
RADLOGISTIK ALS ANWENDUNGSGEBIET FÜR DIGITALE SPRACHASSISTENTEN – EIN DISKUSSIONSBEITRAG

Matthias Busch¹, Malte Kania², Tom Assmann², Ingo Siegert¹

¹Mobile Dialog Systems, Institute for Information Technology and Communications,

²Institute of Logistics and Material Handling Systems,
Otto von Guericke University Magdeburg, Germany
(firstname.lastname)@ovgu.de

Abstract: Der Einsatz von Lastenrädern ermöglicht Anbietern von Kurier-Express- und Paketdienstleistungen (KEP) insbesondere im urbanen Raum eine Alternative zur klassischen Fahrzeugflotte mit leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5t zGG (z.B. Sprinter). Im Rahmen des Electric Adaptive Autonomous Smart deliverY (Eaasy) System Projekts wird ein adaptiv autonomes Lastenrad mit sprachgesteuerter Come With-Me (CWM) Funktion entwickelt. Das Come With-Me Cargobike (CWM-Bike) soll für Zusteller:innen die Flexibilität von Lastenrädern mit ihren ergonomischen Vorteilen und schlanken Zustellprozessen mit Lösungen wie autonom folgenden Robotern verbinden. Zur Unterstützung der Nutzbarkeit des CWM-Bikes wird eine sprachgesteuerte Schnittstelle (Voice User Interface (VUI)) bereitgestellt.

Von der Bereitstellung dieser VUI ausgehend exploriert diese Arbeit, welche Potenziale der Einsatz von Sprachtechnologie für den Last-Mile-Zustellprozess mit (adaptiv autonomen) Lastenrädern bietet. Vor allem in Anbetracht einer zunehmenden Digitalisierung von Arbeitsabläufen der KEP Dienstleister bietet der Einsatz von Sprachtechnologie vielversprechende Lösungsansätze für die Unterstützung der Zusteller:innen. Neben einer alternativen Schnittstelle für bereits vorhandene IT-Systeme können VUIs gerade bei der Erstellung und Verwaltung einer unternehmensweiten expliziten Wissensbasis unterstützen, indem Zusteller:innen implizites Wissen, wie Blockaden des Fahrweges sowie relevante Informationen zu einzelnen Zustellpunkten per Sprache dokumentieren.

1 Hintergrund

Getrieben durch ein stetiges Wachstum des Onlinehandels [1] und der damit verbundenen Erhöhung der Sendungsmengen [2, 3] stellt der Güterverkehr der KEP-Branche urbane Agglomerationsräume zunehmend vor umfangreiche ökologische und ökonomische Herausforderungen [4, 5, 6]. Vor allem in innenstadtnahen Gebieten, in denen aufgrund der hohen Dichte an Bewohner:innen, Bebauung und zuzustellenden Sendungen ein besonderer Handlungsdruck vorliegt, stellt die Paketzustellung mit (elektrisch unterstützten) Lastenrädern einen vielversprechenden Ansatz dar, diese Herausforderungen zu adressieren. So fahren Lastenräder nicht nur lokal emissionsfrei, sondern tragen in einem erheblichen Maße zur Entschärfung verkehrlicher Konflikte bei. Darüber hinaus weisen Lastenräder deutlich geringere Anschaffungs- und Betriebskosten auf und erzielen höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten als der motorisierte Verkehr [1, 7].

Während der Auslieferung bedienen die Zusteller:innen häufig Eingänge in kurzem Abstand und müssen dabei wiederholt anhalten, absteigen, das Fahrrad aufständern/parken, Sendungen sortieren und entnehmen, anschließend das Fahrzeug wieder besteigen und für wenige Meter

weiterfahren. Diese Leerprozesse kosten viel Zeit und beanspruchen, das Personal körperlich stark.

Autonome Kleinfahrzeuge wie Follow-Me Roboter adressieren diese Problematik, indem sie den Zusteller:innen folgen und somit Auf- und Absteigeprozesse entfallen. Aufgrund ihrer geringen Geschwindigkeit wird jedoch gerade bei der Überbrückung von längeren Strecken zwischen einzelnen Zustellgebieten kaum an Effizienz gewonnen.

