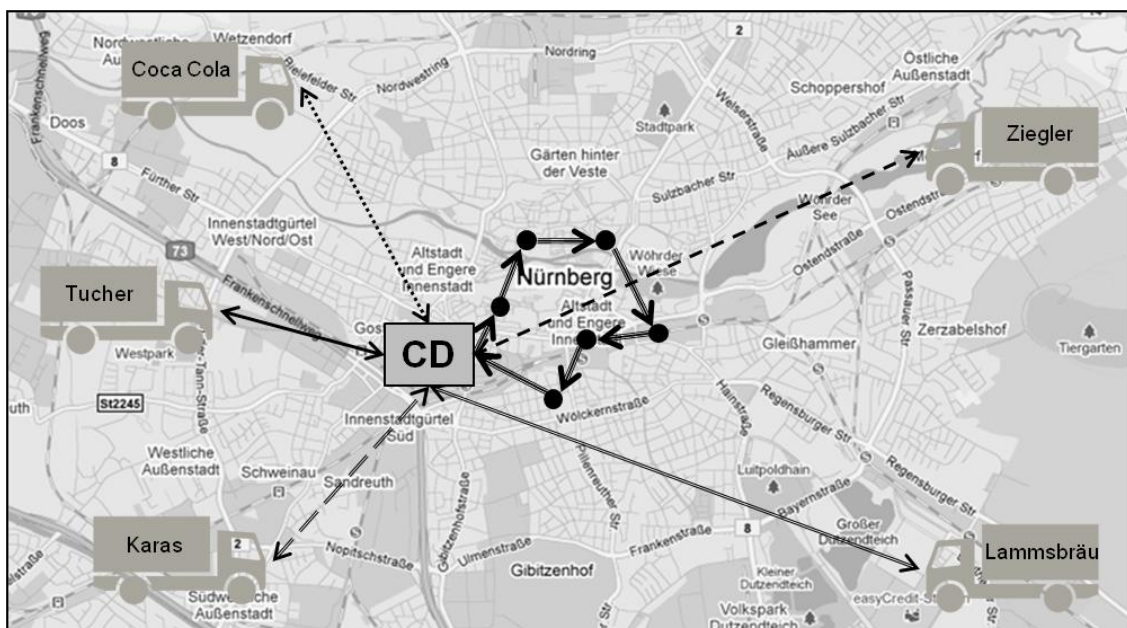


Abbildung 11: Crossdock-Szenario
Kartenquelle: Google Maps

Die CD-Szenarien werden für den gleichen Zeitraum simuliert wie die Ausgangssituation (Mai 2009 bis April 2010). Deshalb kann auf bereits erhobene Datensätze zu den Touren, Aufträgen, Kunden und zum Fuhrpark zurückgegriffen werden. Diese werden lediglich mit Angaben zum CD erweitert. Dazu gehören Adresse des CD und Lieferzeitfenster für den Warenumsatz.

Als CD-Fahrzeug werden zunächst drei fiktive LKWs eingesetzt, denen die Kapazitäten eines Karas-LKWs zugeordnet werden. Deshalb ist es nicht notwendig neue Fahrzeugdaten zu erheben.

Für das CD gilt als zusätzliche Restriktion ein Anlieferzeitfenster von 04:00 – 06:00 Uhr.

Durch die indirekte Belieferung über ein CD ist es notwendig, die erhobenen Auftragsdaten neu aufzubereiten. Dieser Mehraufwand wird durch die fehlende Darstellungsmöglichkeit in TransIT verursacht und wurde folgendermaßen gelöst: Damit das CD-Szenario mit der Planungssoftware simuliert werden kann, müssen jeweils zwei Touren geplant und die Aufträge der Altstadtkunden dupliziert und manipuliert werden.

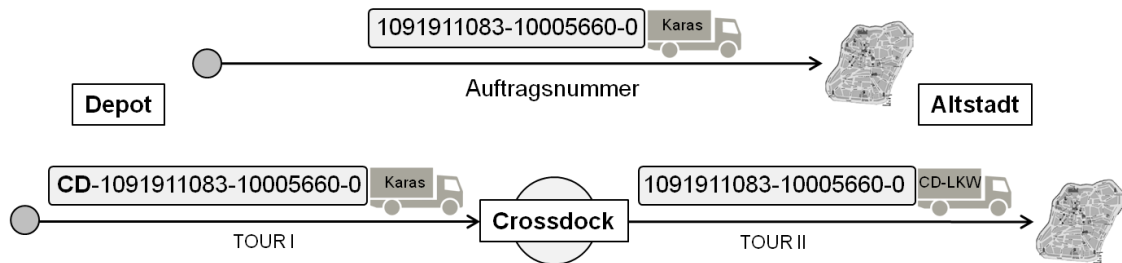


Abbildung 12: Tourenplanung über Crossdock

Die erste Tour führt vom Depot des jeweiligen Unternehmens zum CD. Dazu muss die Zieladresse des Originalauftrags durch die des CD-Standortes ausgetauscht werden. Als Kennzeichnung werden der 19-stelligen Auftragsnummer die Buchstaben „CD“ vorangestellt. Vom CD aus muss eine zweite Tour mit dem CD-LKW geplant werden, die zum Endkunden führt. Dafür wird beim „Klon“ des Altstadtauftrags das CD als Startdepot eingesetzt und Zieladresse sowie Auftragsnummer beibehalten.

Für die Duplikation und die erforderliche Änderung der Auftragscharakteristika wurde eigens für diesen Zweck ein Excel-Makro programmiert. Mit diesen annähernd fünf Tausend Auftragsdubletten erhöhte sich die Auftragsmenge in der Datenbank von 12.572 auf 17.543 Datensätze.

In TransIT mussten folgende Stammdaten neu eingeführt werden: Zum einen wurden die vorhandenen fünf Depots (Heimatstandorte) der Getränkeliieferanten um die potenziellen Crossdock-Standorte erweitert. Zum anderen wurden insgesamt drei CD-Fahrzeuge neu angelegt. Diesen LKWs wird die Adresse des jeweiligen CD-Standortes als Heimatdepot hinterlegt.

Ergänzende Annahmen:

- **Annahme 1:** Früheste Abfahrt vom Crossdock um 06:00 Uhr und späteste Ankunft um 18:00 Uhr. Dafür muss die Anlieferung der Altstadtaufträge vom jeweiligen Depot vor 06:00 Uhr erfolgen.
- **Annahme 2:** Ist kein Lieferzeitfenster seitens des Kunden bekannt, gilt die Servicezeit von 00:01 – 23:59 Uhr.
- **Annahme 3:** Ist für die Abfertigungsdauer eines Kunden keine (Soll-)Zeit vorgegeben, wird eine Verweildauer von 10,21 Minuten pro angelieferten Hektoliter angesetzt, jedoch auf maximal 60 Minuten begrenzt. Dieser Durchschnittswert wurde aus bekannten (Soll-)Zeiten von Karas, Lammsbräu und Tucher ermittelt.
- **Annahme 4:** Die Rücknahme des Leerguts erfolgt parallel zur Anlieferung. Die Mitnahmemenge beschränkt sich auf die bei der Belieferung frei werdenden Kapazitäten.
- **Annahme 5:** Im Zuge einer manuellen Planung oder Nachbesserung einer Tour kann nach eigenem Ermessen entschieden werden, ob es sinnvoll ist einzelne Restriktionen zu verletzen (beispielsweise bei einer verspäteten Anlieferung von einer Minute).
- **Annahme 6:** Keine Unterscheidung in 1-Mann und 2-Mann Touren.
- **Annahme 7:** Die drei Crossdock-Fahrzeuge haben die Kapazitäten eines Karas-LKW, d.h. Lademeter: 6,80 m; Volumen: 41 m³; Nutzlast: 13.800 kg.
- **Annahme 8:** Für die Entladung am CD und die Beladung des CD-LKWs werden 60 min veranschlagt.

Die Simulation der CD-Szenarien erfolgt wie die Ausgangssituation mit der Planungssoftware TransIT nach den sechs Schritten des Simulationsmodells.

7.2.4 Szenario 2 Crossdock Kohlenhof

Die Auswertung des CD-Szenarios „Kohlenhof“ ergab eine logistische Leistung von 661.962 tkm bei einem Gesamtverbrauch von 32.673 Liter Diesel. Durch die Implementierung des CD ergeben sich zusätzliche 399 Touren, die von CD-LKWs gefahren werden. Dabei wird dem CD ein Umschlagsvolumen von 2.563 Tonnen zugerechnet, das dem Gewicht der duplizierten Altstadttaufträge entspricht. D.h. das Gewicht der Altstadttaufträge wurde doppelt erfasst und ist somit bei einem Vergleich mit dem Ausgangsszenario wieder abzuziehen.

Szenario "Kohlenhof"	LKW	Touren	t	km	tkm	Liter
Karas	K1-K5	330	2.183	34.950	262.496	13.473
Ziegler	Z1-Z3	454	2.451	32.676	208.097	8.147
Lammsbräu	L1,L2	194	1.074	17.702	109.708	5.305
Tucher	T1	205	1.367	4.452	32.228	1.808
Coca Cola	C1	212	500	9.055	21.337	2.208
Crossdock	CD1-CD3	399	2.563	4.122	28.096	1.731
Summe	15	1.794	10.139	102.958	661.962	32.673

Tabelle enthält kein Coca Cola u. folglich keine CD-Touren für Juli 2009. Daten lagen bei Simulationsbeginn nicht vor.

Tabelle 15: Auswertungsergebnisse Szenario „Kohlenhof“

7.2.5 Szenario 3 Crossdock Sandreuth

Da zwischen dem Standort „Sandreuth“ und dem Standort „Kohlenhof“ nur eine Distanz von wenigen Kilometern liegt, ergeben die Auswertungen ähnliche Ergebnisse. In beiden Szenarien werden insgesamt 1.794 Touren gefahren von denen 399 in die Altstadt führen. Kleine Unterschiede ergeben sich bei gefahrenen Kilometer und beim Dieserverbrauch aufgrund der etwas weiteren Entfernung des Standortes „Sandreuth“ in die Altstadt.

Szenario "Sandreuth"	LKW	Touren	t	km	tkm	Liter
Karas	K1-K5	330	2.183	34.404	260.013	13.253
Ziegler	Z1-Z3	454	2.451	33.281	212.495	8.306
Lammsbräu	L1,L2	194	1.074	17.297	108.584	5.190
Tucher	T1	205	1.367	4.828	34.928	1.960
Coca Cola	C1	212	500	9.628	22.686	2.348
Crossdock	CD1-CD3	399	2.563	5.990	39.789	2.516
Summe	15	1.794	10.139	105.428	678.495	33.572

Tabelle enthält kein Coca Cola u. folglich keine CD-Touren für Juli 2009. Daten lagen bei Simulationsbeginn nicht vor.

Tabelle 16: Auswertungsergebnisse Szenario „Sandreuth“

7.2.6 Szenario 4 Crossdock Kohlenhof elektrisch

Als Vorbild diente die Schweizer Brauerei Feldschlösschen die seit 2008 auch mit zwei Elektrofahrzeugen ausliefert. Seit Juni 2010 umfasst die Elektro-Flotte bereits fünf LKWs mit folgenden Ausmaßen: 1,83 Lademeter, 2,65 Tonnen Nutzlast und fünf Paletten-Stellplätze.



Abbildung 13: Elektro-LKW Modec 5,5t

Quelle: Feldschlösschen

Der große Vorteil eines Elektrofahrzeugs als CD-LKW ist, dass aufgrund von Null-Emissionen das von der Stadt Nürnberg vorgegebene Lieferzeitfenster für die Belieferung der Altstadt entfallen könnte. Damit ergeben sich neue Möglichkeiten für die Tourenplanung. Es können kürzere und effizientere Touren geplant werden und somit den Nachteil der geringen Kapazitäten mehr als nur kompensieren.

Für die Simulation mit dem CD-Elektro-Fahrzeug wurde der Standort Kohlenhof aufgrund seiner Nähe zur Altstadt gewählt. Dafür wurden nach dem Beenden des „fossilen“ Szenarios CD-Kohlenhof die drei CD-LKWs durch das Elektro-Fahrzeug ausgetauscht und das Lieferzeitfenster der Stadt Nürnberg entfernt. Dabei wurden lediglich die CD-Touren nochmals simuliert, da sich durch den Austausch des CD-Fahrzeugs nur Auswirkungen auf diese Touren ergeben.

Im CD-Szenario „Kohlenhof“ (elektrisch) wurde mit 13 Fahrzeugen eine logistische Leistung von 648.436 tkm erbracht, bei einem Verbrauch von 31.300 Liter Diesel. Von den insgesamt 2.557 gefahrenen Touren führten 1.162 in die Nürnberger Altstadt.

Szenario "Kohlenhof" (elektrisch)	LKW	Touren	t	km	tkm	Liter
Karas	K1-K5	330	2.183	34.950	262.496	13.473
Ziegler	Z1-Z3	454	2.451	32.676	208.097	8.147
Lammsbräu	L1,L2	194	1.074	17.702	109.708	5.305
Tucher	T1	205	1.367	4.452	32.228	1.808
Coca Cola	C1	212	500	9.055	21.337	2.208
Crossdock	CD1	1.162	2.563	6.397	14.570	*358
Summe	13	2.557	10.139	105.233	648.436	30.941

*Tabelle enthält kein Coca Cola u. folglich keine CD-Touren für Juli 2009. Daten lagen bei Simulationsbeginn nicht vor
* Berechnungsgrundlage: 5,6 Liter Benzinäquivalent/100km*

Tabelle 17: Auswertungsergebnisse Szenario „Kohlenhof“ (elektrisch)

Eine Durchschnittstour im CD-Szenario „Kohlenhof“ (elektrisch) hatte 4,2 t Gewicht, ein Länge von 44,7 km, 5,2 Stopps und einen Auslastungsgrad von 79 %.

