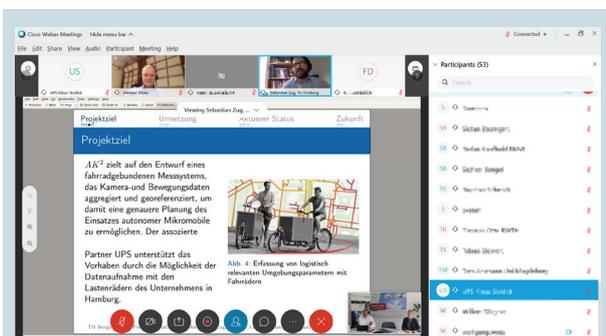


Nachhaltigere Logistik durch smarte Anwendungen

Bericht zum mFUND-Fachaustausch Smarte Logistik, 24. Juni 2020



mFUND-Fachaustausch Smarte Logistik

Am 24.6.2020 nahmen am Fachaustausch Smarte Logistik der mFUND-Begleitforschung des WIK mehr als 50 Fachleute (online) teil. Die Teilnehmer*innen stammten aus logistikbezogenen mFUND-Projekten, Forschungseinrichtungen und Kommunen. In Ergänzung zu den Projektvorträgen stellte ein Logistik-Experte von United Parcel Service Deutschland Herausforderungen der urbanen Logistik und Erfahrungen mit Lösungskonzepten aus der Praxis dar.

Über den mFUND-Fachaustausch

Die mFUND-Begleitforschung des WIK bietet den Projekten mit der Veranstaltungsreihe mFUND-Fachaustausch die Möglichkeit zur Vernetzung und zum Austausch zu Fachthemen. Die Veranstaltungen stehen der interessierten Fachöffentlichkeit offen.

Informationen und aktuelle Termine:

mfund.wik.org

In den Innenstädten konkurrieren Lieferverkehre mit anderen Verkehrsträgern um das knappe Platzangebot. Kommunen stehen vor der Herausforderung, die unterschiedlichen Bedürfnisse von Einzelhändlern, Besuchern, Anwohnern und Gastronomen zu koordinieren. Zusätzlich sind Verkehrsbeschränkungen zu beachten, zum Beispiel aufgrund von Fußgängerzonen oder Umweltauflagen zur Schadstoffreduktion. mFUND-Projekte erforschen aus unterschiedlichen Perspektiven mögliche Lösungen für diese Herausforderungen. Sowohl der Einsatz nachhaltiger Zustellfahrzeuge als auch neue Konzepte für die innerstädtischen Navigation bieten Potenziale für eine nachhaltige und platzsparende Logistik.

Die Zunahme des Lieferverkehrs führt in urbanen Gebieten zunehmend zu Problemen. Auch durch die Covid-19-Pandemie hat der Onlinehandel einen Aufschwung erfahren, sodass ein wachsender Anteil der Verbraucher nicht nur Waren aus den Bereichen Kleidung, Schuhe und Elektronik im Internet bestellt, sondern sich auch Güter des täglichen Bedarfs wie Lebensmittel, Getränke und Drogerieartikel an die Haustür liefern lässt. Der Onlinehandel berichtet von sehr stark steigenden Umsätzen in diesen Bereichen und prognostiziert eine Fortsetzung des Trends.¹

In den Innenstädten konkurriert der Lieferverkehr für einzelne Pakete und Expresssendungen mit dem Lieferverkehr für Einzelhandel und Gastronomie um Ladeflächen und Parkplätze. Angesichts steigender Zulassungszahlen von Pkw wächst der Parkdruck

¹ Siehe bevh (2020), E-Commerce-Plus von 9,2 Prozent im 1. Halbjahr 2020 – dauerhaft mehr E-Commerce beim „Täglichen Bedarf“, Pressemitteilung vom 5.7.2020.

im öffentlichen Raum, was potenziell zu Interessenkonflikten mit Anwohnern führt. Dieselbetriebene Lieferfahrzeuge lassen die Belastung mit Stickoxiden und Feinstaub weiter steigen; Kommunen sind gefordert, für die Einhaltung der Grenzwerte zu sorgen.

mFUND-Projekte erarbeiten Lösungen für diese Herausforderungen in zwei grundsätzlichen Richtungen: Erstens entstehen Konzepte für nachhaltigere Logistikprozesse, die in Zusammenarbeit von Kommunen und Logistikunternehmen umgesetzt werden. Zweitens entwickeln mFUND-Projekte spezialisierte Lösungen für definierte Anwendungsfälle in der Logistik, insbesondere für effizienteres Routing und Navigation.

