

LogIKTram

Konzepte für den regionalen Gütertransport per Stadtbahn

Der Anstieg des urbanen Verkehrs belastet zunehmend die Anwohner, die Nutzer der Infrastruktur sowie die Umwelt. Während für die Personenbeförderung die Straßenbahnen eine Entlastung bieten, existieren für den innerstädtischen Logistikverkehr keine passenden Angebote. Aus diesem Grund verfolgt das Projekt LogIKTram das Ziel, den Logistikverkehr mit einer Gütertram auf die Schiene zu verlagern. Hierfür werden ein Logistikkonzept sowie verschiedene Planungsmodelle entwickelt, die eine vereinfachte Nutzung erlauben.

The increase in urban traffic is affecting residents, infrastructure users and the environment. While trams offer relief for passenger transport, there are no suitable offers for inner-city logistics. For this reason, the LogIKTram project is pursuing the goal of shifting logistics traffic to rail using a freight tram. For this purpose, a logistics concept and various planning models, that allow simplified use, are being developed.

Der Anstieg des Verkehrs in urbanen und suburbanen Räumen belastet zunehmend die Anwohner, die Nutzer der Infrastruktur sowie die Umwelt [1–3]. Aus diesem Grund setzen viele Großstädte im Personennahverkehr auf Straßenbahnen oder U-Bahnen, weil sie ein vergleichsweise schnelles Vorankommen garantieren [4] sowie eine gute Umweltbilanz aufweisen [5]. Für den innerstädtischen Logistikverkehr existieren jedoch meist keine passenden Angebote, obwohl gerade der Lieferwagenverkehr im Vergleich zu den anderen Transportarten in der restlichen Logistikkette hohe Kosten und eine schlechte Umweltbilanz aufweist. Der steigende politische und gesellschaftliche Druck für einen nachhaltigen Verkehr steigert jedoch zunehmend das Interesse der Logistikunternehmen an nachhaltigen Konzepten, wodurch sich ein potenziell historisches Zeitfenster bietet, schienenbasierte Gütertransport auch in die regionale Logistik zu integrieren.

Das Projekt LogIKTram verfolgt vor diesem Hintergrund das Ziel, den städtischen und regionalen Güterverkehr mit einer Gütertram von der Straße auf die Schiene zu verlagern. Als Anwendungsfall wird hierbei die Stadt Karlsruhe sowie die über das Schienennetz angeschlossene Umgebung betrachtet. Dieses bietet aufgrund der Zweisystemstadtbahn optimale Voraussetzungen, da die Straßenbahnfahrzeuge sowohl im Straßenbahnnetz als auch auf dem Schienennetz der Deutschen Bahn genutzt werden können. Hierdurch kann

ein sehr großes Gebiet in der Region erreicht werden. Da bisherige Systeme der Logistikdienstleister meist nur auf Straßentransporte ausgelegt sind und logistische Planung in den Systemen der Betreiber des Personennahverkehrs nicht vorgesehen sind, werden entsprechende Konzepte, Modelle sowie Softwaremodule benötigt. Um die bestehenden Systeme entwickeln die Projektpartner daher gemeinsam ein passendes Logistikkonzept, ein Planungs- und Betreibermodell, einen Prototyp einer Gütertram, eine IKT-Plattform zum softwareseitigen Betrieb der Gütertram sowie verschiedene Simulationsmodelle zur Bewertung des Gesamtkonzepts. Die Hochschule Offenburg verantwortet dabei die Erstellung des Logistikkonzepts sowie die Umsetzung der notwendigen Funktionalitäten für Spediteure und Versender in der IKT-Plattform.