Es wird der Bedarf an einem System deutlich, das die Flexibilität von Lastenrädern mit den ergonomischen Vorteilen und schlanken Zustellprozessen von Follow-Me Robotern verbindet [8]. Um ein effizientes Arbeiten zu ermöglichen, muss ein derartiges System darüber hinaus ganzheitlich in den Informationsfluss von Aufträgen und Touren eingebunden sein und sich “hands-free” dirigieren lassen. Letzteres wird im Rahmen des Projekts Electric Adaptive Autonomous Smart delivery System (Eaasy) System, dessen Ziel die Entwicklung eines automatisierten Zustellsystems für die letzte Meile ist, über eine VUI realisiert. Ausgehend von diesem System sollen nachfolgend Potenziale für Sprachtechnologie in der Radlogistik diskutiert werden. Der Beitrag beschränkt sich dabei nicht nur auf die Automatisierung von Zustellprozessen, sondern stellt unter Berücksichtigung aktueller Trends und Entwicklungen im Bereich Letzte-Meile- und Radlogistik weitere Anwendungsmöglichkeiten dar.

2 KI und Digitalisierung für die Letzte-Meile-Logistik

Zusätzlich zur in der Einleitung beschriebenen Automatisierung von Zustellprozessen existieren weitere Maßnahmen, um die vielseitigen Herausforderungen der Letzten-Meile-Logistik zu adressieren. Aufgrund ihrer umfangreichen Anwendungsmöglichkeiten stehen dabei in Literatur und Praxis vor allem die Digitalisierung der gesamten Prozesskette sowie in letzter Zeit auch KI-Anwendungen im Fokus [9, 10]. Neben der Steigerung von Nachhaltigkeit und Effizienz zielen diese zunehmend auch auf das Lösen von Serviceproblemen ab, welche aus dem Wandel des Verbraucherverhaltens in Richtung einer On-Demand-Economy und den dadurch gestiegenen Anforderungen an Zustellprozesse hinsichtlich Flexibilität [11, 10] und immer kürzeren Lieferzeiten [12] resultieren.

Eine weitere Herausforderung entsteht durch den Mangel an Arbeitskräften [13] sowie starken Schwankungen innerhalb der Sendungsmengen, welche sowohl an einzelnen Wochentagen als auch saisonal auftreten [11]. Neben einer veränderten Rekrutierung und der generellen Schaffung attraktiverer Arbeitsbedingungen sind Logistikdienstleister dadurch gezwungen, vermehrt auf Zeitarbeitskräfte zurückzugreifen [13]. Letzteres ist mit einem hohen Einarbeitungsaufwand und einer aufgrund fehlender Erfahrung verminderten Effizienz während der Zustellung verbunden.

Ein vielversprechender Ansatz zur Reduzierung des Einarbeitungsaufwands sowie zur generellen Steigerung von Effizienz und Attraktivität des Arbeitsplatzes ist die Nutzung von digitalen Assistenten [13, 9].

Darüber hinaus weisen digitale Werkzeuge vielseitige Potenziale auf, die gestiegenen Anforderungen der Kund:innen zu bewältigen. So haben Kund:innen ein immer größeres Interesse daran, Ort und Zeitpunkt der Zustellung frei zu wählen [11] oder diese sogar noch während des Zustellprozesses interaktiv zu ändern [6]. Besonders letzteres macht eine dynamische Anpassung und Optimierung der geplanten Route unabdingbar (vgl. [11]). Ein weiterer Vorteil der Einbeziehung digitaler Assistenz ergibt sich aus dem nachträglichen Hinzufügen von (Nach-)Sendungen zu einer bereits laufenden Tour (z.B. bei Verbundzustellung von Paketen und Zeitschriften), ohne die Effizienz negativ zu beeinflussen.

Die Möglichkeit, aktiv in den Zustellprozess einzugreifen, ist jedoch nicht nur aus Kundensicht relevant. Durch Fehlzustellungen und dem damit verbundenen Mehraufwand bzw. erhöhten

Fahrleistungen entstehen für Logistikdienstleister sowohl ökonomische als auch ökologische Nachteile [11, 14, 10]. Der Einsatz digitaler Werkzeuge bietet in diesem Zusammenhang das Potenzial, die Zustellung in Echtzeit zu überwachen und anzupassen (z.B. durch Umleiten der Sendung zu einer geeigneten Paketstation) bzw. zu unterstützen (z.B. durch eine automatisierte Abfrage der Anwesenheit der jeweiligen Empfänger:innen).