Zusammenarbeit von Kommunen und Logistikern

Aus Sicht der Kommunen ist die Entwicklung von Logistikkonzepten zur Lösung dieser Herausforderung nicht nur ein Teil der lokalen Wirtschaftsförderung, sondern auch eine Möglichkeit, staubelastete Innenstädte für Bürgerinnen und Bürger sowie Besucher attraktiver zu gestalten. Der öffentliche Diskurs um Emissionen und Umweltauflagen hat zu einem steigenden Bewusstsein bei kommunalen Planern geführt und Konzepten für smarte innerstädtische Logistik neuen Schwung verliehen. Die Bandbreite der Ansätze für eine smarte Citylogistik ist groß, wie auch die Vielfalt der geförderten mFUND-Projekte in diesem Gebiet zeigt. Die Umstellung auf Lieferfahrzeuge mit nachhaltigem Antrieb ist ein wesentlicher Bestandteil von smarten Logistikkonzepten. Hierbei sind vor allem Fahrradlogistik und Elektrofahrzeuge zu nennen. Im Logistikbereich ist oft eine Kombination dieser beiden Möglichkeiten zu finden, da sich die Zuladung von Zustellfahrrädern durch einen elektrischen Zusatzantrieb wesentlich steigern lässt.

Im Praxisvortrag von United Parcel Service (UPS) erläuterte Klaus Stodick, zuständig für Citylogistik, dass je nach Hersteller und Modell eine Zuladung bis zu einer halben Tonne (inkl. Fahrergewicht) möglich ist. Die Zustellung mit Lastenrädern bietet dabei Vorteile sowohl für das Zustellunternehmen als auch für die Kommune und Anwohner. Logistikunternehmen profitieren davon, dass Lastenräder ortsunabhängig

auch in Fußgängerzonen eingesetzt werden können, und weniger Ladeflächen bzw. Parkplätze benötigt werden, die für große Transporter notorisch knapp sind. Damit reduziert sich zugleich Parksuchverkehr, was sowohl zeitliche Ersparnis als auch geringere Treibstoffkosten bedingt. Für Kommunen, Anwohner und Einzelhandel sind die Vorteile der Lastenradzustellung direkt spürbar, durch die Reduktion von Emissionen (Lärm, Schadstoffe), weniger Verkehr und Entlastung bei Park- und Ladeflächen. Berechnungen von UPS zufolge konnte der Expreslogistiker bei seinem City-Logistik Projekt Frankfurt/M. mehr als 21 t CO₂ pro Jahr einsparen.

Fahrzeugeinsatz beim UPS City-Logistik Projekt Frankfurt/M.

Vorher	
Fahrzeuge	4 Fahrzeuge > 3,5 tonnen
Mitarbeiter	4 Fahrer / 2 Helfer
Kilometer	80 km täglich in der Innenstadt

Nachher	
Fahrzeuge	1 LKW + Container 2 Cargo Cruisers 2 Pedelecs
Mitarbeiter	4 Fahrer / 2 Helfer
Performance Cargo Cruiser:	25 – 40 km täglich
Pedelecs:	15 – 20 km täglich
Zu Fuß:	5 km täglich

Vortrag von Klaus Stodick, UPS Deutschland

Ähnliche Projekte in Kooperation von Logistik- oder Zustellunternehmen entstehen derzeit auch in anderen deutschen Städten. Auch innerhalb des mFUND gibt es weitere Fahrradlogistikprojekte, die an Anwendungen zum effizienteren Einsatz von Lastenradzustellung arbeiten, zum Beispiel „[Urbane Mobilitäts- und Logistkdienste durch flexibles und datenbasiertes Parkraummanagement](#)“ (Park_up) und „[Intelligentes Routen- und Auftragsmanagement für urbane Lastenradverkehre](#)“ (SmartRadL).