Logistikkonzept

Die Grundlage des Logistikkonzepts stellt dabei eine Recherche potenzieller Nutzer der Gütertram dar. Hierdurch konnten verschiedene Kundengruppen und Branchen wie beispielsweise Paketdienstleister, Stückgutspeditionen und der Lebensmittelhandel als mögliche Nutzer identifiziert werden. Zusammen mit verschiedenen Logistikpartnern der Hochschule konnten für diese möglichen Nutzer sowohl entsprechende Anforderungen als auch Transportbedarfsmengen im Stadtgebiet ermittelt werden. Dabei konnte ein hoher Zeit- und Kostendruck für alle möglichen



Ingo Dittrich
Prof. Dr.-Ing.

Fakultät W
Spedition, Transport und Verkehr, Lager- Distributionslogistik, Qualitätsmanagement



Jonas Ziegler
M.Sc.

Fakultät W, Institut IMLA,
Forschungsgr. Digital Supply Chain
Akademischer Mitarbeiter
Projekt LogIKTram



Theo Lutz
Prof. Dr.-Ing.

Fakultät W, Institut IMLA,
IDeP, Forschungsgr. Digital
Supply Chain
Wirtschaftsinformatik, Betrieb-
liche Informationssysteme,
Informationsmanagement



Michelle Menzer
B.A.

Fakultät W
Akademische Mitarbeiterin
MA. Projekt LogKTram

Nutzer festgestellt werden. Aus diesem Grund werden die Transporte meist auf der Straße, teils sogar mit eigenen Fahrzeugflotten durchgeführt. Dies bietet insbesondere für Paketdienstleister enorme Vorteile, da die benötigte Flächenverteilung mit der Bahn alleine nicht möglich ist. Um diese Herausforderungen zu lösen, wurden in verschiedenen Projekten bereits unterschiedliche Ansätze angedacht. So testete die Stadt Dortmund zusammen mit Amazon, DPD, GLS und UPS im Jahr 2021 ein Konzept mit Mikrodepots. Diese wurden von den Logistikzentren außerhalb der Stadt beliefert und von dort aus die Feinverteilung mit Lastenrädern durchgeführt [6]. Auch in Schwerin wird seit Ende Oktober 2022 von der DHL eine dedizierte Tram Linie, die nur Güter und keine Personen transportiert, genutzt, um Packstationen an drei Haltestellen täglich mit rund 450 DHL-Paketsendungen zu beliefern. Eine Flächenverteilung mit dem Lastenrad erfolgt im Unterschied zu Dortmund jedoch nicht [7]. Auch im Ausland wurden bereits unterschiedliche Ansätze getestet, so beispielsweise in Paris mit dem Hôtel logistique Chapelle International. Hierbei handelt es sich um einen Gebäudekomplex in Paris, der neben einem Fitnesscenter, Restaurant, Büros und einem Großmarkt auch ein 15.200 m² großes Terminal mit Brückenkränen und Lagerfläche enthält, die die schienenseitige Anlieferung von Großbehältern sowie den Umschlag auf Lkws erlaubt. Hierdurch können vier Züge je 60 Container bis in die Pariser Innenstadt transportieren, was rund 500 LKW-Fahrten am Tag einspart [8]. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde in Zusammenarbeit mit Experten der DB Engineering & Consulting sowie durch Unterstützung von verschiedenen studentischen Arbeitsgruppen und Abschlussarbeiten im Studiengang Betriebswirtschaft/Logistik und Handel der Hochschule Offenburg ein modulares Logistikkonzept entwickelt. Dieses erlaubt eine variable Anpassung der Gütertram an die unterschiedlichen Kundenanforderungen. Das Logistikkonzept ermöglicht hierdurch nicht nur die Nutzung unterschiedlicher Ladeeinheiten und Belademethoden, sondern auch unterschiedliche Transportmodi wie die Nutzung eines reinen Güterverkehrs in einer dedizierten Tram oder den kombinierten Transport von Gütern und Personen in einer Tram. Auch wurden Möglichkeiten zur Flächenverteilung durch einen weiteren Zwischenumschlag und die Nutzung von Lastenrädern für die letzten Transportkilometer zum Ziel berücksichtigt.