Eine weitreichende Umsetzung entsprechender Tools scheitert aktuell neben dem hohen technischen Aufwand und einer mangelnden Wirtschaftlichkeit vor allem an einer fehlenden Akzeptanz durch die Anwender:innen, da eigene Erfahrung wird über die Ergebnisse des digitalen Assistenten gestellt [9]. Außerdem erfordern effiziente Zustellprozesse einen hohen Anteil an impliziten bzw. erfahrungsgebundenem Wissen [10, 15]. Für eine erfolgreiche Implementierung ist es somit erforderlich, durch kontinuierliche Datenerhebungen und fortlaufendes Feedback die Erfahrungen der Mitarbeitenden mit den hinter den digitalen Assistenzsystemen stehenden Entscheidungsmodellen zu synchronisieren [15].

Besonders im Hinblick auf die Zustellung mit Lastenrädern, bei der Zusteller:innen unter hohem Zeitdruck arbeiten, das Fahrzeug häufig verlassen und wenig Platz für zusätzliche Geräte vorhanden ist, stellt die Nutzung von Sprachtechnologie für die digitale Assistenz ein weitreichendes Potenzial dar, die Digitalisierung entsprechend zu unterstützen.

3 Einsatzmöglichkeiten von Sprachschnittstellen und Dialogsysteme

Durch Systeme, wie “Alexa”, “Siri” oder “Google-Assistant”, ist die Interaktion mit VUIs mittlerweile weit verbreitet, diese bieten Nutzer:innen die Möglichkeit technische Systeme “hands-free” zu steuern und ermöglichen eine “natürlichsprachliche Kommunikation” die Formulierung von komplexen Anfragen oder Befehlen.

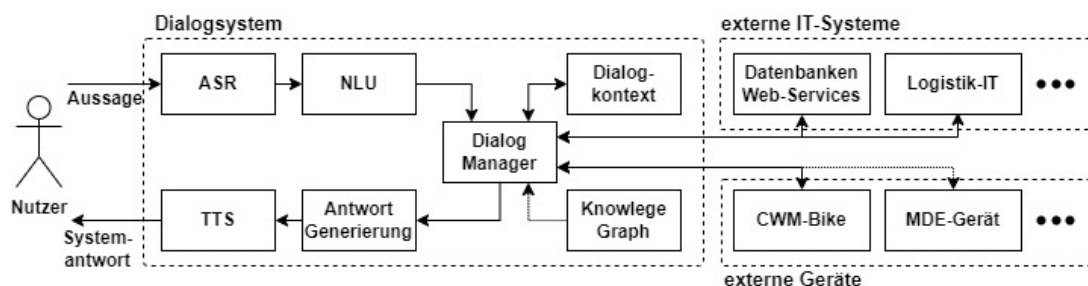


Abbildung 1 – Architekturübersicht Dialogsysteme nach [16, 17, 18, 19], erweitert auf den Anwendungsfall CWM-Bike

Abbildung 1 stellt die Verarbeitungspipeline eines Dialogsystems dar, sowie die Abhängigkeit zu externen IT-Systemen, wie sie unter anderem in der Logistik eingesetzt werden, wie dem CWM-Bike und dem Mobile Daten Erfassung (MDE) Gerät der Zusteller:innen. Den Kern stellen dabei die Module Spracherkennung (Automatic Speech Recognition (ASR)), Intentionserkennung (Natural Language Understanding (NLU)) sowie der Dialog Manager (DM) dar. Für Generierung der Systemantwort sind zusätzlich die Module ‘Antwortgenerierung’ sowie Sprachgenerierung (Text to Speech (TTS)) relevant, der Inhalt der Systemtexte sowie der Klang der generierten System-Stimme hat einen besonderen Einfluss auf die Nutzerakzeptanz [20, 21].