7.3 Tourenoptimierung einzelner Projektpartner

Hier soll exemplarisch die Untersuchung des Einsparpotenzials anhand des Projektpartner KARAS dargestellt werden.

7.3.1 Planungshorizont

Die Grundlage und Datenbasis für die Tourenoptimierung bei KARAS bilden die vorhandenen Auslieferungsaufträge des Unternehmens, die den Lieferscheinen und den Kundenstammdaten aus dem Zeitraum vom 01.01.2011 bis zum 30.06.2011 entnommen wurden. Da sich diese

auf den gesamten Umfang der Belieferungen des Getränkegroßhändlers bezogen haben, wurden nur diejenigen Touren für die Optimierungszwecke ausgewählt, die ausschließlich die Kunden im Großraum Nürnberg betreffen. Es handelte sich dabei um 322 Touren, die etwa 35 % der Aufträge von KARAS ausmachten.

Um eine „saubere“ Basis für den Vergleich der Ergebnisse manueller und softwareunterstützter Planung zu schaffen, mussten die Tourendaten allerdings um fehlerhafte bzw. unvollständige Datensätze bereinigt und sieben von neun Anhängertouren des Lieferanten gelöscht werden. Somit beläuft sich die Anzahl der zu optimierenden Touren auf 244, die in der ersten Hälfte 2011 von KARAS realisiert wurden.

7.3.2 Festlegung der Planungsobjekte

Bevor mit der eigentlichen Planung angefangen werden konnte, mussten zuvor alle relevanten Daten in Bezug auf die vorhandenen Kapazitäten und Restriktionen des Unternehmens im System festgelegt werden. Dazu zählen Fahrzeuge, Fahrzeugtypen, Qualifikationen sowie Artikel- und Leistungstypen. Die Definition der Objekte erfolgt in TransIT in den zugehörigen Objektdialogen und ist vor allem bei der ersten Anwendung der Tourenplanungssoftware im Unternehmen wichtig - sind die Stammsätze einmal eingegeben, muss der Arbeitsschritt, in weiteren Arbeitssitzungen, lediglich bei eventuellen Kapazitätsveränderungen erneut durchgeführt und die Daten entsprechend angepasst werden.

Bei den KARAS-Fahrzeugen handelt es sich um Lastkraftwagen, mit einem Gesamtgewicht von jeweils 25,7 Tonnen, die über 17 Palettenstellplätze verfügen. Bei 0,4 Lademetern pro Stellplatz (Europalette 1,2 x 0,8 m) entspricht das der Länge des Laderaumes von 6,8 Lademeter. Dies stellt die erste Kapazitätsbegrenzung der Fahrzeuge dar und wurde entsprechend dem Typobjekt zugeordnet.

Darüber hinaus verfügen die Fahrzeuge über eine Nutzlast zwischen 13 bis 14 Tonnen. Für die Richtigkeit der Optimierung musste an der Stelle auch die maximale Beladung der LKWs begrenzt werden. Sie wurde auf das untere Ende mit 13.000 kg gesetzt, um eine mögliche Überladung der Fahrzeuge zu vermeiden.

Lediglich auf die Festlegung des Volumens konnte hier verzichtet werden. Da bei der Beladung der Fahrzeuge mit schwerer Frachtgutart, wie Getränkekisten oder Fässer, das maximale Gewicht viel schneller erreicht wird als das Ladevolumen, konnte in diesem Fall diese Restriktion außer Acht gelassen werden. Die Angabe in Feld „Volumen“ stellt lediglich einen überhöhten Wert dar, der keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Optimierung hatte.

Zuallerletzt mussten innerhalb des Objektes auch die Angaben bezüglich der anfallenden Kosten gepflegt werden. Nach den Informationen von KARAS entstehen dem Unternehmen pro gefahrenen Kilometer Kosten in Höhe von 1€ und 50€ pro Einsatzstunde. Da TransIT ihre Touren im Hinblick auf die Kosten optimiert, ist das eine der wichtigsten Eingaben überhaupt.

7.3.3 Fahrzeuge

Nach der Beschreibung der wichtigsten Fahrzeugeigenschaften wurden im nächsten Schritt die Fahrzeuge angelegt. „Fahrzeuge“ stellen ein wichtiges Planungsobjekt dar, denn sie ermöglichen die Zuordnung der Aufträge zu den Touren. Eine notwendige Angabe in diesem Bereich ist der bereits beschriebene Fahrzeugtyp sowie sogenannte Qualifikationen, die im Folgenden näher beschrieben werden.

Für die Zwecke der Arbeit wurden vier KARAS-Fahrzeuge hinterlegt, die für die tägliche Belieferung der Gastronomiebetriebe im Großraum Nürnberg zuständig sind. Damit die automatische Planung funktionieren konnte, mussten dabei, zum einen, der Fahrzeugstandort, d.h. die genaue Adresse des Getränkegroßhändlers genannt und die dazugehörigen Geokoordinaten

ermittelt werden. Darüber hinaus wurden hier auch die sogenannten Regelheimatbesuche festgelegt. Diese bestimmen die Tage und den festen Zeitpunkt, zu welchen das Fahrzeug zwingend am Heimatsort sein muss.

7.3.4 Qualifikationen

Nach der Festlegung der Fahrzeugtypen und der zugehörigen Fahrzeugkapazitäten müssen bei TransIT auch die sogenannten Qualifikationen definiert werden. Diese nehmen gewissermaßen die Filterfunktion an und ermöglichen die Zuordnung der Aufträge zu den vorhandenen Fahrzeugen.

Es handelt sich dabei um bestimmte Eigenschaften eines Fahrzeugs, wie z.B. das Vorhandensein einer Hebebühne oder einer Ladebordwand, die zur Ausführung eines Auftrages unabdingbar sind. Auf diese Weise können den Aufträgen bei der Planung nur solche Fahrzeuge zugeordnet werden, welche die gewünschten Bedingungen erfüllen.

Bei ca. drei Prozent der Aufträge von KARAS war ein zweiter Mann für die Ausladung der Ware benötigt. Dies stellt die oben beschriebene Qualifikation dar und musste entsprechend in den Objektdialogen- „Fahrzeug“ und „Qualifikation“ als „2Mann“- Eigenschaft aufgenommen werden. Allerdings wurde für die Zwecke der Arbeit lediglich das Fahrzeug - „Karas 4“ mit dieser Qualifikation ausgestattet. Alle anderen - Karas 1 bis 3, werden dabei als reine „1Mann-Fahrzeuge“ betrachtet.

7.3.5 Artikeltypen

Im nächsten Schritt mussten auch die sogenannten Artikeltypen bestimmt werden. Sie dienen ebenso als Auftragszuordnungsfiler, allerdings im Unterschied zu dem vorher beschriebenen Objekt, werden diese nicht im Dialogfeld „Fahrzeuge“ sondern innerhalb der „Fahrzeugtypen“ eingegeben. Damit gelten sie für alle Fahrzeuge eines Types.

Da dieses Feld im Auftrag eine „Muss“- Eingabe darstellt, bei KARAS an der Stelle aber keine weiteren Auftragsrestriktionen bestanden haben, wurde in dem Objektdialog „Standard“ als Artikeltyp gesetzt. Es ist eine übliche Vorgehensweise wenn keine weiteren Restriktionen mehr für einen Auftrag zu beachten sind.

7.3.6 Leistungstypen

Im letzten Schritt wurde der Leistungstyp für KARAS-Aufträge bestimmt. TransIT gibt dabei dem Anwender Icons zur Wahl vor, die bei Bedarf verschiedenen Aufträgen zugeordnet werden können. Dadurch werden die Aufträge kategorisiert und auf der Landkarte unterschiedlich dargestellt.

7.3.7 Aufbereitung der erforderlichen Daten

Nach der Festlegung der wichtigsten Planungsgrößen in TransIT mussten auch entsprechend die von KARAS gelieferten Auftragsdaten an die Erfordernisse des Planungssystems angepasst werden.

Die erste Anpassung betraf die Auftragsdatei selbst. Es handelte sich dabei um eine eigene Tourenauswertung von KARAS, in einer Excel- Tabelle, die alle Touren des Getränkelieferanten beinhaltete. Da diese allerdings keinerlei Informationen in Bezug auf die Kunden, außer der Kundennummer lieferte, war sie für den Transport ins TransIT ungeeignet. Um die Verbindung der Touren zu den Kundenstammdaten herzustellen, mussten also zunächst weitere Excel-Tabellen erstellt und die Auftragsdaten, mit Hilfe geeigneter „Makros“ und „SVERWEISE“, mit

den Stammdaten verknüpft werden. Darüber hinaus wurden die Nürnberger Touren aussortiert und von den restlichen Auftragsdaten des Großhändlers separiert.

Die zweite Anpassung wurde hinsichtlich der Tourendaten vorgenommen. Für die Planung sind viele softwarespezifische Daten notwendig, die in der Originaldatei gar nicht oder nicht in der gewünschten Form vorhanden waren. Vor der Übertragung ins System mussten also viele Einträge ergänzt bzw. verändert werden. So wurde beispielweise eine Auftragsbezeichnung konzipiert, die aus dem Kundennamen, der Tourennummer und dem Datum besteht. Damit sollte die nachträgliche Optimierung erleichtert und gleichzeitig der Bezug zu den ursprünglichen Tourendaten beibehalten werden. Zudem wurde auch, je nach Lage, ein bestimmter Kundentyp dem Abnehmer zugeordnet. Mit der Vergabe eines Kundentypes kann in TransIT die Belieferung eines Kunden durch Zeitrestriktionen begrenzt werden. Diese ergeben sich direkt aus den bestehenden Lieferzeitfenstern jener Stadt, in welcher der Abnehmer sein Geschäft betreibt. Da für die Nürnberger Fußgängerzone ein Lieferzeitfenster bis 10:30 Vormittags gilt, haben alle Gastronomiebetriebe aus diesem Bereich den Typ Null zugewiesen bekommen. Bei allen anderen Kunden wurde ein abweichender Typ bestimmt, der keinerlei Einfluss auf die Zeitrestriktion hat.

In diesem Zusammenhang mussten auch ebenfalls Öffnungszeiten, die fixe Auftragsbearbeitungszeit, sowie die früheste und späteste Anfahrt einer Abladestelle definiert und TransIT-gerecht formatiert werden.

Sowohl die Servicezeiten als auch die bereits angesprochene Zeitrestriktionen einer Stadt können das Belieferungsintervall beschränken. Wenn also z.B. die Öffnungszeiten eines Kunden mit dem Typ 0 zwischen 9:30 und 11:00 liegen und die fixe Bearbeitungsdauer dabei 45 Minuten beträgt, würde sich die späteste Anfahrt bei der Planung an dem Lieferzeitfenster der Nürnberger Altstadt orientieren und der Kunde entsprechend bis spätestens 9:45 angefahren werden müsste.

Für einen reibungslosen Import der Daten ins TransIT war an dieser Stelle auch eine entsprechende Anpassung der Auftragsdaten bezüglich der Kapazitätsbeschränkungen der Fahrzeuge notwendig. Hier musste vor allem die Ladekapazität der einzelnen Aufträge berechnet und als „Zuführung Lademeter“ ausgewiesen werden. Wie bereits erwähnt, wird ein Laderaummaß eines LKWs durch die Multiplikation der Stellplätze mit dem 0,4-Faktor pro Stellplatz berechnet. Da in den Originaldaten allerdings nur die Hektoliter angegeben waren, mussten diese entsprechend auf die Stellplätze umgerechnet werden. Dies erfolgte mit Hilfe eines Umrechnungsfaktors von 0,29898 Stellplätze/Hektoliter, der bereits in den Szenariensimulationen im Projekt - „Grüne Logistik“ erfolgreich angewendet und auf Basis von 349 Touren von insgesamt fünf Unternehmen berechnet wurde.

Zum Schluss wurden zudem die Qualifikationen, die Artikel- und Leistungstypen, sowie das Start- und Zieldepot ergänzt, um daraufhin mit den Import der Auftragsdaten zu beginnen.

7.3.8 Durchführung der Simulation

Pro Tag wurden bis zu vier Touren geplant, die entsprechend auf vier LKWs mit einer Nutzlast von 13.000 kg verteilt wurden. Das Fahrzeug - „Karas 4“ war dabei ausschließlich für Aufträge vorgesehen, bei welchen ein zweiter Fahrer zur Ausladung benötigt wurde und entsprechend die Qualifikation -„2Mann“ beinhalteten. Nur so konnte die Restriktion bei der Planung berücksichtigt werden.