Planungsmodelle

Anhand des Logistikkonzeptes wurden für die Planung und Durchführung der entsprechenden Gütertransporte mit der Tram zwei Planungsmodelle entworfen. Das operative Planungsmodell, dessen Planungshorizont sich auf wenige Tage beschränkt, plant für eingehende Transportanfragen die drei Transportbestandteile Vor-, Haupt- und Nachlauf. Als Vorlauf wird der Transport zur Gütertram bezeichnet, während der Hauptlauf den Transport mit der Gütertram und der Nachlauf den Transport von der Gütertram zum eigentlichen Ziel beschreibt. Das eigens entwickelte operative Planungsmodell ermöglicht dabei die gemeinsame Transportplanung unter Berücksichtigung der im Schienennetz üblichen festen Transportverbindungen und Fahrpläne. Zusammen mit einem Wirtschaftlichkeitsmodell für die einzelnen Verkehrsträger kann im operativen Planungsmodell so für jede Transportanfrage entsprechende Transportkapazitäten angeboten und die Kosten gegenüber einem Straßentransport berechnet werden. Die Umsetzung der Hauptlaufplanung und Buchung über die IKT-Plattform mit einem eigenen Datenformat ermöglicht dabei für alle Transportkunden eine vereinfachte Nutzung der Gütertram. Die interne Abstimmung aller Beteiligten der Gütertram, wie beispielsweise den Logistikdienstleister, dem Bahnverkehrsunternehmen, dem Umschlagsplatzbetreiber etc., wird über vordefinierte Abläufe in der IKT-Plattform organisiert.

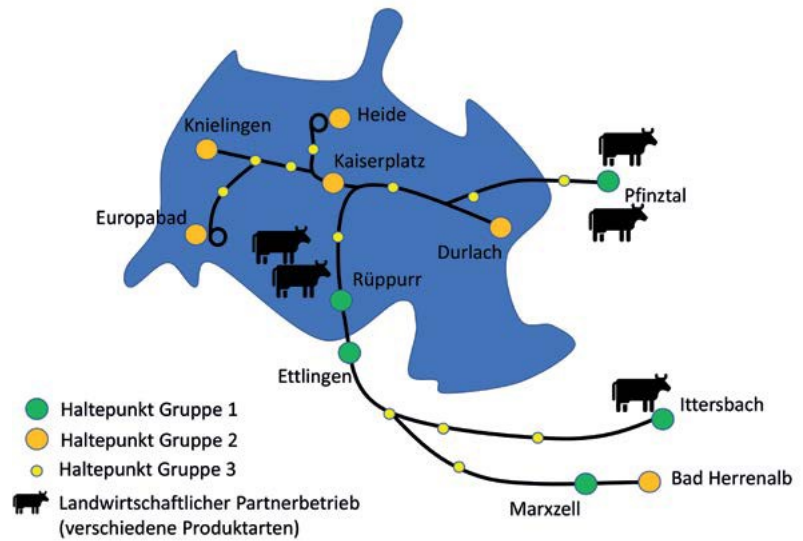
Im taktischen Planungsmodell werden die Punkte der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, der Planung mit festen Transportverbindungen und Fahrplänen sowie den beschränkten Transport- und Lagerkapazitäten erneut aufgegriffen und für Zeiträume größer als sechs Monate betrachtet. Dies ermöglicht dem Betreiber der Gütertram anhand eines automatisierten Modells zur generellen Transportbedarfsbestimmung die Auslastung einzelner Linien zu prognostizieren sowie eine allgemeine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der verschiedenen Strecken und Umschlagplätze vorzunehmen. Hierdurch kann mittelfristig die Planung der Linien und Fahrpläne modellbasiert unterstützt werden, sodass neben dem Personennahverkehr auch die Bedürfnisse des Güterverkehrs wie beispielsweise gute Wirtschaftlichkeit, Flexibilität und kurze Transportwege berücksichtigt werden können. Auch für langfristige Entscheidungen wie strategische Investitionen in Haltestellen zur Erschließung von Umschlag-