An alternativen Konzepten für die Belieferung von urbanen Fabriken arbeitet das mFUND-Projekt ZAUF (s. Infobox). Eine Gemeinsamkeit mit Fahrradlogistikprojekten besteht darin, die Empfänger – in diesem Projekt urbane Fabriken – von einem zentralen Punkt aus mit nachhaltigeren Zustellfahrzeugen zu beliefern. Damit berücksichtigt das Projekt nicht nur die oft im Fokus der Diskussion stehenden Zustellverkehre für Paket- und Expresssendungen, sondern auch weitere innerstädtische Logistikver-

Projektidee

Zentrale Anlieferung von urbanen Fabriken nach dem Hub-and-Spoke Konzept

Dezentrale Anlieferung durch Unternehmen
Entkopplung am Verteilzentrum
Zentrale Anlieferung von Fabriken

Technische Universität Braunschweig | 24.06.2020 | Alexander Karl | mFUND-Fachkolloquium Smarte Logistik | Seite 13 | Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik **WfT**

Vortrag von Alexander Karl, TU Braunschweig

Konzeption und Machbarkeitsuntersuchung einer zentral gesteuerten Belieferung von urbanen Fabriken (ZAUF), Vortrag von Alexander Karl, TU Braunschweig

Produktionsstandorte in urbanen Räumen sind z.T. durch die Stadtentwicklung bedingt (historischer Standort außerhalb der Stadt, aber durch Flächenwachstum eingemeindet), z.T. eine bewusste Standortentscheidung aufgrund der Nähe zu z.B. Kunden/Zielgruppen oder Mitarbeitern. In beiden Fällen haben urbane Fabriken mit den Herausforderungen durch dichten Verkehr zu kämpfen und tragen zudem selbst zur Verkehrs- und Schadstoffbelastung der Städte bei.

Im Projekt wird ein Konzept für die zentral gesteuerte Belieferung urbaner Fabriken entwickelt, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Das aus der Paketbranche bekannte Hub-and-Spokes-Modell mit einem zentralen Umschlagplatz (*hub*) und vielen Speichen (*spokes*) für die Belieferung dient als Referenz.

Das Konzept soll mittels einer Simulationsstudie validiert werden. Dabei sollen sowohl die Vorteile für das Unternehmen als auch für die Kommune in Form von geringerer Verkehrs- und Umweltbelastung berücksichtigt werden.

[Mehr Informationen zu ZAUF](#)

kehre, die einen großen Anteil am gesamten Wirtschaftsverkehr haben.

Jedoch gibt es bisher noch eher selten Erfahrungsaustausch zwischen verschiedenen Kommunen bei der Planung und Umsetzung von nachhaltigen Logistikkonzepten. Hier besteht ein großes Potenzial für Kommunen, von den Erfahrungen anderer Städte zu profitieren. Erprobte und erfolgreiche Konzepte sollten für andere Städte zugänglich gemacht und aktiv beworben werden.² Darin sollten Empfehlungen für

² Rund um das Thema Smarte Logistik und City-Logistik ist eine breite Beratungslandschaft für kommunale Akteure entstanden. Auch unabhängige Institute wie das Deutsche Institut für Urbanistik bieten Workshops, Weiterbildungen und Veröffentlichungen zu diesem Themenschwerpunkt an.

Kommunen enthalten sein, wie geeignete Strukturen in der Kommunalverwaltung geschaffen werden können, damit City-Logistikkonzepte effektiv umgesetzt werden können. Dazu gehört beispielsweise die Benennung von Ansprechpartnern in den Kommunen, die klare Regelung ihrer Zuständigkeiten, Kompetenzverteilung und ggf. Genehmigungsverfahren bei den Kommunen. Zudem sollten die Vorteile von City-Logistik anhand von *best practices* und in geeigneter Form kommuniziert werden, um die Verbreitung zu fördern.