Die Optimierung wurde tageweise durchgeführt und basierte auf den IST- Daten des Unternehmens. Dies bedeutet, dass sich die „fixe Dauer“ pro Auftrag, nicht an den Planwerten des Unternehmens, sondern an den tatsächlich benötigten Bearbeitungszeiten pro Kunde orientierte. Dabei wurden sowohl die Originaltouren untereinander gemischt als auch die Reihenfolge der zu bearbeitenden Aufträge neu aufgestellt. Dadurch konnte eine optimale

Grundlage für den Vergleich mit den ursprünglich gefahrenen Touren in Bezug auf die Kilometer, Dieserverbräuche, Kapazitätsauslastung und die Tourdauer geschaffen werden.

Bei der Aufstellung der neuen Tourenpläne wurde dabei geachtet, dass diese im Hinblick auf die Strecke, Kapazität, maximale Tourdauer und den Startzeitpunkt optimal aufgestellt und verteilt werden. Zur Beurteilung der Sachverhalte hat man sich dabei auf die ursprünglich zur Verfügung gestellten Originaldaten des Unternehmens gestützt und diese als Vergleichsbasis genommen. Je nach Ergebnis wurden die Touren dann beibehalten oder verworfen.

Wenn ein Auftrag z.B. aufgrund von festgelegten Zeitrestriktionen liegen geblieben ist und/oder der Abfahrtszeitpunkt eines Fahrzeugs zu spät angesetzt wurde, mussten die Planungsvorschläge zunächst abgelehnt und manuelle Anpassungen der Restriktionen vorgenommen werden. TransIT bietet an dieser Stelle verschiedene Hebel an, mit deren Hilfe Einfluss auf die Auftragsverteilung genommen werden kann.

Eine Möglichkeit besteht hier z.B. in der Erhöhung der zulässigen Kapazitätsauslastung. Durch die Festlegung eines prozentuellen Überladungssatzes lässt sich die Ladekapazität der Fahrzeuge erhöhen und somit Platz für eventuell ausgelassene Aufträge schaffen. Allerdings sind diesem Hebel gewisse Grenzen gesetzt - da das Ladevolumen eines Fahrzeugs nicht beliebig erhöht werden kann. Um ein realistisches Ergebnis zu erzielen, wurde er daher nur bei der vorherigen Betrachtung der Orginaltouren von KARAS benutzt.

Die zweite Möglichkeit stellt die Erhöhung bzw. Senkung der maximalen Auftragszahl pro Fahrzeug dar. Diese lässt sich durch das Objektdialog „Fahrzugtyp“ verändern und nimmt durch die quantitative Begrenzung der Aufträge einen Einfluss auf die Kapazitätsauslastung und die Zusammenstellung von Touren. Auch hier dienten die ursprünglichen Daten als Orientierungsgröße.

Wenn beide Maßnahmen wirkungslos bleiben, gibt es noch eine dritte Alternative zur Wahl. Und zwar die Erhöhung der maximalen Tourdauer. Da sich diese allerdings an den Regelungen des Arbeitszeitgesetzes und der EU- Verordnung orientiert, wurde sie bei der Planung nur in Ausnahmefällen genutzt.

Nach den vorgenommen Veränderungen wurden die Aufträge neu verplant.

7.3.9 Auswertung

Die Neuaufstellung der Touren brachte an erster Stelle die erwartete Verkürzung der Verkehrswege um 19,67 %. Es konnten dabei rund 8.272 Kilometer eingespart und die Gesamtstrecke von 42.043 auf 33.771 Kilometer reduziert werden. Das Ergebnis ist durchaus positiv und vergleichbar mit der bereits durchgeführten Simulation für den Projektpartner „Neumarkter Lammsbräu.“ Dort wurde eine Kilometerersparung in Höhe von 21,60 % erreicht, allerdings ausgehend von einer höheren Kunden- und Tourenanzahl.

Tourenoptimierung 01.01.2011 - 30.06.2011	Strecke	Diesel- verbrauch	Diesel- kosten	Diesel- verbrauch / hl	Touren	Ø Tour- dauer	CO2- Emission
Ausgangssituation	42.043 km	13.454 l	18.835 €	1,24 l	244	9,9 h	29.640 kgCO2
Tourenoptimierung	33.771 km	10.807 l	15.130 €	1,00 l	244	8,4 h	23.809 kgCO2
Einsparung absolut	8.272 km	2.647 l	3.705 €	0,24 l	0	1,5 h	5.831 kgCO2
Einsparung [%]	19,67%	19,67%	19,67%	19,67%	0%	14,78%	19,67%
Ø Dieselverbrauch 32 l/ 100 1) : km Ø Dieselpreis 1,40 € 20112) : Ø Zuladung: 7522,34 kg 1) Nach Angaben von Herrn Wendt, Vertriebsleiter KARAS, aus der Besprechung vom 01.09.2011. 2) Berechnet auf der Basis der ADAC-Daten (Vgl. ADAC 2011, o. S.)							

Tabelle 18: Auswertung Tourenoptimierung Getränke KARAS

Die Reduzierung der Kilometer wirkt sich unmittelbar auf den Dieselverbrauch und die Dieselpreise der eingesetzten Fahrzeuge aus. Nach Aussagen von KARAS beträgt der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch 32 Liter auf 100 Kilometer. Durch den Einsatz der Tourenplanungssoftware lassen sich somit 2.647 Liter an Diesel und bei einem Durchschnittspreis von 1,40 Euro pro Liter Kraftstoff bis zu 3.706 Euro an Betriebskosten einsparen. Der ermittelte Dieselverbrauch pro Hektoliter Ware sinkt dabei proportional um 19,67 %, von 1,24 auf 1 Liter.

Auch in Bezug auf die durchschnittliche Tourdauer konnte ein positives Ergebnis erzielt werden. Diese betrug ursprünglich 9,9 Stunden pro Fahrzeug und ist infolge der Optimierung auf 8,4 Stunden gesunken und somit um 1,5 Stunden kürzer. Dies trägt auch unmittelbar zur Senkung der betrieblichen Kosten im Unternehmen.

Die Planung mit TRANSIT stellte keine Verbesserung der Kapazitätsauslastung der Fahrzeuge dar. Dies wäre grundsätzlich durch die Reduzierung der Tourenanzahl zwar generell möglich, allerdings war dies in Anbetracht der relativ kleinen Anzahl der Touren pro Tag (max. vier Stück) innerhalb des Großraum Nürnbergs, auch nicht zu erwarten.

7.4 Modellversuch

7.4.1 Ziel, Teilnehmer und Umfang des Modellversuchs

Auf der Projektlenkungskreissitzung am 01.02.2011 wurde die Durchführung eines Modellversuchs beschlossen, mit der Zielsetzung, die operative Durchführbarkeit eines Cross-Dockings in einer horizontalen Kooperation nachzuweisen. Der Nachweis eines funktionierenden Auftragsabwicklungsprozesses ist Grundvoraussetzung für ein Folgeprojekt mit Elektro-LKWs.

An der Durchführung des Modellversuchs beteiligten sich die Projektpartner Neumarkter Lammsbräu und Getränke KARAS. Die Firma Getränke Ziegler ist mit dem Start des Modellversuchs ohne Vorankündigung und ohne Angabe von Gründen aus dem Pilotprojekt ausgeschieden. Die CCEAG befand sich zu dieser Zeit in Verhandlungen mit dem Betriebsrat bezüglich Restrukturierungen am Standort Erlangen. Eine Teilnahme am Modellversuch war von der

CCEAG grundsätzlich angedacht, aufgrund der Betriebsratsverhandlungen in diesem Zeitraum aber nicht möglich. Die Tucher Bräu hatte bereits zu Beginn des Projekts eine operative Teilnahme ausgeschlossen.

Der Modellversuch war für den Zeitraum 01.06.2011 bis 30.09.2011 angedacht. Aufgrund der Hochkonjunktur im Juni 2011 und weiteren Verzögerungen im Juli 2011 durch Getränke Ziegler, konnte der Modellversuch schließlich zum 01.08.2011 starten und bis 30.11.2011 verlängert werden.

Während der Laufzeit des Modellversuches wurde über eine Umfrage unter 300 kleinen und mittleren Brauereien in Nordbayern versucht, weitere Partner für den laufenden Modellversuch zu gewinnen. Im Mittelpunkt der Umfrage stand die Abfrage der Art und Weise der Belieferung Nürnberger Gastronomen. Die Ergebnisauswertung machte deutlich, dass zahlreiche Touren nicht vollausgelastet betrieben werden. Gut 20 Befragte sind zu einer Optimierung bereit und wurden zu einem ersten Gespräch eingeladen. Eine ad-hoc-Teilnahme der Befragten am verlängerten Modellversuch kam nicht mehr zustande, jedoch wurde Interesse an weiteren Gesprächen und an der Teilnahme an einem Folgeprojekt zur Elektromobilität signalisiert.

Für die Durchführung des Modellversuchs waren zahlreiche Vorarbeiten zu leisten. Neben der Entwicklung eines Auftragsabwicklungsprozesses, war eine Kundenauswahl durch die Projektpartner zu treffen sowie die Entwicklung und Inbetriebnahme einer Web-Applikation für den Datenaustausch notwendig.

7.4.2 Auftragsabwicklungsprozess

Als Basis für eine Belieferung via Crossdock ist die Entwicklung eines entsprechenden Auftragsabwicklungsprozesses notwendig. Als Anforderungen an den Prozess werden gestellt: eine einfache praktische Handhabbarkeit (geringe Komplexität) und Berücksichtigung aller Besonderheiten der Getränkedistribution. Der Auftragsabwicklungsprozess ist in Abbildung 14 dargestellt.

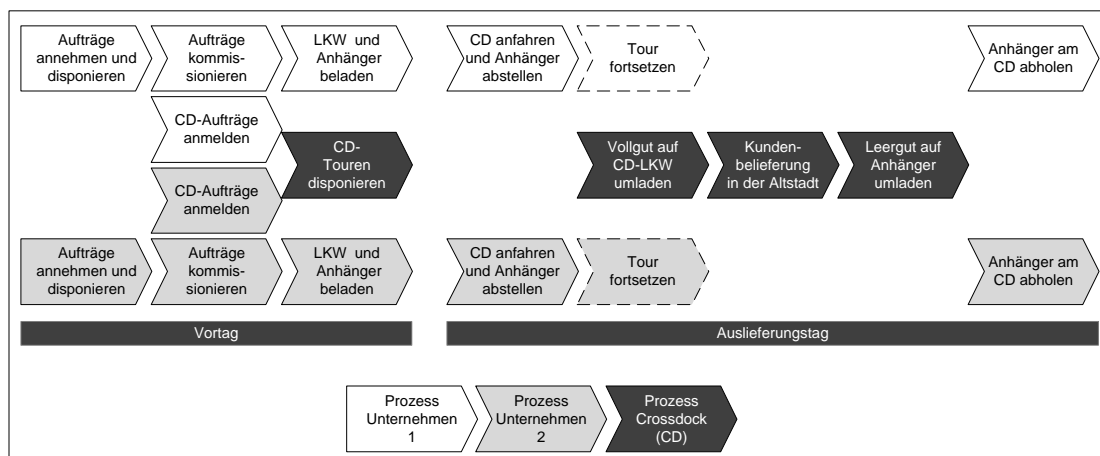


Abbildung 14: Grundstruktur Auftragsabwicklungsprozess

Die notwendigen Abläufe innerhalb der beteiligten Projektpartner wurden in den unternehmensindividuellen Auftragsabwicklungsprozess integriert. Der Prozess startet am Vortag der Auslieferung mit der Auftragsannahme, gefolgt von der Disposition. An dieser Stelle erfolgt die Anmeldung der Aufträge für das Crossdock über eine Web-Applikation (siehe Kapitel 7.4.4). Bei den Projektpartnern setzt sich der Prozess wie gewohnt mit der Kommissionierung und der Beladung der LKWs fort, wobei die Crossdock-Aufträge auf LKW-Anhänger verladen werden. Parallel dazu erfolgt die Disposition der Crossdock-Aufträge in einem Crossdock-Prozess. In diesem Crossdock-Prozess wurden die Auftragsdaten aus der Web-Applikation exportiert und

in die Tourenplanungssoftware TransIT importiert, eine Tourenoptimierung für die Crossdock-Tour durchgeführt, die optimierten Tourdaten aus der Tourenplanungssoftware exportiert, über ein Excel-Makro aufbereitet und an die beteiligten Projektpartner zurückgemeldet (siehe Anhang 1). Ferner wurde aus den Auftragsdaten eine Umschlagliste (Checkliste; siehe Anhang 2) für den Warenumschlag am Crossdock erstellt.

Am Liefertag starten die Fahrzeuge bei den beteiligten Unternehmen, wobei der erste Tourstopp das Crossdock ist. Die Anhänger mit den Crossdock-Aufträgen werden am Crossdock abgestellt und die Tour der „Zugmaschine“ fortgesetzt. Am Crossdock werden die vorkommissionierten Paletten vom Anhänger auf ein Crossdock-Fahrzeug umgeladen. Die Originallieferscheine liegen der Ware bei bzw. werden an die Besatzung des Crossdock-Fahrzeugs übergeben. Anschließend wird vom Crossdock aus die Altstadttour gestartet. Die Belieferung der Kunden erfolgt durch ein gemischtes Fahrer-Duo aus jeweils einem Fahrer/Beifahrer der beteiligten Projektpartner. Dadurch kann sichergestellt werden, dass immer eine Person die örtlichen Gegebenheiten beim Kunden kennt und sich für die Durchführung der Lager- und Kühlraumservices und die Rücknahme des Leerguts beim Kunden verantwortlich zeigt. Das Leergut wurde getrennt nach lieferndem Unternehmen auf das Projektfahrzeug und für den leichteren Leergutumschlag gekennzeichnet (siehe Anhang 3).