Für die Analyse potenzieller Anwendungsszenarien von Sprachtechnologie im Bereich Radlogistik sollen die Anforderungen an technische Lösungen in folgende Komplexitätsstufen von Sprachtechnologie unterteilt werden:

“Stufe 1” – Sprachbefehle In der Nutzung von Systemen wie “Alexa”, “Siri” oder “Google-Assistant” fällt auf, dass hier einfache Anfragen (Websuche oder Wetteranfrage) oder Befehle

zur Gerätesteuerung (Musik abspielen, Geräte an-/ausschalten) genutzt werden, für diese Interaktionen wird kaum ein Dialog benötigt [22]. Der technische Fokus für die Implementierung dieser Interaktionen liegt dabei auf den Komponenten ASR und NLU. Abhängig vom Anwendungsfall müssen bestimmte domänenspezifische Begriffe verstanden werden. Neuere Ansätze erlauben eine Adaption der lokalen ASR [23] sowie auch der cloud-basierten ASR ^{1,2}.

Antworten des Systems werden häufig nur zu Bestätigung oder zum Erfragen obligatorischer Informationen benutzt. Dafür ist oft kein weiteres Dialogmanagement notwendig und meist reicht in dieser Stufe das Ergebnis der NLU. Durch einen ‘Slot-Filling’ Ansatz werden vom System die Anfragen für die jeweils fehlende Information ausgegeben [17].

“Stufe 2” – Sprache als intelligente Prozessunterstützung Für eine weitergehende Unterstützung der Nutzer:innen ist es notwendig, Anfragen in Bezug auf den Gesprächsverlauf zu verarbeiten, einen konsistenten Gesprächskontext aufzubauen und Domänenwissen bei der Verarbeitung der Aussagen berücksichtigen zu können.

In dieser Stufe hat der DM die Aufgabe, basierend auf den Ergebnissen der Nutzeranfrage, welche von einer ASR und NLU bereitgestellt werden, die nächste Systemaktion festzulegen, sowie den aktuellen Gesprächskontext zu verwalten. Zusätzlich kann auf externe Informations-Quellen zurückgegriffen werden. Dies ermöglicht eine Einbindung der VUI in die IT-Systemlandschaft der Logistikdienstleister. Domänenspezifisches Wissen über einzelne Prozesse, Ziele und Teilschritte kann durch ‘Knowledge Graphen’ oder ‘Ontologien’ bereitgestellt werden [24].

Für die Implementierung eines Dialog Managers gibt es sowohl regelbasierte als auch statistische Ansätze [16]. Für regelbasierte Verfahren müssen Dialog-States und der Dialogfluss manuell entwickelt werden. Allerdings lassen sich dadurch besser externe Wissensquellen einbinden. Bei statistischen Verfahren wird eine Dialog-Policy basierend auf bekannten Dialogverläufen trainiert. Dieser Ansatz verspricht robustere Dialoge und eine Erweiterbarkeit durch neue Trainingsdaten. Die Bereitstellung von Trainingsdaten in Form von annotierten Dialogverläufen ist aber gerade für neue Anwendungsfälle eine Herausforderung.

“Stufe 3” – Sprache als digitaler individualisierter Assistenten In dieser Stufe erfolgt zusätzlich eine Personalisierung für den digitalen Sprachassistenten (dSA). Dadurch können sich digitale Sprachassistenten (dSAs) an die entsprechenden Nutzer:innen anpassen, um so Systemaussagen oder Dialogverläufe zu individualisieren (Grad der Hilfestellung, Vorlieben, Expertise) [25].

Diese Perspektive ist angelehnt an das Konzept von *Companion Systemen* [26]. Dabei sind folgende Eigenschaften dieser Systeme besonders hervorzuheben:

- Nutzer:innen werden proaktiv Informationen angeboten
- Generierung, Präsentation und Erklärung von möglichen Handlungsalternativen
- Erkennen und Hinweisen auf fehlerhafte Situationen
- Berücksichtigung der übergeordneten Ziele der Nutzer:innen
- Komplexe Lösungsalternativen vorbereiten und interaktiv auszuhandeln

4 Potenziale für Sprachtechnologie in der Radlogistik

Am Beispiel der prinzipiellen Funktionsweise des Systems (siehe Abb. 2) wird der Arbeitsablauf von Zusteller:innen dargestellt und Ansätze für eine Unterstützung durch VUIs oder dSA hervorgehoben.