Smartes Routing und Navigation

Unabhängig von der Art des Wirtschaftsverkehrs, wie Zustellung von Einzelsendungen, Gastronomiebelieferung oder Produktionslogistik, erarbeiten mFUND-Projekte Methoden und Anwendungen, um das Routing und die Navigation dieser Verkehre effizienter zu gestalten. Dabei sind Zufahrtsbeschränkungen für bestimmte Verkehre zu definierten Zeiten ein spezifisches, aber nicht zu unterschätzendes Problem, das große Auswirkungen auf die Transportzeit haben kann.

Zeitabhängige Zugangsbeschränkungen sind insbesondere üblich in Fußgängerzonen von Innenstädten, aber auch bei z.B. Schließzeiten von Brücken oder Tunneln. Im Kontext von Umweltauflagen gewinnen Zugangsbeschränkungen für Liefer- oder Lastverkehre an Bedeutung. Das mFUND-Projekt AK² (siehe Infobox) hat eine funktionsfähige Open-Source-Anwendung entwickelt, die es Logistikunternehmen ermöglicht, solche zeitabhängigen Beschränkungen bei der Routenplanung und Navigation zu berücksichtigen.

Für den Einsatz von autonomen (Kleinst-)Fahrzeugen in der innerstädtischen Logistik erfasst das Projekt TARDUR (siehe Infobox) Daten zur Untergrundbeschaffenheit und möglichen Hindernissen. Diese Daten sind nicht nur bei der Zustellung von Paketen bis an die Haustür von Bedeutung, sondern auch zukünftig beim Einsatz von autonomen Fahrzeugen jeglicher Art.

Projektziel Umsetzung Aktueller Status Zukunft

... und die verfügbaren OSM Daten



Abb. 3: Screenshot des OSM Editors mit dem zugehörigen Track



Abb. 4: Horizontale Hindernisse

TU Bergakademie Freiberg | Institut für Informatik | Zug, Plank | AK² | Freiberg | 23. Juni 2020

Vortrag von Prof. Dr. Sebastian Zug, Technische Universität Freiberg

Automatisierte, multilayer Kartierung von urbanen Arealen für autonome Kleinfahrzeuge (AK²), Vortrag von Prof. Dr. Sebastian Zug, Technische Universität Freiberg

Ein mögliches Einsatzgebiet für autonome Fahrzeuge ist die Zustellung von Sendungen auf der letzten Meile bis zum Empfänger. Dabei sind Mikromobile, d.h. sehr kleine Fahrzeuge mit einer Ladungskapazität von einer oder wenigen Sendungen denkbar, die im Gegensatz zu größeren Fahrzeugen bis an die Haustür gelangen können. Ihr Einsatz in der Praxis setzt voraus, Mikromobile in der Verkehrsinfrastruktur, also den Rad- und Fußwegen, sicher navigieren zu können. Wegen der geringen Größe schränken Bordsteine, Schwellen, Schlaglöcher oder Treppen diesen Bewegungsraum aber ein. Die notwendigen Informationen sind bisher nicht oder nicht vollständig in Open-Source-Karten vorhanden, was die großflächige Planung entsprechender Anwendungen erschwert.

Das Projekt zielt darauf, eine prototypische Werkzeugkette für die Erfassung der relevanten Informationen wie Untergrundbeschaffenheit, Breite der Wege, Existenz von Hindernissen zu definieren. Dafür entsteht eine Messbox, die mit verschiedenen Sensoren die notwendigen Daten erfasst und mit Positionsinformationen versieht. In einem ersten Schritt findet die Aufbereitung dieser Daten und die Zuordnung der aufgezeichneten Informationen zu Straßen- und Wegsegmenten statt. Darauf aufbauend werden die avisierten Eigenschaften extrahiert und nach OSM zurückgeschrieben. Damit lassen sich zukünftig Routenplanungen für die letzte Meile zugeschnitten auf bestimmte Robotertypen realisieren.