Je nach Liefervolumen muss das Fahrzeug zum Nachladen an das Crossdock zurückkehren. Nach Auslieferung aller Aufträge wird das zurückgenommene Leergut und die quittierten Lieferscheine wieder auf die Anhänger der beteiligten Unternehmen verladen. Die tatsächlich gefahrene Tour wurde vom Fahrer über einen Tagesbericht zur Rückerfassung der Ist-Auftragszeiten dokumentiert (siehe Anhang 4). Die Anhänger werden nach Beendigung der „Zugmaschinen-Tour“ wieder am Crossdock abgeholt.

7.4.3 Auswahl Kunden und Liefertage

Für den Modellversuch musste eine Auswahl an Kunden für die Einbeziehung in den Modellversuch vorgenommen werden. Auf der einen Seite sollte die Praktikabilität des Auftragsabwicklungsprozesses getestet werden. Auf der anderen Seite herrscht zwischen Kunde und Fahrer ein hohes Vertrauensverhältnis, dass durch einen Modellversuch nicht gefährdet werden darf. Aus diesem Grund wurden für den Modellversuch von den beteiligten Projektpartnern zunächst gezielt Kunden ausgewählt, die bei eventuell anfänglichen Problemen nicht sofort das Kunden-Lieferantenverhältnis aufkündigen. Die Neumarkter Lammsbräu konnte 13 Kunden für den Modellversuch gewinnen und Getränke KARAS 46 Kunden. Für die Kunden wurde ein Informationsflyer erstellt (siehe Anhang 5)

Der Modellversuch sollte jeweils Dienstag, Mittwoch und Donnerstag durchgeführt werden. Am Montag ist das Liefervolumen zu gering und der Freitag sollte, im Falle von Problemen, als „Schadensbegrenzungstag“ zur Verfügung stehen. Durch das Ausscheiden von Getränke Ziegler verringerte sich das Liefervolumen derart, dass nur am Donnerstag eine ausreichende Liefermenge für eine Tour via Crossdock zur Verfügung stand.

7.4.4 Entwicklung eines Webtools

Für den Datenaustausch zur Disposition der Crossdock-Touren wurde von zwei Master Studenten der Fakultät Informatik unter Betreuung von Professor Dr. Joachim Scheja eine Web-Applikation entwickelt, die auf einem Server der Fakultät Informatik installiert wurde. Als Graphical User Interface (GUI) diente ein Internetbrowser. Unter der URL <http://www.informatik.fh-nuernberg.de/index.php> konnte die Applikation gestartet werden.

In der dahinter liegenden Datenbank werden die Kundenstammdaten mit geokodierten Adressen und die Fahrzeugstammdaten des Projekt-LKWs gepflegt. Die Bewegungsdaten werden

von den beteiligten Projektpartner über das GUI eingegeben (Kundennummer, Lieferscheinnummer, Auftragsgewicht, Hektoliter, Anzahl der Palettenstellplätze und ggf. einen Kommentar zur Auslieferung). Bei der Eingabe neuer Aufträge wird die aktuelle Auslastung des Fahrzeugs angezeigt. Ist die Kapazitätsgrenze (Volumen und/oder Gewicht) des Projekt-Fahrzeugs erreicht, können keine weiteren Aufträge für den Liefertag mehr eingegeben werden. In der Applikation werden aus Stamm- und Bewegungsdaten Auftragsdatensätze für die Weiterverarbeitung in der Tourenplanungssoftware TransIT erzeugt. Über einen File-Transfer im Excel-Format können die Auftragsdaten in die Tourenplanungssoftware übernommen werden.

Nach der Migration der Stammdaten in die Web-Applikation wurde ein einwöchiger Test mit „echten“ Auftragsdaten durchgeführt. Eine Schulung der Disponenten der beteiligten Projektpartner war nicht notwendig. Eine Kurzanleitung für die Bedienung (siehe Anhang 6) war für die Einarbeitung der Disponenten ausreichend.

7.4.5 Ergebnisse des Modellversuchs

Aufgrund der oben genannten Gründe konnten Crossdock-Touren nur für die 17 Donnerstage im Zeitraum des Modellversuchs anvisiert werden. Insgesamt konnten fünf Crossdock-Touren realisiert werden. An zwölf Donnerstagen mussten die Crossdock-Touren mangels Volumen oder aufgrund von Personalmangel (Urlaub, Krankheit) entfallen. Die beteiligten Projektpartner haben sich mit sehr großem Engagement für die Realisierung eingesetzt. Trotz der geringen Anzahl an Touren können wichtige Erkenntnisse zum Auftragsabwicklungsprozess gewonnen werden.

Kostensätze	04.11.2011		08.11.2011		25.11.2011		01.09.2011	
	Zeit/km	Kosten	Zeit/km	Kosten	Zeit/km	Kosten	Zeit/km	Kosten
Beifahrer Lammsbräu 28,86 € pro Std	Std.	- €	Std.	- €	8,17 Std.	235,69 €	7,03 Std.	202,98 €
Fahrer KARAS 22,50 € pro Std	10,20 Std.	229,50 €	8,33 Std.	187,50 €	8,17 Std.	183,75 €	7,03 Std.	158,25 €
Beifahrer KARAS 15,70 € pro Std	10,20 Std.	160,14 €	8,33 Std.	130,83 €	Std.	- €	Std.	- €
Kosten LKW KARAS 0,53 € pro km	km	- €	39 km	20,67 €	km	- €	43,00 km	22,79 €
Kosten LKW KARAS 15,00 € pro Std	Std.	- €	8,33 Std.	125,00 €	Std.	- €	7,03 Std.	105,50 €
Kosten LKW MAN		- €		- €		- €		- €
	Gesamtkosten	389,64 €	Gesamtkosten	464,00 €	Gesamtkosten	419,44 €	Gesamtkosten	489,52 €
	HI/Std.	Kosten	HI/Std.	Kosten	HI/Std.	Kosten	HI/Std.	Kosten
Kosten pro HI	36,22 HI	10,76 €	32,72 HI	14,18 €	28,93 HI	14,50 €	22,75 HI	21,52 €
Kosten pro Abladestunde	5,57 Std.	70,00 €	4,72 Std.	98,38 €	4,67 Std.	89,88 €	3,65 Std.	134,12 €

Daten zur 5. Tour lagen zum Stichtag des Projekt-Abschlussberichts noch nicht vor.

Tabelle 19: Kostenübersicht Modellversuch

1. Der Auftragsabwicklungsprozess hat sich als praktikabel erwiesen. Der Umschlag von Voll- und Leergut am Crossdock konnte „reibunglos“ durchgeführt werden.
2. Die horizontale Kooperation hat sowohl planerisch in der Tourendisposition als auch praktisch in der Zusammenarbeit von Fahrer und Beifahrer zweier Unternehmen problemlos funktioniert.
3. Alle Kunden haben am Liefertag ihre Ware angeliefert bekommen. Auf der ersten Tour kam es zu einer Lieferzeitverletzung aufgrund unvollständig übermittelter Kundenstammdaten für die Web-Applikation. Beschwerden von Kunden bezüglich Qualität des Lager- und Kühlraumservice gab es nicht.
4. Das von MAN gesponserte Projekt-Fahrzeug erwies sich für die Getränkebelieferung als ungeeignet. Durch den fehlenden zertifizierten Getränkeaufbau und die zu kurze Ladebordwand war eine effiziente Auslieferung nicht möglich. Das Fahrzeug von MAN war jedoch der Türöffner zum Modellversuch. In der Vorbereitungsphase war kein Projektpartner bereit ein eigenes Fahrzeug für den Modellversuch bereit zu stellen. Nachdem der Modellversuch mit dem MAN gestartet werden konnte, war Getränke KARAS bereit ein eigenes Fahrzeug für die Crossdock-Touren zur Verfügung zu stellen. Der MAN wurde nach zwei Touren wieder zurückgegeben.

5. Die Bereitstellung von Personal für die Crossdock-Touren durch die beteiligten Unternehmen erwies sich als schwierig. Durch Urlaub und Krankheit herrschte Personalmangel bei den beteiligten Unternehmen.
6. Die Web-Applikation für den Datenaustausch erwies sich als sehr hilfreich. Für einen dauerhaften und effizienten Betrieb eines Crossdocking-Verfahrens müssen automatisierte Schnittstellen zwischen den IT-Systemen der Projektpartner und der Tourenplanungssoftware eingerichtet werden.
7. Die Leistungsverrechnung unter den Projektpartner konnte problemlos über die jeweils ausgelieferten Hektoliter vorgenommen werden. Die Kosten pro gelieferten Hektoliter lagen zwischen 14 und 21 Euro und liegen damit am oberen Ende branchenüblicher Kosten für eine Zwei-Mann-Tour. Jedoch konnte das Fahrzeug mangels Masse auch nur zu 50 bis 75 % ausgelastet werden.
8. Eine Auswertung der Emissionseinsparungen ist aufgrund der geringen Anzahl der Touren nicht zielführend. Das erwartete Emissionsminderungspotential wurde nicht annähernd erreicht.

7.5 Umfrage

7.5.1 Vorgehensweise

Aufgrund der Absicht, das Pilotprojekt - Grüne Logistik langfristig mit vielfältigen Brauereien umzusetzen, wurde durch die Projektleitung in Zusammenarbeit mit der IHK Nürnberg, im Frühjahr 2011 die Durchführung einer Umfrage unter den Fränkischen Brauereien beschlossen. Ziel dieser Umfrage ist die Analyse des Fränkischen Brauereimarkts zur potenziellen Beteiligung weiterer Brauereien am Pilotprojekt - Grüne Logistik. Hinsichtlich der Rahmenbedingungen für eine Umfrage aller fränkischen Brauereien wurden folgende Entscheidungen getroffen:

- Durchführung einer Umfrage mit einem einseitigen Fragebogens zzgl. Erinnerungsschreiben
- Vollerhebung aller fränkischen Brauereien
- Aufbau des Fragebogens in Anlehnung an Multiple Choice Fragen, um eine leichtere Beantwortung wie auch eine schnellere Auswertung zu erreichen
- Eventuelle Kontaktaufnahme mit den verschiedenen Brauereiverbänden als unterstützende Funktion und Beratung
- Beratung durch Herrn Jürgen Sittko (Berater für Getränkelogistik) einbeziehen

Aufgrund des umfangreichen Datenbestands aller fränkischen Brauereien durch verschiedene Brauereiführer ist eine qualitativ gute Grundlage an Adressen für eine Vollerhebung vorhanden. Desweiteren ist mit einer überschaubaren Anzahl von 279 Brauereien, die sich auf die Regierungsbezirke Unter-, Ober- und Mittelfranken aufteilen, die Bereitschaft zu einer Vollerhebung von der IHK Nürnberg gegeben. Sie hat sich bereit erklärt, die Kosten für die postalische Versendung der Umfrage zu übernehmen. Aus diesem Grund sind keine Gespräche mit den Brauereiverbänden notwendig, zumal eine Vollerhebung auch wegen der bereits sehr guten vorhandenen Adressdaten aber auch aufgrund der überschaubaren Kosten möglich ist. Die vorherige Idee einer Teilerhebung mit Beratung der Brauerverbände wird somit außer Acht gelassen. Durch ein ausgiebiges Interview mit Herrn Jürgen Sittko (langjährige Erfahrung in der Getränkelogistik) Ende Mai 2011 ergaben sich weitere interessante Erkenntnisse, die bei der Akquirierung neuer Projektpartner beachtet werden sollten. Ein Thema sind die oft aufkommenden Schwierigkeiten bei der Neu-Akquirierung kleiner Brauereien für das Pilotprojekt - Grüne Logistik, diese werden im Folgenden erläutert:

- Kleine Brauereien haben langjährig Erfolg mit ihrer eigenen Belieferung und sehen oft keine Gründe für die Änderung ihres Logistikablaufes

- Angst vor zu großem Aufwand bei einer Änderung der Logistikabläufe
- Teils zu wenig Kenntnisse über den aktuellen Stand der Logistiktrends
- Effizienzsteigerungen haben oft Entlassungen zur Folge (Arbeitsfaktor Mensch hat bei den Brauereien eine sehr hohe Bedeutung)

Andererseits wird in dem Gespräch die mögliche Vorgehensweise zur Überzeugung neuer Brauereien für das Pilotprojekt - Grüne Logistik diskutiert. Folgende Ideen sollen in der Formulierung des Begleitschreibens beachtet werden:

- Eindeutige Erläuterung des neuen Logistikkonzepts und seiner Potenziale
- Darstellung der Kosten- und Zeitersparnis durch logistische Optimierung
- Ökonomische und Ökologische Vorteile aufzeigen
- Umweltproblematik erläutern
- Image-Vorteile für die beteiligenden Brauereien durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit verdeutlichen

Nach erfolgreicher Formulierung des Begleitschreibens und des Fragebogens kann die Befragung der 279 Nordbayrischen Brauereien am 25. Juli 2011 durch die IHK Nürnberg beginnen. Hierbei wird ein zweiseitiges Begleitschreiben, der Fragebogen mit einer einseitigen Erläuterung der wichtigen Informationen zur Befragung, postalisch versandt. Die Rücksendefrist für die erste Aussendung ist auf Freitag, den 12. August 2011 datiert. Nach erfolgreicher Auswertung, die im Unterkapitel 4.3 behandelt wird, erfolgt die Versendung eines Erinnerungsschreibens am 16. August 2011. Dieses Erinnerungsschreiben ist besonders wichtig, um eine höhere Rücklaufquote zu erzielen. Zumal hierbei nochmals ein Begleitschreiben, mit dem einseitigen Fragebogen und der Seite „Wichtige Hinweise zum Fragebogen“ versandt wird, um die Wichtigkeit der Umfrage zu betonen.