¹cloud.google.com/speech-to-text/docs/adaptation-model

²learn.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/speech-service/improve-accuracy-phrase-list

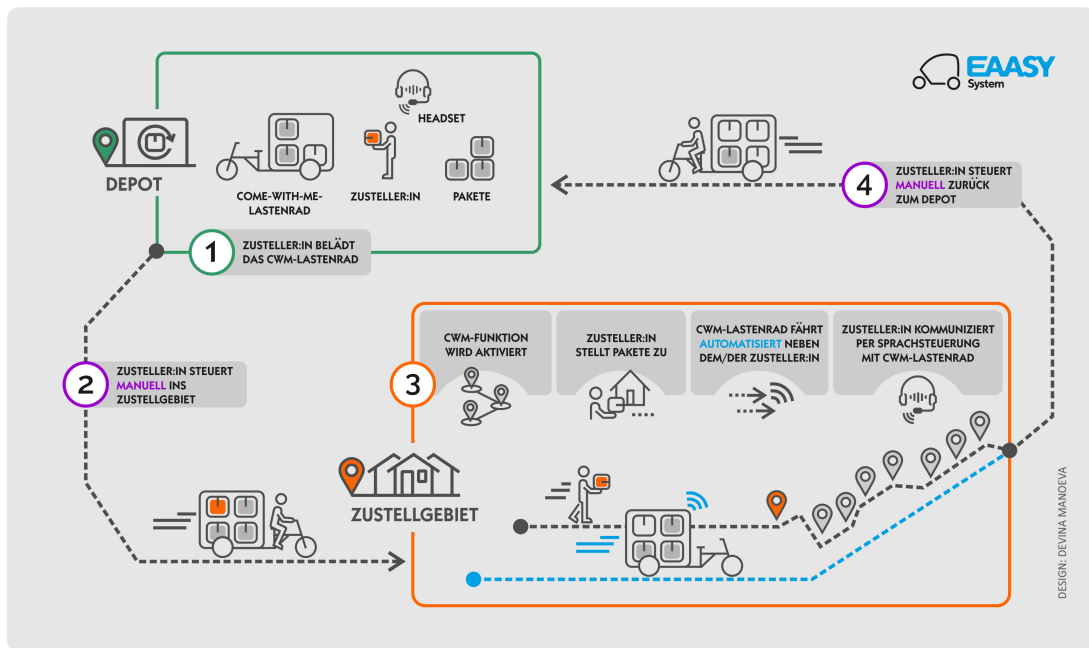


Abbildung 2 – Zustellungsprozess mit Eaasy System

Vorbereitung der Zustellung (1) Die Zusteller:in erhält im Depot Informationen über die Liefertour. Anschließend werden die Pakete auf das jeweilige Lastenrad umgeschlagen, dies erledigen aktuell meistens die Zusteller:innen selber [8]. Durch Sprachschnittstellen der “Stufe 1” kann die Kommissionierung unterstützt werden, indem durch proaktive Hinweise beim Pick-by-Voice Vorgang sichergestellt wird, dass Besonderheiten der einzelnen Lieferungen beachtet werden (Brüchiges Gut, Reihenfolge oder Zeitfenster für Zustellung) [27]. Weiterhin können durch den Einsatz von Sprachschnittstellen der “Stufe 2” zusätzliche Fragen zum Verlauf der Tour automatisiert beantwortet werden. Nach Abschluss einer Tour besteht außerdem die Möglichkeit zur automatisierten Nachbesprechung bzw. Auswertung der Tour, um daraus Erkenntnisse für zukünftige Tourenplanung abzuleiten.

Fahrzeiten (2,4) Die Zustellbereiche in innerstädtischen Mischgebieten sind in der Regel ca. 1 km bis 3 km von einem Mikro-Depot entfernt. Erfahrene Zusteller:innen benötigen laut Hsiao und Chang [28] für ihr Zustellgebiet keine Unterstützung bei der Navigation³. Neue Fahrer:innen nutzen oft persönliche Handys für die Navigation, durch “Stufe 2” VUIs könnten diese Fahrer:innen zusätzlich unterstützt werden, um gleichzeitig Zugriff auf bereits vorhanden Zustelladressen zu erhalten. Dadurch können die Fahrer:innen sich während der Interaktion auf die Fahrt konzentrieren und es findet kein unnötiger Medienwechsel statt. Durch eine Berücksichtigung bereits bekannter Strecken können “Stufe 3” VUIs sowohl die Einarbeitung neuer Mitarbeiter:innen begleiten als auch die Flexibilität bereits erfahrener Zusteller:innen erhöhen, wenn diese als ‘Springer’ temporär andere Zustellgebiete bedienen.