Der Projektpartner UPS setzt diese Sensorbox an seinen Lastenrädern in Hamburg ein, zusätzlich werden Informationen durch Freiwillige in Freiberg, Magdeburg, Braunschweig und Dresden gesammelt.

[Mehr Informationen zu AK²](#)



cycleway	shared
highway	secondary
lanes	2
lit	yes
maxspeed	50
name	Sierichstraße
oneway	reversible
oneway:conditional	yes @ (12:00-04:00); -1 @ (04:00-12:00)
sidewalk	both
surface	asphalt

Vortrag von Michael Zilske, GraphHopper GmbH

Temporal Access Restrictions for Dynamic Ultra-Flexible Routing / Routing mit zeitabhängigen Zugangsbeschränkungen (TARDUR), Vortrag von Michael Zilske, GraphHopper GmbH

Bei der Routenplanung werden zeitliche Einschränkungen für den motorisierten Verkehr oder in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp bisher kaum berücksichtigt. Insbesondere für den Lieferverkehr in Innenstadtlagen sind solche Zugangsbeschränkungen weit verbreitet, z.B. in Form von uhrzeitabhängigen Durchfahrtsverboten für Lkw oder motorisierten Verkehr. Das Projekt TARDUR wertet diese zeitabhängigen Verkehrsbeschränkungen aus und entwickelt einen Algorithmus, um diese Informationen in die Routenplanung für Logistik- und Zustellunternehmen zu integrieren.

Eine Herausforderung im Projekt ist es, die Zugangsbeschränkungen während der Routennavigation laufend zu berücksichtigen. Standardmäßig werden zeitliche Zugangsbeschränkungen allenfalls zum Zeitpunkt der Routenberechnung berücksichtigt, aber nicht dynamisch angepasst um die Rechenzeit gering zu halten. Ist also z.B. bei der Routenberechnung um 7 Uhr morgens eine Straße für Lkw freigegeben, würde in anderen open-source-Diensten die Route so geplant, als wenn das Fahrzeug unmittelbar die fragliche Straße passieren würde. Die im Rahmen von TARDUR entwickelte Lösung berücksichtigt aber den voraussichtlichen bzw. realen Zeitpunkt der Durchfahrt und kann damit auch zeitliche Beschränkungen bei der Routenempfehlung abbilden. Der entwickelte Algorithmus basiert auf Open-Source-Software und ist kostenlos nutzbar ([hier geht es zur Anwendung](https://www.graphhopper.com/blog/2020/02/26/time-dependent-restrictions/)). Eine Erläuterung am Beispiel des Hamburger Elbtunnels mit einer Beschränkung für Gefahrguttransporte tagsüber ist hier zu finden: <https://www.graphhopper.com/blog/2020/02/26/time-dependent-restrictions/>

Mehr Informationen zu [TARDUR](#)

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH

Rhöndorfer Str. 68

53604 Bad Honnef

Deutschland

Tel.: +49 2224 9225-0

Fax: +49 2224 9225-63

eMail: [info\(at\)wik.org](mailto:info(at)wik.org)

www.wik.org

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations Nr.	DE 123 383 795

Im Rahmen der Forschungsinitiative mFUND fördert das BMVI seit 2016 Forschungs- und Entwicklungsprojekte rund um datenbasierte digitale Anwendungen für die Mobilität 4.0. Neben der finanziellen Förderung unterstützt der mFUND mit verschiedenen Veranstaltungsformaten die Vernetzung zwischen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Forschung sowie den Zugang zum Datenportal mCLOUD.

Weitere Informationen unter www.mfund.de

Die **mFUND-Begleitforschung des WIK** unterstützt die effiziente und effektive Umsetzung des Förderprogramms. Mehr Informationen unter mfund.wik.org und [@WIKnews](https://twitter.com/WIKnews)