7.5.2 Auswertung

Der Fragebogen wurde am 25.07.2011 an 279 in Franken ansässige Brauereien verschickt. Bis zur ersten Frist am 12. August 2011 sind davon 45 Fragebögen zurückgekommen, was einer Rücklaufquote von 16,13 % entspricht. Durch das Erinnerungsschreiben vom 16. August konnten 52 zurückgeschickte Fragebögen registriert werden. Hierbei betrifft die Rücklaufquote bei 234 angeschriebenen Brauereien durch das Erinnerungsschreiben 22,2 %.

Insgesamt wurde bei der Umfrage eine Rücklaufquote von 34,77 % erreicht, was einer Anzahl von 97 zurückgesendeten Fragebögen entspricht.

Davon haben 19 Brauereien explizit Interesse am Projekt bekundet und die nachfolgenden Fragen 1 bis 8 meist vollständig ausgefüllt.

Die Einstiegsfrage (siehe Abbildung 15) „Beliefen Sie Gastronomiekunden im Stadtgebiet Nürnberg“ haben 23 % der 97 Brauereien mit Ja und 77 % mit Nein beantwortet. 20 % der Brauereien haben Interesse an einer Optimierung ihrer Getränkelogistik im Rahmen des Pilotprojektes - Grüne Logistik gezeigt (siehe Abbildung 16). Es handelt sich bei beiden um eine Nominalverteilung.

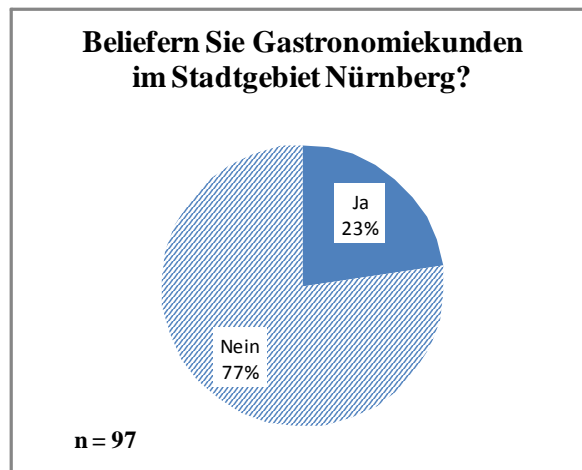


Abbildung 15: Ergebnis der Einstiegsfrage

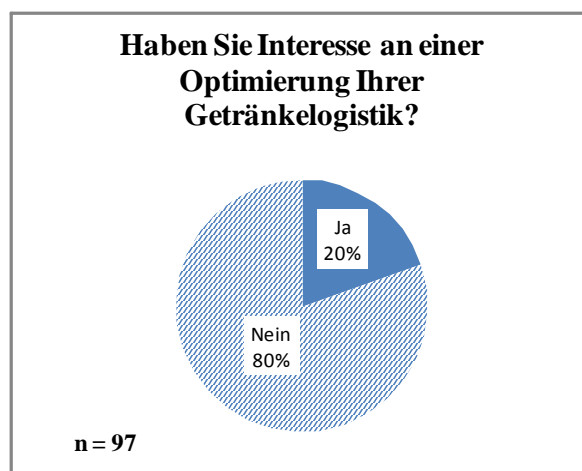


Abbildung 16: Ergebnis der zweiten Einstiegsfrage

Die folgende Auswertung bezieht sich auf die 19 Brauereien, die ausdrücklich Interesse am Projekt bekundet haben. Die Einstiegsfrage zur Belieferung von Gastronomiekunden im Stadtgebiet Nürnberg haben knapp 79 % der Brauereien mit „Ja“ und ca. 21 % mit „Nein“ beantwortet. 50 % der Brauereien, die keine Gastronomiekunden im Stadtgebiet Nürnberg besitzen, haben darauf hingewiesen, dass sie nur Getränkegroßmärkte in Nürnberg beliefern.

Bei den Fragen 1, 2, 4, 6 und 8 handelt es sich um eine Ordinalverteilung. Die Fragen, welche in einem Kreisdiagramm angezeigt werden sind nominal verteilt. Nur Frage 7 ist eine offene und daher metrisch verteilt.

Die Zielsetzung der ersten Frage (siehe Abbildung 17) ist es, den Absatzmarkt der Brauereien im Stadtgebiet Nürnberg zu analysieren. Die größte Gruppe der Befragten (31,6 %) hat angegeben mehr als 10 Abladestellen im Stadtgebiet Nürnberg zu besitzen, was durch den Modalwert bestätigt wird. Es handelt sich hierbei um eine ordinale. Zwischen 4 und 6, sowie zwischen 7 und 10 Abladestellen haben jeweils 21 % der Befragten zurückgemeldet. Eine absolute Mehrheit für eine Antwortalternative gibt es hier nicht, demnach sind auch die Spannweite mit 2 und der Quartilsabstand mit 1,25 sehr gering. Zusammenfassend lässt sich jedoch feststellen, dass 52,6 % Brauereien mehr als 7 Abladestellen im Stadtgebiet Nürnberg besitzen.

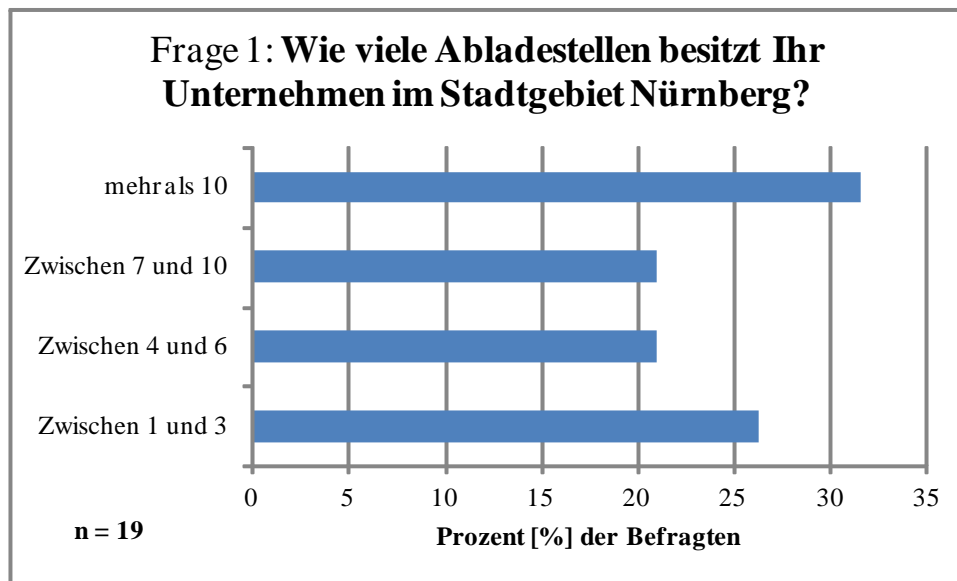


Abbildung 17: Auswertung der Antworten zu Frage 1

Die Frage wurde von allen 19 Brauereien, die den gesamten Fragebogen ausgefüllt haben, beantwortet. Jede dritte Brauerei besitzt mehr als zehn Abladestellen. Jede vierte besitzt nur ein bis drei.

Die Analyse der zweiten Frage (siehe Abbildung 18) ergibt eine absolute Mehrheit für die einmalige Kundenbelieferung pro Woche in Höhe von 52,6 %. Knapp 31,6 % teilen sich auf die Antwortalternativen zwei, drei oder vier und mehr durchschnittlichen Belieferungen pro Woche auf. „1 mal in 14 Tagen“ wurde im Fragebogen nicht erwähnt, jedoch von knapp 15,8 % der befragten Brauereien angegeben. Aus diesem Grund wird die Möglichkeit der einmaligen Belieferung innerhalb von 14 Tagen zur korrekten statistischen Auswertung mit aufgenommen. Dass bei der klaren Mehrzahl der Brauereien nur einmal pro Woche geliefert wird, zeigt sich auch in der hohen Spannweite von 9, wogegen der Quartilsabstand mit 2 diesen Wert als Ausreißer einordnet.

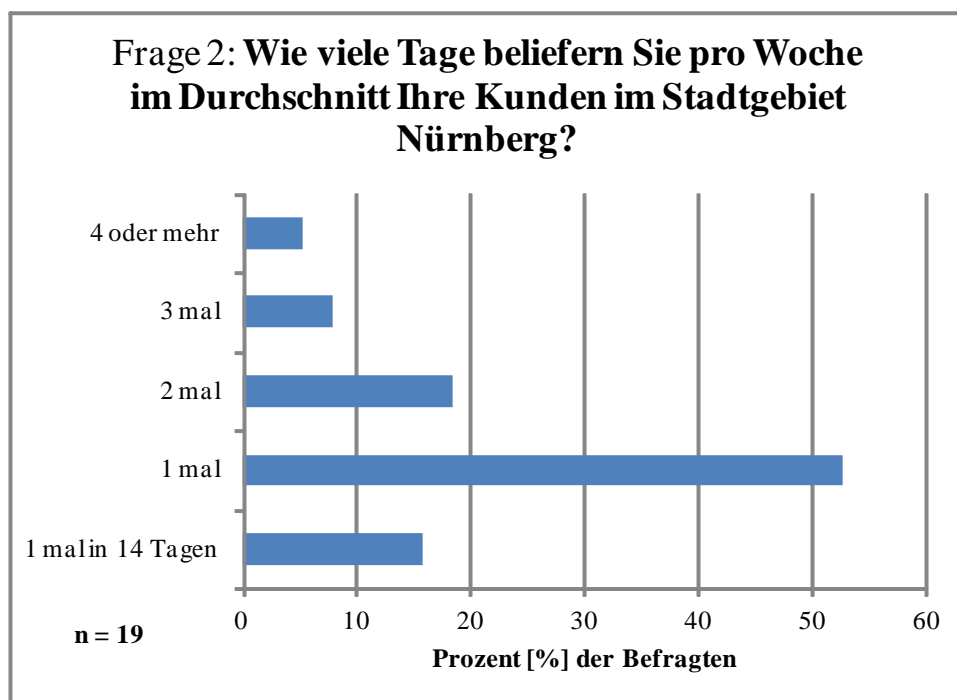


Abbildung 18: Auswertung der Antworten zu Frage 2

Alle 19 Brauereien haben diese beantwortet. Da einige Brauereien nur jede zweite Woche liefern, wurde diese zusätzliche Kategorie für die Auswertung hinzugefügt. Über die Hälfte der Brauereien beliefern ihre Kunden in Nürnberg einmal die Woche. Nur etwa 30 % liefern häufiger.

Um die Analyse der ersten beiden Aspekte auf den Personaleinsatz bei der Belieferung zu erweitern, wird bei der dritten Frage (siehe Abbildung 19) die Anzahl der durchschnittlich beteiligten Personen am Auslieferungsprozess erfragt. Bei 67 %, sitzt nur eine Person im Lkw. Lieferungen mit zwei Personen sind mit 28 % dagegen deutlich geringer. Ein Befragter gab an, Lieferungen mit ein bis zwei Mann zu tätigen, weshalb in der Auswertung diese Angabe mit berücksichtigt wird. Deutlich zeigt jedoch auch der Modalwert, dass zumeist nur eine Person bei der Auslieferung benötigt wird.

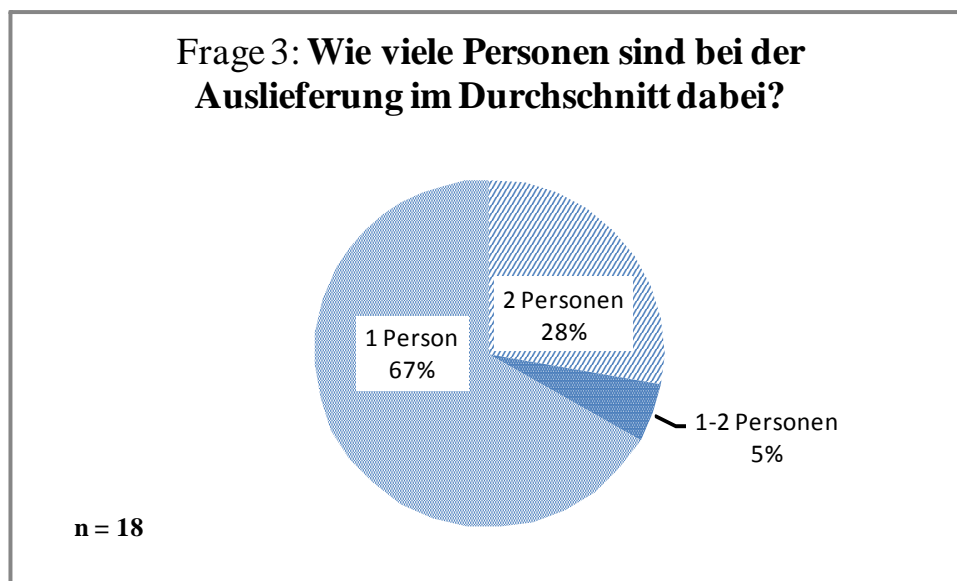


Abbildung 19: Auswertung der Antworten zu Frage 3

18 der 19 Brauereien haben diese beantwortet. Bei zwei von drei Lieferungen befindet sich nur eine Person an Bord des Lkw.