Eine Herausforderung für die Radlogistik ist die Qualität des Kartenmaterials speziell für Lastenräder. Es gibt kaum Informationen über dauerhafte oder temporäre Blockaden von Radwegen, und erst recht kein entsprechend angepasstes digitales Kartenmaterial. Für Lastenräder können auch hohe Bordsteinkanten oder kleine Kurvenradien Hindernisse darstellen. Fahrer:innen könnten bei der Dokumentation solcher Hindernisse durch “Stufe 1” VUIs unterstützt werden, indem die aktuelle GPS-Position und eine Notiz gespeichert werden. “Stufe 2” Systeme könnten diese Updates sowie Informationen über veränderte Verkehrslagen proaktiv an andere Zusteller:innen kommunizieren.

³Dies wird auch durch erste Experten-Interviews im Rahmen des Eaasy Projekts gestützt

Zustellung (3) Im Rahmen des Eaasy Projekts unterstützt das CWM-Bike die Zusteller:innen durch einen automatisierten Fahrmodus. Dieser wird proaktiv vom System angeboten, wenn die nächsten Zustellpunkte nahe beieinander liegen. Durch eine “Stufe 1” VUI kann dem Fahrzeug dann befohlen werden, sich in der Nähe abzustellen, den Nutzer:innen zu folgen oder zum nächsten Eingang vorzufahren. Erfahrene Zusteller:innen besitzen oft Wissen über die Besonderheiten einzelner Adressen, teilweise befindet sich der Eingang in Nebenstraßen oder Hinterhöfen. In Verbindung mit bereits vorhanden MDE Geräten können Sprachbefehle eine Multi-Modale Interaktion für die Zusteller anbieten. Durch “Stufe 2/3” könnte, ähnlich dem Update des Kartenmaterials, ein Informationsaustausch unterstützt werden, indem erfahren Mitarbeiter:innen Sprachnotizen hinterlassen, welche dann neuen Zustellerinnen vom System angeboten werden. Aktuell müssen neue Mitarbeiter:innen in solchen Situationen (nicht auffindbare Adresse, Zugang zu Briefkästen/Klingeln) andere Zusteller:innen anrufen und um Unterstützung bitten. Außerdem bietet dieser VUI-unterstützte Prozess die Möglichkeit, fehlerhafte Informationen schnell zu korrigieren. Darüber hinaus erlauben insbesondere VUIs der “Stufe 2/3” eine direkte Kommunikation für nicht zustellbare Pakete, indem diese entweder gleich in die Tour zur Abholstation oder für eine Zustellung zum nächsten Zustellfenster eingeplant werden können.

5 Zusammenfassung

Die Erweiterung von digitalisierten Prozessen ist gerade für die Paketzustellung mit Lastenrädern eine Herausforderung, da Zusteller:innen im Fahrzeug wenig Platz für zusätzliche Geräte zur Verfügung stehen und das Fahrzeug oft verlassen wird. Sprachtechnologie ermöglicht es KEP Dienstleistern eine einheitliche Schnittstelle für Zusteller:innen bereitzustellen, welche diese in allen Arbeitsschritten der Zustellung unterstützen kann. Hierfür reicht es, die Zusteller:innen mit entsprechenden Headsets auszustatten, die eigentliche Sprachtechnologie kann dann remote beim KEP Dienstleister bereitgestellt werden.

Durch Sprachbefehle und Anfragen werden Zusteller:innen in der Steuerung von komplexen Geräten unterstützt. Dies vereinfacht die Bedienung des CWM-Bikes und erlaubt zusätzlich eine Multi-Modale Interaktion in Verbindung mit MDE Geräten. Weiterhin ermöglichen komplexere VUIs, dass Zusteller:innen Zugriff auf im Zustellprozess gesammelte Informationen erhalten und bei Entscheidung und Reaktion auf Veränderungen entlastet werden, ohne von der Zustellung abgelenkt zu werden.