plätzen kann das taktische Planungsmodell genutzt werden, indem Algorithmen zur Standortwahl in das Modell eingebunden werden. Das taktische Planungsmodell bietet dabei sowohl die Möglichkeit, eigene Angaben und Daten als auch öffentliche Quellen für Fahrpläne, Transportbedarf etc. zu nutzen. So können beispielsweise sowohl das Schienen- und Straßennetz als auch Standorte von Postkästen, Paketstationen und dem Lebensmittelhandel vollständig aus OpenStreetMap bezogen werden. Auch die Angaben zu Fahrplänen und Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs sind dank des internationalen Standards GTFS standortübergreifend im selben Format verfügbar, sodass eine Übertragbarkeit auf andere Städte und Regionen problemlos ohne größere Anpassungen möglich ist.

Hofladentram

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Punkten des Logistikkonzepts wurden im Rahmen der Entwicklung auch einige weitere Ansätze untersucht. Der am weitesten entwickelte Ansatz ist dabei die Hofladentram. Dieser Ansatz kombiniert den Anspruch nach regional erzeugten Lebensmitteln mit dem Wunsch nach klimafreundlichen Transporten. Bisher müssen Konsumierende für den Erwerb von regionalen Lebensmitteln teils weite Strecke im Individualverkehr zu verschiedenen Hofläden zurücklegen. Um den Anreiz ihres Angebotes zu erhöhen, tauschen daher einige Hofläden ihre Produkte untereinander aus und liefern sie an lokale Geschäfte und Restaurants. Vor diesem Hintergrund entstand die Idee der Hofladentram. Hierbei soll die Tram sowohl zum Transport und Austausch der regionalen Produkte dienen, als auch als mobiler Verkaufsstand genutzt werden. Dafür wurden von studentischen Arbeitsgruppen mehrere mögliche Standorte im Karlsruher Schienennetz identifiziert, die dabei teils nahe an Wohngebieten, jedoch auch bis zu 50 km von der Karlsruher Innenstadt entfernt sind. Die Standorte lassen sich entsprechend ihrer Funktion in drei Gruppen unterteilen (Abb. 1).

Die erste Gruppe liegt nahe an Hofläden und Produzierenden regionaler Produkte. Bei Standorten dieser Gruppe hält die Tram für mehrere Stunden auf Abstellgleisen und Überholbahnhöfen, sammelt regionale Produkte nahe gelegener Produzierende ein, verteilt bereits eingesammelte Ware an nahe gelegene Hofläden und nutzt die Haltezeit für einen Verkauf der Waren aus der Tram heraus. Bei der zweiten Gruppe handelt es wie bereits bei der



ersten Gruppe um Abstellgleise und Überholbahnhöfen, die einen mehrstündigen Aufenthalt erlauben, jedoch liegen diese Standorte nahe an Wohngebieten. Hier wird der mehrstündige Aufenthalt der Tram ebenfalls für den Verkauf der Waren genutzt sowie nahe gelegene Geschäfte und Restaurants mit einem in der Tram mitgeführten Lastenrad beliefert. Standorte der dritten Gruppe erlauben keine längere Haltezeit, können jedoch mit einem Kühlterminal ausgestattet werden. Während des kurzen Aufenthaltes der Tram werden die einzelnen Fächer des Kühlterminals jeweils mit einer Zusammenstellung unterschiedlicher Ware bestückt, sodass Kundinnen und Kunden diese vor Ort abholen können. Bei der Zusammenstellung kann es sich dabei sowohl um standardmäßige Kombinationen handeln, die online angeboten werden, als auch um Bestellungen, die im Vorfeld der Belieferung der Stationen telefonisch oder online getätigt und in der Bahn individuell zusammengestellt wurden. Die Kühlterminals ermöglichen so trotz der kurzen Haltezeit eine Anpassung an die zeitlichen Bedürfnisse der Kundschaft, was die Attraktivität derartiger Standorte steigert. Über die geografische Annäherung an die städtische Kundschaft wird zudem das Einzugsgebiet und die Attraktivität des Angebots gegenüber regulären Hofläden vergrößert.