Die vierte Frage (siehe Abbildung 20) zielt auf den eingesetzten Fuhrpark der beliefernden Brauereien ab. Aufgrund der Möglichkeit von Mehrfachnennungen bei dieser Frage ergibt die Summe aller Antworten 121 %. Die Auswertung hat ergeben, dass 47,4 % der Brauereien Lkw bis 7,5 t betreiben. Bei knapp 2/3 der Brauereien kommen allerdings auch Lkw größer als 7,5 t zum Einsatz. Auch bei dieser Frage ist die Spannweite der prozentualen Anteile mit 7 sehr hoch. Der Quartilsabstand mit 3,25 minimiert auch hier die relevanten Daten.

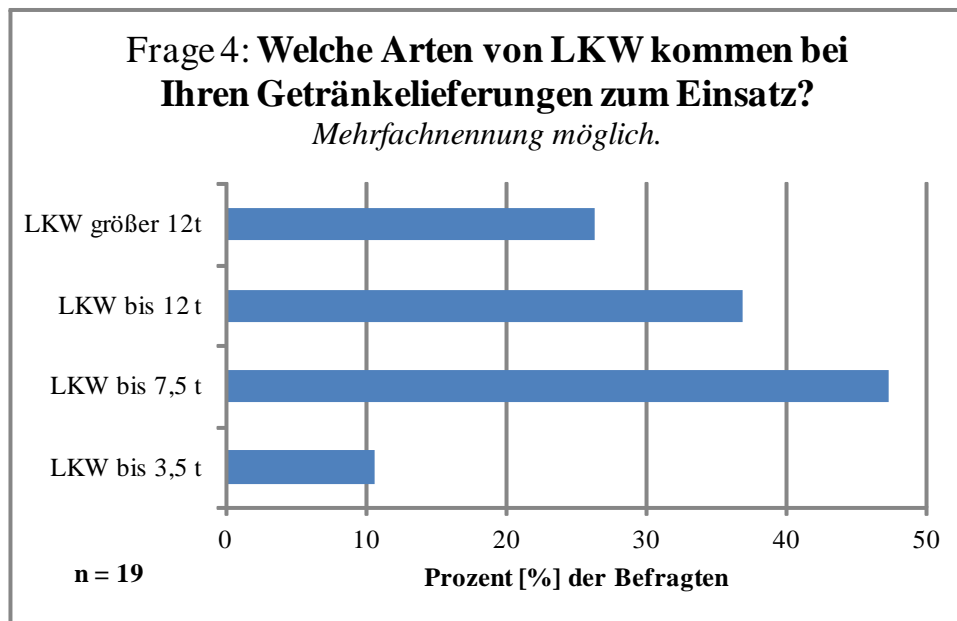


Abbildung 20: Auswertung der Antworten zu Frage 4

Alle 19 Brauereien haben diese beantwortet. Kleine Lkw bis 3,5 t sind bei der Getränkebelieferung ziemlich selten. Bei knapp der Hälfte der Brauereien kommen Lkw mit 7,5 t zum Einsatz.

In der vierten Frage sind zusätzlich die Antwortalternativen „Lkw mit grüner Plakette“ sowie „Lkw ohne grüne Plakette“ gegeben. Trotz der sehr geringen Anzahl von vier, die diese Antworten mit einbezogen haben, wurde hierzu eine eigene Auswertung durchgeführt (siehe Abbildung 21). 50 % der Befragten besitzen ausschließlich Lkw mit grüner Plakette und damit Fahrzeuge auf dem aktuellen technischen Stand. 25 % der Befragten setzen Lkw mit und ohne grüne Plakette ein, wobei lediglich ein Viertel der Brauereien nur Lkw ohne grüne Plakette in seinem Fuhrpark hat.

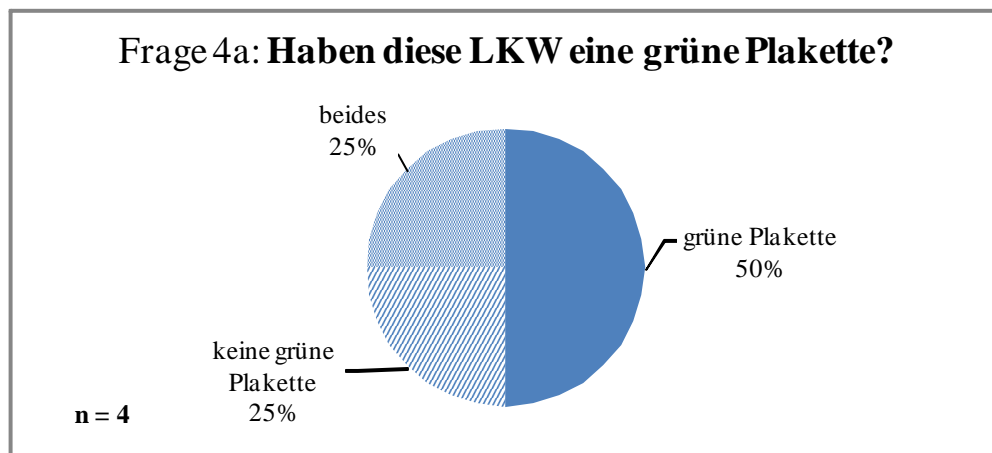


Abbildung 21: Auswertung der Antworten zu Frage 4a

Nur 4 der 19 Brauereien haben diese beantwortet. Nur ein Viertel der Brauereien besitzen Lkw ohne grüne Plakette. Die Hälfte fährt bei jeder Lieferung mit grüner Plakette.

Die Auswertung des Vertriebswegs der Brauereien in der fünften Frage (siehe Abbildung 22) zeigt, dass fast 2/3 der Befragten die direkte der Belieferung, der über den Großhandel vorziehen. Beachtlich ist, dass keine Brauerei den Großhandel als einzige Vertriebsmöglichkeit ansieht und sich - wenn überhaupt - für eine Kombination entscheidet (37 % der Brauereien beliefern über beide Vertriebswege).

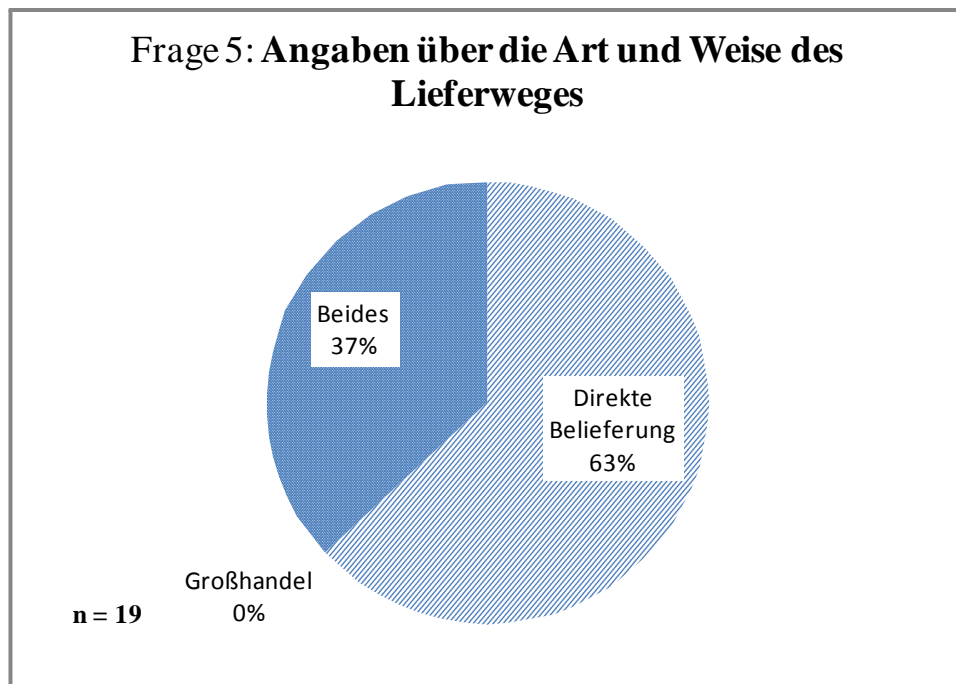


Abbildung 22: Auswertung der Antworten zu Frage 5

Alle 19 Brauereien haben diese beantwortet. Auffällig ist, dass keine der Brauereien ausschließlich über den Großhandel ausliefern. Zwei von drei Brauereien beliefern ausschließlich direkt.

Die sechste Frage (siehe Abbildung 23) befasst sich mit den Kapazitäten bei einer Auslieferung auf direktem Weg. Eine relativ gleichmäßige Verteilung zwischen der 3/5 und 4/5 Auslastung sowie der Vollaustattung ist zu erkennen. Die Mehrheit der Brauereien gibt an, eine durchschnittliche Auslastung von 60 % bei ihren Auslieferungen zu haben. 21 % der Brauereien erreichen eine maximale Auslastung von 40%, was eine noch zur Verfügung stehenden Kapazität von 60 % bedeutet. Bei der Hälfte aller Lieferungen ist der Lkw jedoch mindestens zu 80 % ausgelastet.

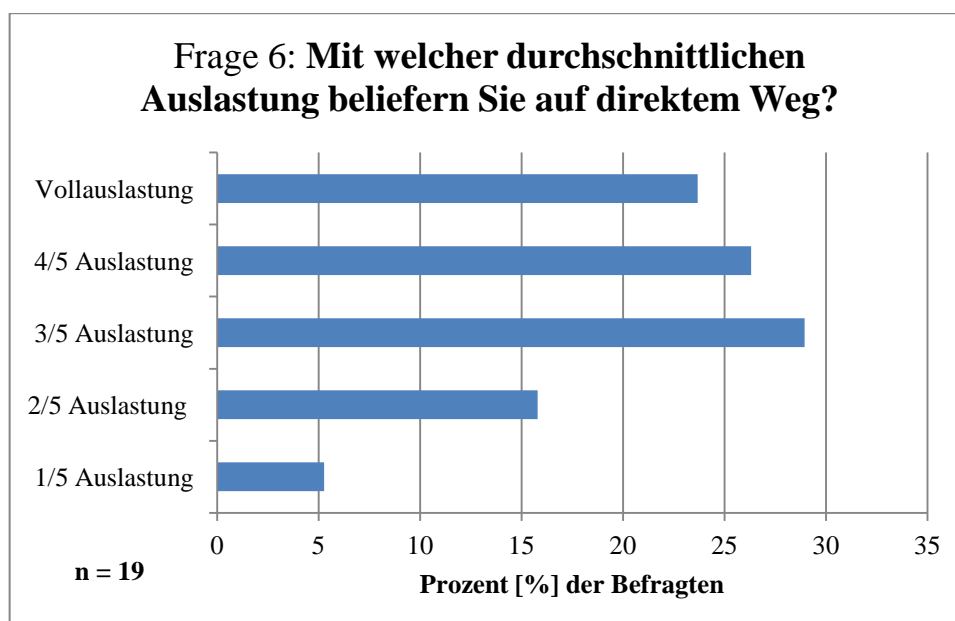


Abbildung 23: Auswertung der Antworten zu Frage 6

Alle 19 Brauereien haben diese beantwortet. Die Verteilung der Auslastung ist relativ gleichmäßig. Bei knapp jeder dritten Lieferung ist der Lkw zu 60 % ausgelastet. Eine Vollauslastung liegt nur bei knapp jeder vierten Lieferung vor.

Bei der siebten Frage (siehe Abbildung 24) haben nur 16 von 19 Braustätten eine Angabe gemacht. Diese haben ergeben, dass knapp 44 % der beteiligten Betriebe zu den Kleinbrauereien mit einem maximalen Brauvolumen von 5.000 hl im Jahr zählen. Von diesen 16 Produzenten ist keine als Großbrauerei mit einem Brauvolumen größer als 200.000 hl zuzuordnen. Mit gut 56 % sind die Brauhäuser mittlerer Größe mit einem Ausstoß zwischen 5.000 und 200.000 hl in der Mehrheit. Wobei die meisten dieser Firmen den kleineren mittleren Brauereien zuzuordnen sind, da nur 12,5 % ein Brauvolumen von bis zu 100.000 hl im Jahr erreichen.

Betrachtet man die Rohdaten ohne Kategorien, so lässt sich feststellen das der Modalwert mit 18.000 hl sehr vom Median mit 8.750 hl abweicht. Jedoch ist das arithmetische Mittel mit rund 21.000 hl in einem relativ nahen Bereich. Auch die Spannweite ist mit rund 99.000 hl extrem groß; der Quartilsabstand mit 15.000 hl zeigt jedoch, wie viele Ausreißer es in dieser Verteilung gibt. Auch die Standardabweichung mit knapp 32.000 hl weist darauf hin, dass es sich nicht um eine Normalverteilung handelt. Nach der Kategorisierung der Verteilung, zeigt diese sich als eine bimodale, da jede vierte Brauerei mit 25.000 oder 50.000 Brauvolumen arbeitet. Median (2,5) und arithmetisches Mittel (2,67) sind hier sehr ähnlich. Mit einer Spannweite von 3 und einem Quartilsabstand von 1,75 ist die kategorisierte Verteilung deutlich gleichförmiger, was auch die geringe Standardabweichung von 1,21 zeigt.