Solcherart bereitgestellte digitale Sprachassistenten bieten neben einer direkten Unterstützung der Arbeitsabläufe einzelner Zusteller:innen zusätzlich die Möglichkeit, die Wissensbasis der KEP-Dienstleister konstant zu erweitern. Somit können Zusteller:innen während der Auslieferung auf fehlende Informationen hinweisen oder diese sofort korrigieren sowie Notizen und Hinweise für andere Kollegen aufnehmen (z.B. “Zugang über Hinterhof” oder “Eingang befindet sich um die Ecke”). Für die Radlogistik bietet diese Fähigkeit zur konstanten Informationssammlung einen weiteren Vorteil, da Zusteller:innen während der Fahrt auf den Zustand der Strecke hinweisen können. Hohe Bordsteine, enge Kurvenradien oder versperrte Radwege sind in aktuell vorhandenem Kartenmaterial unzureichend erfasst und unterliegen im urbanen Verkehrsraum ständigen Veränderungen.

Digitale Sprachassistenten bieten somit vielfältige Assistenzfunktionen, die in der konsequenten Umsetzung aller hier diskutierten Assistenzfunktionen einer individuellen und personalisierten Assistenz, wie von Companionsystemen (vgl. [26]) beschrieben, sehr nahekommen.

Danksagung

Die Inhalte und Ergebnisse dieser Arbeit sind im Rahmen des Forschungsprojekts Electric Adaptive Autonomous Smart deliverY System (Eaasy System, Referenz: 01ME21004E), welches durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert wird, entstanden.

Literaturverzeichnis

- [1] WITTOWSKY, D., S. ALTENBURG, K. ESSER, J. GARDE, S. GROTH, and J. KURTE: *KEP-Verkehre und die letzte Meile: Anmerkungen zum potentiellen Umgang mit dem Boom der Lieferverkehre im Quartier*. *Journal für Mobilität und Verkehr*, 5, pp. 1–12, 2020.
- [2] FESTINI, A. and D. ROTH: *The last mile problem and its innovative challengers*. *Disrupting Logistics: Startups, Technologies, and Investors Building Future Supply Chains*, pp. 79–91, 2021. doi:10.1007/978-3-030-61093-7_7.
- [3] GROTH, S., J. KURTE, and D. WITTOWSKY: *Boom der Lieferverkehre auf der letzten Meile*. *RaumPlanung*, 202, pp. 22–29, 2019.
- [4] NINNEMANN, J., T. TESCH, A. WERNER, and A. DIETRICH: *Micro-Hub-Standorte in Hamburg - Machbarkeitsstudie und Standortresearch*. Tech. Rep., Hanseatic Transport Consultancy und THERON Advisory, 2019.
- [5] BRABÄNDER, C.: *Die Letzte Meile*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 1 edn., 2020. doi:10.1007/978-3-658-29927-9.
- [6] HÖLTER, A.-K. and J. NINNEMANN: *Effizienz auf der letzten Meile – Optimierung der Schnittstellen zwischen Kunde, Logistik und Onlinehandel*. *Journal für Mobilität und Verkehr*, 5(ISSN 2628-4154), pp. 30–34, 2020.
- [7] BOGDANSKI, R. and C. CAILLIAU: *Wie das Lastenrad die Letzte Meile gewinnen kann: Potentiale und kritische Erfolgsfaktoren*. *Journal für Mobilität und Verkehr*, 5(ISSN 2628-4154), pp. 22–29, 2020.
- [8] BAUM, L., T. ASSMANN, and H. STRUBELT: *State of the art-automated micro-vehicles for urban logistics*. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), pp. 2455–2462, 2019.
- [9] ENGELHARDT, M., S. SEECK, and B. GEIER: *Artificial intelligence in urban last mile logistics - status quo, potentials and key challenges*. In *Dynamics in Logistics*, pp. 275–289. Springer, 2022.
- [10] SOROOSHIAN, S., S. KHADEMI SHARIFABAD, M. PARSAAEE, and A. R. AFSHARI: *Toward a modern last-mile delivery: Consequences and obstacles of intelligent technology*. *Applied System Innovation*, 5(4), 2022. doi:10.3390/asi5040082.
- [11] BOYSEN, N., S. FEDTKE, and S. SCHWERDFEGER: *Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective*. *OR Spectrum*, 43, pp. 1–58, 2021. doi:10.1007/s00291-020-00607-8.
- [12] CUI, R., Z. LU, T. SUN, and J. M. GOLDEN: *Sooner or later? promising delivery speed in online retail*. 2020.
- [13] WITTEN, P. and C. SCHMIDT: *Globale Trends und die Konsequenzen für die Logistik der letzten Meile*, pp. 303–319. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2019. doi:10.1007/978-3-658-25412-4_14.
- [14] EDWARDS, J., A. MCKINNON, T. CHERRETT, F. MCLEOD, and L. SONG: *The impact of failed home deliveries on carbon emissions: are collection / delivery points environmentally-friendly alternatives?* *Proceedings of the Annual Conference of the Logistics Research Network 2009*, 2009.
- [15] GUTIERREZ-FRANCO, E., C. MEJIA-ARGUETA, and L. RABELO: *Data-driven methodology to support long-lasting logistics and decision making for urban last-mile operations*. *Sustainability*, 13(11), 2021. doi:10.3390/su13116230.