Abb. 1: Konzeption Hofladentram im Raum Karlsruhe (Thesis Jana Neumann, LH, 2022, eigene Darstellung)

Zusätzlich zur Standortbestimmung entwickelten die Studierenden der Hochschule Offenburg auch ein Konzept für den Innenraum der Tram. Neben reinen Lagerflächen zum Transport und Austausch der Waren zwischen den Hofläden (siehe Abb. 2) verfügt die Tram auch über einen eigenen Verkaufsraum mit Regalen und Kassen, in dem sich die Kundschaft ihren Einkauf selbst zusammenstellen kann (siehe Abb. 3). Dabei sind sowohl der

Verkaufsraum als auch die reinen Lagerflächen nicht auf regionale Produkte beschränkt, sodass auch der Transport von leichtem Stückgut, Paketen sowie der Verkauf von Backwaren ermöglicht wird. Dies wirkt sich auch positiv auf die Rentabilität aus, sodass entsprechende Kalkulationen bereits ab 12 Kaufinteressierten pro Stunden eine wirtschaftliche Tragfähigkeit der Hofladentram feststellten. Eine von Frau Maren Schmitt (LH) im Rahmen ihrer Thesis durchgeführten ausführlichen Befragung der Einwohner im Raum Karlsruhe, an der sich fast 1.000 Personen beteiligten, ergab zudem ein sehr großes Interesse an dem Konzept.

Ausblick

Im weiteren Projektverlauf werden das Logistikkonzept und das Planungsmodell iterativ weiterentwickelt. Zudem werden die bestehenden Softwarelösungen der Projektpartner in die IKT Plattform integriert und dieses finalisiert. Zusammen mit der vom KIT und anderen Beteiligten entwickelten Hardware wird dies für einen Testbetrieb des Demonstrators genutzt, womit die Machbarkeit und der Nutzen der Gütertram in Karlsruhe gezeigt werden.



Das Vorhaben LogK-Tram wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags unter dem Förderkennzeichen 01ME20008D gefördert.



Abb. 2: Simulation Frachtraum auf Basis eines realen Stadtbahn-Fahrzeugs der AVG Karlsruhe (Projektseminar BW/Logistik und Handel SS2022)



Referenzen/References:

- [1] C. Thaller, M. Telake, U. Clausen, B. Dahmen und B. Leerkamp, „KEP-Verkehr in urbanen Räumen“ in Innovative Produkte und Dienstleistungen in der Mobilität, H. Proff und T. M. Fojcik, Hg., Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017, S. 443–458, doi: 10.1007/978-3-658-18613-5_28
- [2] M. Zych, „Identification of Potential Implementation of the Cargo Tram in Warsaw: A First Overview“, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Jg. 151, S. 360–369, 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.10.034
- [3] S. Behrends, „The Urban Context of Intermodal Road-Rail Transport – Threat or Opportunity for Modal Shift?“, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Jg. 39, S. 463–475, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.03.122
- [4] K. Kurpuweit, „Stau-Statistik: In Berlin ist der Nahverkehr schneller als das Auto: Wie lange Berlins Autofahrer jährlich im Stau

stehen, beurteilen zwei Studien sehr unterschiedlich. Mit BVG und S-Bahn kommt man wohl flotter ans Ziel.“, *Der Tagesspiegel*, 23. Feb. 2017, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/in-berlin-ist-der-nahverkehr-schneller-als-das-auto-6617002.html>. Zugriff am: 27. Februar 2023

[5] T. 6. Umweltbundesamt, Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0> (Zugriff am: 27. Februar 2023)

[6] Stadt Dortmund, Das Mikrodepot am Ostwall. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/verkehr/emissionsfreie_innenstadt/mikrodepot_am_ostwall/index.html (Zugriff am: 9. März 2023)