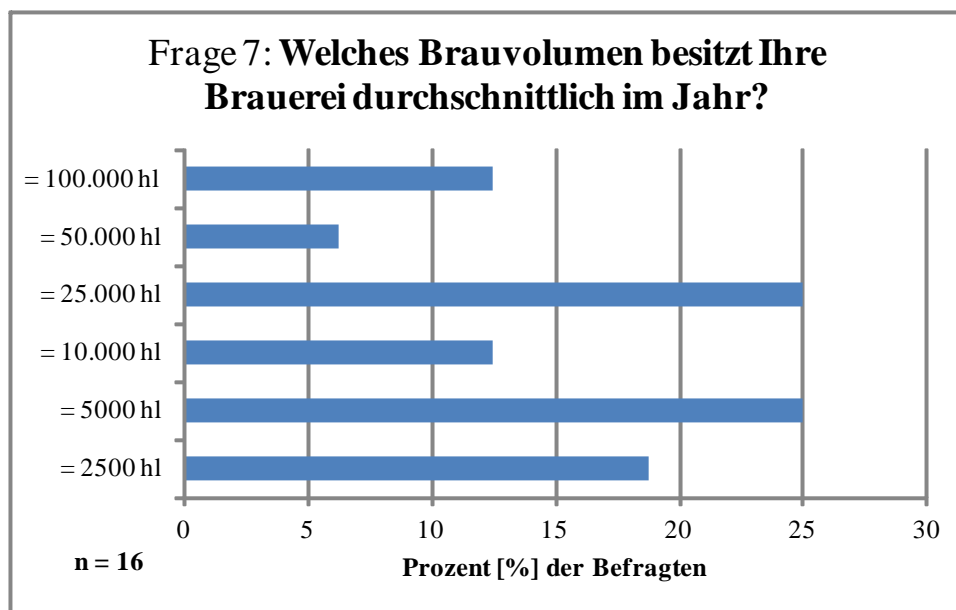


Abbildung 24: Auswertung der Antworten zu Frage 7

Diese haben 16 der 19 Brauereien beantwortet. Da die Frage 7 offen gestellt ist, wird diese zur besseren Darstellung der Verteilung des Ausstoßes in aufsteigende Hektoliter-Kategorien aufgeteilt. Knapp die Hälfte der Brauhäuser hat einen Ausstoß von ≤ 5000 hl. Etwa jede zehnte Brauerei besitzt einen Ausstoß von 50.000 bis 100.000 hl.

In der letzten Frage (siehe Abbildung 25) wird das durchschnittliche Liefervolumen der Brauereien pro Fahrt bei Auslieferung an ihre Kunden erfragt. Aufgrund der Möglichkeit von Mehrfachnennungen ergibt die Summe aller Antworten knapp 118 %. Über 40 % der Betriebe haben Lieferungen mit maximal fünf hl, was bei einem Kasten Bier mit 20 Flaschen und je 0,5 Liter maximal 50 Kästen Bier ergibt. Das höchste Volumen einer durchschnittlichen Ladung der Brauhäuser liegt bei 40 hl, was bei knapp 18 % der Brauereien der Fall ist. Die deutlich höhere Häufigkeit von < 5 hl gegenüber den anderen Alternativen, wird durch den Quartilsabstand 3 gegenüber der Spannweite von 8 aus der relevanten Menge der Daten ausgeschlossen. Die

Verschiebung der Daten lässt jedoch darauf schließen, dass es sich hierbei lediglich um eine nach unten verschobene Verteilung handelt.

In der Tabelle 20 sind alle relevanten statistisch erhobenen Daten zusammengestellt.

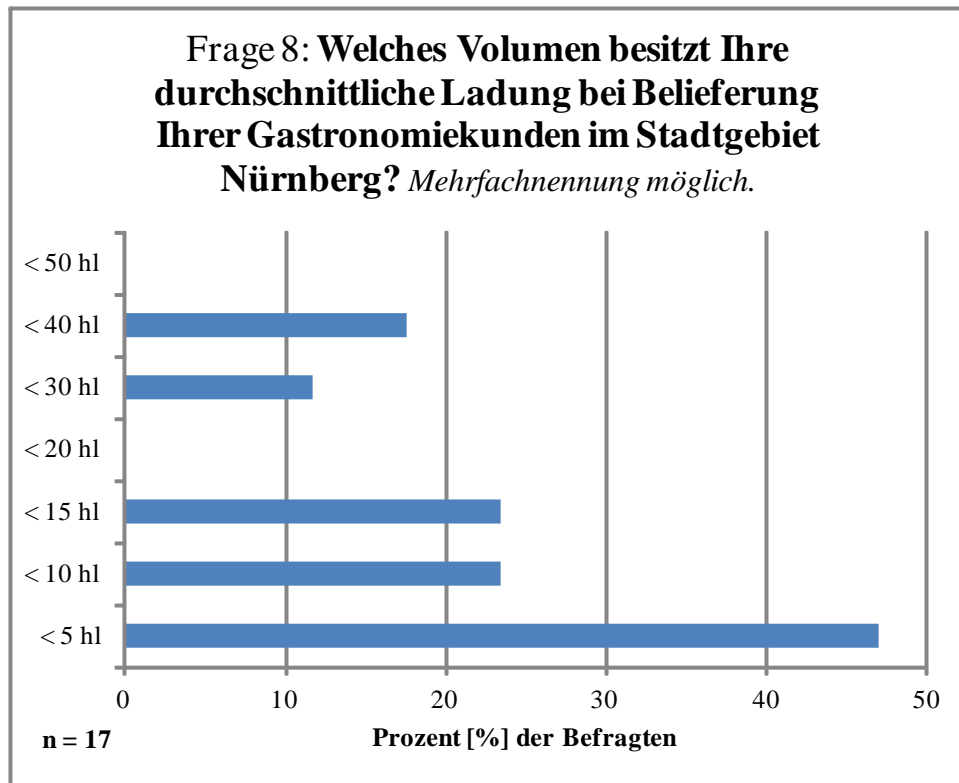


Abbildung 25: Auswertung der Antworten zu Frage 8

Die Frage 8 haben 17 der 19 Brauereien beantwortet. Die knappe Hälfte der Brauereien machen Lieferungen mit weniger als 5 hl. Nur etwa jede dritte Brauerei liefert zwischen 20 und 40 hl. Über 40 hl umfasst keine Lieferung.

	F1: Anzahl Abladestellen	F2: Tage der Belieferung	F3: Anzahl Personen	F4: Art von Lkw	F4a: Plakette Lkw	F5: Art & Weise des Lieferweges	F6: Auslastung auf direktem Weg	F7: durchsch. Brauvolumen (hl)	F8: Volumen der Ladung
Art der Verteilung	ordinal	ordinal	nominal	ordinal	nominal	nominal	ordinal	metrisch	ordinal
Modalwert der Rohdaten	4	2	1	2	1	1	4	4	1
Median der Häufigkeitsverteilung	4,5	3		6			4,5	2,5	3
Arithmetisches Mittel "-"								2,67	
Spannweite "-"	2	9		7			4,5	3	8
Quartilsabstand "-"	1,25	2		3,25			2	1,75	3
Standardabweichung "-"								1,21	
Varianz "-"								1,467	

Tabelle 20: Maßzahlen zentrale Tendenz und Dispersion

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Simulationsrechnungen haben bewiesen, dass das größte Emissionsminderungspotential in der City-Logistik mittels Crossdocking in einer horizontalen Kooperation nur mit vollelektrischen Nutzfahrzeugen auf der „letzten Meile“ erreichbar ist. Das Crossdocking in einer horizontalen Kooperation ist wiederum Voraussetzung für die logistische Realisierbarkeit einer vollelektrischen „letzten Meile“. Die kritischen Erfolgsfaktoren des Projektes war einerseits die Verfügbarkeit einer geeigneten, bezahlbaren Immobilie und andererseits das Vertrauen der Projektpartner untereinander hinsichtlich der horizontalen Kooperation.

Der „fossile“ Modellversuch hat die Praxistauglichkeit einer solchen Kooperationslösung bewiesen. Bedingt durch die Tatsache, dass sich nur zwei Unternehmen aktiv daran beteiligten, konnten insgesamt fünf konsolidierte Touren mit durchschnittlich 30 Hektoliter je Tour gefahren werden, was jedoch bereits wichtige Rückschlüsse auf die Praktikabilität der Prozesse und auf die Kostenstrukturen erlaubte. Der Modellversuch endete am 30.11.2011; das erwartete Emissionsminderungspotential wurde aufgrund der geringen Beteiligung nicht erreicht. Als wichtigstes Ergebnis bleibt festzuhalten, dass die horizontale Kooperation in die Praxis umgesetzt werden kann und der konzipierte Auftragsabwicklungsprozess im Rahmen des Modellversuchs alltagstauglich ist.

Die Marktanalyse zur Beteiligung am Pilotprojekt - Grüne Logistik hat eine gute Resonanz erzielt. Etwas mehr als jede dritte angeschriebene Brauerei hat an der Befragung teilgenommen. Dies zeigt, dass zunehmende Probleme, wie hohes Verkehrsaufkommen oder Luftverschmutzung bei den Brauereien an Bedeutung gewinnen. Dies liegt sicherlich auch am zunehmenden ökologischen Bewusstsein in der Gesellschaft, das wie in der Politik eine immer größere Rolle spielt, hin zu einem umweltfreundlicheren Lebensstil. Somit wirken sich die ändernden Interessen der Öffentlichkeit auch auf die Unternehmen stärker aus, was langfristig zu einer Bündelung der ökologischen und ökonomischen Vorgehensweise der Unternehmen führen kann und sollte.

Nur 23 % der 97 an der Umfrage aktiv beteiligten Brauereien haben Gastronomiekunden im Stadtgebiet Nürnberg. 19,5 % haben Interesse für das Pilotprojekt - Grüne Logistik gezeigt, was einer Erfolgsquote von 85 % entspricht. Von diesen 19 Brauereien beliefern rund 80 % Gastronomiekunden im Stadtgebiet Nürnberg. Die anderen gut 20 % beliefern teilweise nur über den Getränkehandel, haben aber trotzdem Interesse für eine Projektbeteiligung gezeigt.

Nur knapp 7 % aller befragten Brauereien machen die 19 Interessierten aus. Diese geringe Anzahl wird aber besonders durch den Faktor beeinflusst, dass es sich bei sehr vielen der Brauereien um Haus- bzw. Gastronomiebrauereien handelt. Diese liefern meist gar nicht, oder nur im geringen Maße über andere Brauereien oder Getränkemarkte, sind also für das Pilotprojekt - Grüne Logistik gar nicht von Interesse. Da in Franken jede zweite als Haus- bzw. Gastronomiebrauerei einzustufen ist, wird der Anteil nicht liefernder Brauereien unter diesen entsprechend hoch sein. Drei von vier der 97 Brauereien liefern gar nicht nach Nürnberg, was zeigt dass der Kreis der für das Pilotprojekt interessanten Brauereien durch diese beiden Faktoren deutlich verringert wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil von Bierproduzenten, die keine Logistik besitzen in Bezug auf alle Brauereien ähnlich groß ist. Hochgerechnet auf alle fränkischen Braustätten haben sich damit etwa 30 % der Nürnberg beliefernden Brauereien als interessiert gemeldet.

Vorgespräche mit der Kulmbacher Brauerei AG zu einer Beteiligung an einem größeren Feldversuch verliefen ebenfalls positiv.

Für einen großen vollelektrischen Feldversuch sind eine stärkere industrielle Beteiligung und andere betriebswirtschaftliche und kommunalpolitische Rahmenbedingungen auch notwendig; konkrete diesbezügliche Aktivitäten sind bereits eingeleitet. Am 30.11.2011 wurde in

Kooperation mit Fraunhofer SCS in Nürnberg eine Projektskizze zur Förderbekanntmachung des BMU vom 19.08.2011 bezüglich BMU-Förderung von Vorhaben im Bereich der Elektromobilität eingereicht.