-
- [16] MCTEAR, M., Z. CALLEJAS, and D. GRIOL: *The conversational interface: Talking to smart devices. The Conversational Interface: Talking to Smart Devices*, pp. 1–422, 2016. doi:10.1007/978-3-319-32967-3/COVER.
- [17] SCHNELLE-WALKA, D., S. RADOMSKI, B. MILDE, C. BIEMANN, and M. MÜHLHÄUSER: *Nlu vs. dialog management: To whom am i speaking? Joint Workshop on Smart Connected and Wearable Things (SCWT'2016)*, 2, 2016. doi:10.13140/RG.2.1.1928.4247.
- [18] HEINROTH, T. and D. DENICH: *Spoken interaction within the computed world: Evaluation of a multitasking adaptive spoken dialogue system. In 2011 IEEE 35th Annual Computer Software and Applications Conference*, pp. 134–143. IEEE, 2011. doi:10.1109/COMPSAC.2011.25.
- [19] WILLIAMS, J. D., A. RAUX, and M. HENDERSON: *The dialog state tracking challenge series: A review. Dialogue & Discourse*, 7, pp. 4–33, 2016. doi:10.5087/dad.2016.301.
- [20] KISSER and SIEGERT: *Erroneous reactions of voice assistants "in the wild" — first analyses. In Elektronische Sprachsignalverarbeitung 2022. Tagungsband der 33. Konferenz*, vol. 103 of *Studentexte zur Sprachkommunikation*, pp. 113–120. TUDpress, Sonderborg, Denmark, 2022.
- [21] NOWACKI, C., A. GORDEEVA, and A.-H. LIZÉ: *Improving the usability of voice user interfaces: A new set of ergonomic criteria. In Design, User Experience, and Usability. Design for Contemporary Interactive Environments*, pp. 117–133. Springer International Publishing, Cham, 2020.
- [22] SIEGERT: *"Alexa in the wild" – Collecting Unconstrained Conversations with a Modern Voice Assistant in a Public Environment. In Proc. of The 12th LREC*, pp. 608–612. ELRA, Marseille, France, 2020.
- [23] HOSIER, J., Y. ZHOU, N. SHARMA, and V. K. GURBANI: *Lightweight domain adaptation: A filtering pipeline to improve accuracy of an automatic speech recognition (ASR) engine. In 4th ACAI*. ACM, 2022. doi:10.1145/3508546.3508641.
- [24] HAASE, P., A. NIKOLOV, J. TRAME, A. KOZLOV, and D. HERZIG: *Alexa, Ask Wikidata! Voice interaction with knowledge graphs using Amazon Alexa. In Proc. of the ISWC'17*. 2017.
- [25] SCHMIDT, M. and P. BRAUNGER: *A survey on different means of personalized dialog output for an adaptive personal assistant. In Adjunct Publication of the 26th UMAP*, p. 75–81. ACM, New York, NY, USA, 2018. doi:10.1145/3213586.3226198.
- [26] WENDEMUTH, A. and S. BIUNDO: *A companion technology for cognitive technical systems. In Cognitive Behavioural Systems*, vol. 7403 of *LNCIS*, pp. 89–103. Springer, 2012.
- [27] HAASE, J. and D. BEIMBORN: *Acceptance of warehouse picking systems: A literature review. In Proc. of the SIGMIS-CPR '17*, p. 53–60. ACM, 2017. doi:10.1145/3084381.3084409.
- [28] HSIAO, W.-H. and T.-S. CHANG: *Exploring the opportunity of digital voice assistants in the logistics and transportation industry. Journal of Enterprise Information Management*, 33(6), pp. 1034–1050, 2019.