9 Anlagen auf CD-Rom

Protokoll Projektlenkung am 24.03.2010

Protokoll Projektlenkung am 20.10.2010

Präsentation Projektlenkung am 20.10.2010

Protokoll Projektlenkung am 01.02.2011

Präsentation Projektlenkung am 01.02.2011

Protokoll Workshop Modellversuch am 24.02.2011

Protokoll Projektlenkung am 30.06.2011

Protokoll Workshop Modellversuch am 15.07.2011

Pressemitteilung „Grüne Logistik live“ am 25.08.2011

Technische Dokumentation Web-Applikation

Literaturverzeichnis

- Bauunternehmen online (2010):** Asphaltbeton und wo Asphaltbeton so alles verbaut wird, <http://www.bauunternehmen.com/content/asphaltbeton-und-wo-asphaltbeton-so-alles-verbaut-wird> (Zugriff am 04.08.2010)
- Buchholz, Torsten (2010):** *Die große Laster-Show*. In: LOGISTRA Fuhrpark, Jg. 22, H. 12, S. 6–7.
- Daimler AG (o. J.):** *Hybridantriebe*. Online verfügbar unter <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1200802-49-1201875-1-0-0-1201129-0-0-135-7165-0-0-0-0-0-0-0.html>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Feldschlösschen:** *Factsheet Modec*. Online verfügbar unter http://www.feldschloesschen.com/Unternehmen/medien/Documents/Factsheet_Modec.pdf, zuletzt geprüft am 05.11.2010.
- Hassa, Eva (2011):** *Die E-Pioniere*. In: Verkehrsrundschau, H. 2, S. 26–27.
- Heintze, Alexander (2008):** *Die neue LKW-Welt*. In: Logistik inside, H. 10, S. 49–51.
- IVECO (o. J.):** *EcoDaily Electric*. Online verfügbar unter http://web.iveco.com/germany/Neufahrzeuge/Pages/elektroantrieb_ecoDaily_elektrik_baureihe.aspx, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- MAN (o. J.):** *Grüner Stadtverkehr heute und morgen - MAN Lion's City Hybrid und MAN TGL Hybrid*. Online verfügbar unter http://www.mantruckandbus.com/mn_group/de/innovationundkompetenz/Alternative_Antriebe/Hybridantrieb.jsp, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Modec (2009):** *Modec Chassis Cab Data*. Online verfügbar unter http://www.modeczev.com/PDFs/MDS-80001-003_ChassisCab_DataSpec.pdf, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- N.N. (13.09.2010):** *Hybrid: Eroberungszug in der Nutzfahrzeug-Liga*. In: Motor-Informationsdienst. Online verfügbar unter http://www.wiso-net.de/webcgi?START=A60&DOKV_DB=ZGEN&DOKV_NO=MID0910130003&DOKV_HS=0&PP=1.
- N.N. (2010):** *Das Problem heißt Batterie. Die Großen forschen, um Akkupacks zu optimieren*. In: Der Tagesspiegel, 18.12.2010, S. M01.
- Pietsch, Thomas (2010):** *Die Zukunft ist elektrisch*. In: LOGISTRA Fuhrpark, Jg. 22, H. 12, S. 15–16.
- Schwegler, Urs (2010):** *Leichte Elektro-LKW bei Feldschlösschen. Schlussbericht zur 1. und 2. Phase des Feldtests*. Online verfügbar unter http://www.e-mobile.ch/pdf/2010/Schlussbericht-Modec_2010.pdf, zuletzt geprüft am 02.05.2011.
- Smith Electric Vehicles (o. J.a):** *Smith Newton*. Online verfügbar unter <http://www.smithelectricvehicles.com/NewtonFullSpecs.pdf>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Smith Electric Vehicles (o. J.b):** *Welcome to Our Range*. Online verfügbar unter <http://www.smithelectricvehicles.com/ourranges.asp>, zuletzt geprüft am 17.05.2011.
- Zeitzen (2007):** Zeitzen, Frank: Klang trifft Farbe in: Lastauto Omnibus: Test, Technik, Trends Nr. 01/ 2007, S. 2-7

Anhang 3: Leergutkennzeichnung

Leergut

Neumarkter Lammsbräu



von Kundennr: _____

Anhang 4: Tagesbericht

Fahrer Name	_____	Lieferdatum	_____
Beifahrer Name	_____	Arbeitsbeginn	_____
Tanken	von _____ bis _____	Arbeitsende	_____
		Pause	von _____ bis _____

Werkstatt	von	bis	Auto- waschen	von	bis	Sonstiges	von	bis

Tour	Beladung		Abfahrt Lager		Ankunft Lager		Entladung	
	von	bis	Uhrzeit	Km	Uhrzeit	Km	von	bis
1								
2								
3								

Tour	Lfs-Nr.	Kd.Nr.	Kunde	Vollgut Gesamt	Leergut Gesamt	Abladezeit Kunde		Davon Wartezeit (min)	Grund
						von	bis		
			Gesamt						
			Paletten						

Unterschrift Fahrer: _____

Unterschrift Beifahrer: _____

Anhang 5: Informationsflyer für Kunden



Ihr Ansprechpartner

Ihr Ansprechpartner Ihres Lieferanten



Weitere Informationen zum Pilotprojekt Grüne Logistik erhalten Sie auf der Homepage der IHK Nürnberg. www.ihk-nuernberg.de/getraenke Logistik

Weitere Ansprechpartner zum Projekt

Ulrich Schaller
IHK Nürnberg für Mittelfranken
Hauptmarkt 25-27
90403 Nürnberg
ulrich.schaller@nuernberg.ihk.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski
Leiter Kompetenzzentrum Logistik
Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg
Fakultät Betriebswirtschaft
Bahnhofstraße 87
90402 Nürnberg
z.H. Daniel Link
daniel.link@ohm-hochschule.de
0911/5880-2861

Teilnehmer und Sponsoren des Modellversuchs



Dieses Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit kofinanziert.

Pilotprojekt zur Vermeidung von Verkehr und Emissionen in Nürnberg Grüne Logistik



Dieses Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit kofinanziert.

Pilotprojekt „Grüne Logistik“

Die Projektpartner

- Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg
- IHK Nürnberg für Mittelfranken
- Stadt Nürnberg
- Coca-Cola Erfrischungsgetränke AG*
- Getränke KARAS
- Neumarkter Lammsbräu
- Tucher Bräu*

Projektziel: Weniger Emissionen und Verkehr bei der Belieferung der Nürnberger Innenstadt durch logistische Optimierung in einer gemeinsamen Kooperation.

Förderung: Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit gefördert.

Weitere finanzielle Unterstützung erhält das Projekt von der IHK Nürnberg für Mittelfranken und der Stadt Nürnberg.

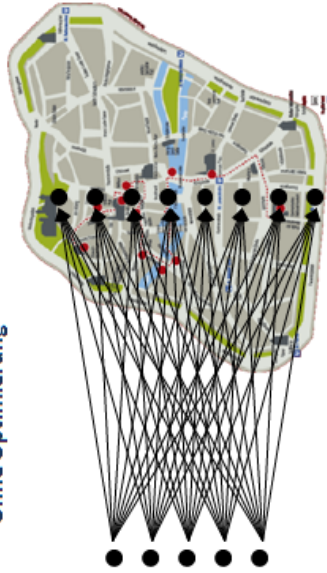
Was bringt es für die Stadt Nürnberg?

- Weniger Verkehr
- Weniger Emissionen
- Keine Umweltzone
- Mehr Lebensqualität

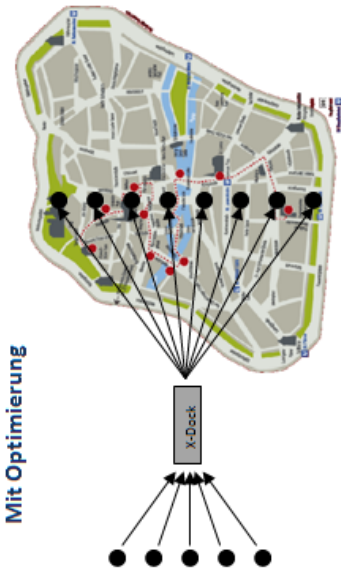
Wie erreichen wir das?

In der Kooperation wird die logistische Optimierung durch Sendungsbündelung und Tourenoptimierung unter Beibehaltung von Service, Qualität und Preis realisiert.

Ohne Optimierung



Mit Optimierung



Was ändert sich für Sie?

... nichts!

- Sie bestellen wie gewohnt bei Ihrem Lieferanten.
- Sie erhalten wie gewohnt Ihre Rechnung von Ihrem Lieferanten.
- Bei Fragen, Wünschen und Problemen wenden Sie sich wie gewohnt an die Ansprechpartner Ihres Lieferanten.
- Für die operative Abwicklung der Auslieferung tauschen die Projektpartner nur die Lieferadresse sowie das Gewicht und die Anzahl der Paletten aus.

Welche Vorteile haben Sie?

- Imagegewinn durch Berichterstattung in den örtlichen Medien und der Fachpresse
- Helfen Sie mit, eine Umweltzone in Nürnberg zu vermeiden und verhindern Sie somit Einschränkungen für Ihre Belieferung und für Ihre Gäste.

* Coca-Cola Erfrischungsgetränke AG und Tucher Bräu nehmen vorerst nicht am Modellversuch teil.

Anhang 6: Kurzanleitung Web-Applikation

Kurzanleitung Internettool Grüne Logistik

Das Internettool zur Erfassung der Aufträge erreichen Sie unter folgender Adresse:

<http://wvs.informatik.fh-nuernberg.de/>

Auf der Willkommenseite geben Sie bitte Ihren Benutzernamen und das Passwort ein. Bei der ersten Anmeldung müssen Sie ein neues Passwort eingeben. Sollten Sie Ihr Passwort vergessen haben, dann senden Sie bitte eine E-Mail an daniel.link@ohm-hochschule.de.





Nach der Anmeldung gelangen Sie auf die Startseite des Tools. Hier haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Aufträge anlegen,
- Aufträge anzeigen,
- Benutzerprofil ändern.



Symbolerklärungen



	Zurück	Sie gelangen auf die zuvor angezeigte Seite
	Startseite	Sie gelangen zurück auf die Startseite
	Benutzerprofil ändern	Sie gelangen in das Menü zum Ändern des Benutzerprofils
	Abmelden	Abmeldung vom Tool und Rückkehr zur Willkommenseite

Aufträge anlegen

Zum Anlegen neuer Aufträge klicken Sie auf der Startseite auf die Schaltfläche Auftrag anlegen. Sie gelangen zur Eingabemaske. Wählen Sie hier zunächst das Lieferdatum aus.

Nach Auswahl des Datums werden die Statusinformationen für die erste Tour angezeigt. Im Feld Kunde können Sie nun die Kundennummer auswählen. Es werden nur die Kundennummern angezeigt, die für Ihr Unternehmen hinterlegt sind.

Nach der Auswahl der Kundennummer werden Ihnen zur Kontrolle die Kundenstammdaten angezeigt (Name und Adresse).

Im Abschnitt Auftragsdaten geben Sie nun bitte das Gewicht in Kilogramm, die Anzahl der Paletten, die Menge in Hektoliter, die voraussichtliche Abladedauer beim Kunden (Fixe Dauer) und die Lieferscheinnummer an. Im Feld Kommentar können Sie weitere Informationen eingeben, wie z. B. Ausnahmsweise bis 10:00 Uhr liefern. Handelt es sich bei dem Auftrag um eine reine Leergutabholung, dann geben Sie bitte als Kommentar „**Leergutabholung**“ ein.

Nach Eingabe der Auftragsdaten können Sie den Auftrag mit der Schaltfläche „Auftrag erstellen“ anmelden.

Sie gelangen nun zur Anzeige der bisher angemeldeten Aufträge. Mit einem Klick auf „Auftrag hinzufügen“ können Sie weitere Aufträge anlegen.

Auftragsnummer	Kundennummer	Kunde	Gewicht	Paletten	Lademeter	Fixe Dauer	Lieferscheinnr	Auslieferdatum	Angelegt am	Kommentar
41	12345678	Mustermann	500	2	4	20	1234567	19.07.2011	19.07.2011 8:52:33	
42	12345678	Mustermann	300	3	0	654	6546546	19.07.2011	19.07.2011 8:55:13	
43	12345678	Mustermann	3000	1	0	50	123456	19.07.2011	19.07.2011 8:55:52	
44	12345678	Mustermann	100	1	1	100	1231587	19.07.2011	19.07.2011 9:47:03	

Sollte die erste Tour bereits voll ausgelastet sein, können Sie über das Drop-Down-Menü im Feld Fahrzeug auf die zweite Tour wechseln.

Grüne Logistik Nürnberg

Auftrag erstellen

Datumsauswahl:

Datum: 19.07.2011 Fahrzeug: N-GL-01 (Tour 1)

Status:

Anzahl Aufträge: 3

bisheriges Gewicht: 3800 Max Gewicht: 5120

Anzahl Paletten: 6 Max Paletten: 15

Lademeter: 4 Max Lademeter: 6

Gewicht in %: 74.21875

Kundendaten:

Kunde: Bitte waehlen

Aufträge anzeigen

Auf der Startseite können Sie auch direkt in die Anzeige der bisher erfassten Aufträge wechseln: Schaltfläche „Aufträge anzeigen“. Über die Datumsauswahl können Sie eine Vorauswahl treffen.

Benutzerprofil ändern

Im Bereich Benutzerprofil ändern können Sie Ihren Benutzernamen und Ihre E-Mailadresse ändern sowie Ihr Passwort.

Hinweise:

Neue Kunden können nur vom Administrator angelegt werden. Wollen Sie einen neuen Kunden aufnehmen senden Sie bitte eine E-Mail an daniel.link@ohm-hochschule.de mit folgenden Angaben:

- Name
- Straße und Hausnummer
- PLZ
- Lieferzeitfenster

Sie können keine Aufträge ändern oder löschen. Senden Sie bitte in diesem Fall eine E-Mail an daniel.link@ohm-hochschule.de

Kontakt bei Fragen:

Daniel Link
Tel.: 0911/5880-2861
E-Mail: daniel.link@ohm-hochschule.de