

# Kombinom

---

## Datenmodellierung für den Einsatz von autonomen Kleinbussen im ländlichen Raum zum kombinierten Transport von Personen und Gütern



### Verfasser\*innen:

Prof. Dr. Kai-Oliver Schocke

Frankfurt University of Applied Sciences

Prof. Dr. Josef Becker

Frankfurt University of Applied Sciences

Steffen Henninger

Frankfurt University of Applied Sciences

Prof. Dr. Christoph von Viebahn

Hochschule Hannover

Marvin auf der Landwehr

Hochschule Hannover

Projektlaufzeit: Oktober 2020 bis September 2021

Frankfurt am Main & Hannover, September 2021

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Abbildung Deckblatt: © Frankfurt UAS

## Kurzfassung

Die systemübergreifende Erfassung, Simulation und Bewertung von zukunfts- und zielorientierten Lösungsansätzen für nachhaltige Verkehrslösungen im ländlichen Raum stellt ein wichtiges Entscheidungskriterium für wirtschaftliche und kommunale Entscheidungsträger dar. Das Forschungsvorhaben Kombinom analysiert in diesem Zusammenhang das Potential bezüglich der Verarbeitung, Generierung und Aufbereitung von Fachdaten aus dem Bereich des Personenverkehrs und der Logistik im ländlichen Raum hinsichtlich einer vollumfänglichen Simulation kombinierter Verkehrskonzepte. Durch die geschaffene Datengrundlage können in Zukunft fundierte Simulationsmodelle entwickelt und Simulationsstudien durchgeführt werden, um sowohl eine Konzeptbewertung vorzunehmen als auch Daten anhand eines digitalen Modells eigenständig zu erzeugen und zu bewerten, um im letzten Schritte eine validierte Überführung der simulierten Konzepte in die eigentliche Detailerprobung und Umsetzung zu ermöglichen. Da das kombinierte Verkehrskonzept starke Interdependenzen, Zielkonflikte zwischen räumlichen (z.B. Einwohnerdichte, Verkehrsinfrastruktur) und zeitlichen (z.B. Mobilitätsbedürfnisse, ÖPNV-Angebot) Einflussgrößen aufweist, die in ihrer Gänze ein vielschichtiges, komplexes Realsystem ergeben, und sowohl wirtschaftliche, als auch soziale und ökologische Auswirkungen bestimmt werden sollen, bietet sich zur Detailanalyse der Konzeptauswirkungen eine dynamische Verkehrs- und Verhaltenssimulation an. Diese setzt wiederum eine verlässliche Datenbasis bzgl. der Einflussparameter und Strukturgrößen sowie der konzeptionellen Gestaltungs- und Betriebsmöglichkeiten voraus, welche im Rahmen dieses Projektes analysiert und geschaffen werden sollte.

Folgende Forschungsfragen wurden innerhalb des Forschungsvorhabens bearbeitet und vollständig beantwortet:

- Welche Erfolgsfaktoren benötigt ein kombiniertes und autonomes Transportkonzept von Personen und Gütern im ländlichen Raum?
- Welche Daten sind bereits vorhanden?
- Welche Daten müssen noch erhoben werden?
- Wie können diese Daten genutzt werden, um das realtypische System in einem Simulationsmodell mit relevanten Systemgrenzen nachzubilden?
- Wie kann eine Übertragbarkeit der Simulation auf andere Gebiete gewährleistet werden?

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Datenlage für die untersuchten Gebiete zur virtuellen Abbildung und Analyse eines autonomen, kombinierten Verkehrskonzeptes moderat ausgeprägt ist. Besonders im Hinblick auf die Daten zum öffentlichen Personenverkehr besteht akutes Verbesserungspotential, da diesbezüglich bisher insgesamt sehr wenig Daten erhoben (z.B. Ein- und Aussteigerdaten) und diese oftmals manuell gesammelt oder ausgewertet werden (z.B. Fahrgastzählungen). Hier sollte in Zukunft mehr auf die Nutzung digitaler Technologien zur Durchführung automatisierter Datenerhebungen gesetzt werden, um nicht nur die Analyse und Entwicklung innovativer Verkehrskonzepte wie eines kombinierten Personen- und Güterverkehrs zu unterstützen, sondern dem ÖPNV selbst einen größeren und fundierten Handlungsspielraum in Bezug auf die Streckenplanung und den Kundenservice zu bieten. Im Gegensatz dazu stehen auf Logistikseite umfassende Daten bereit, die im Rahmen des Projektes über zahlreich KEP-Dienstleister bezogen und für die Potentialanalyse aufbereitet werden konnten. Entsprechend ist es vor der finalen Planung und Festlegung eines kombinierten Transportkonzeptes wichtig, fehlende Daten zu Mobilitätsstrukturen und Nutzerakzeptanz zu erheben, um geeignete Konzeptausprägungen und -parameter zu bestimmen und somit sowohl den potenziellen Einflussgrad als auch die sozialen, räumlichen und wirtschaftlichen Mehrwerte zu optimieren. Die akquirierten Daten, die Modellierungs- und Simulationsvorbereitungen sowie die analysierten Potentiale versprechen dennoch zahlreiche Verbesserungspotenziale durch autonome Kleinbusse zum kombinierten Verkehr von Personen und Gütern. Dies wurde gleichermaßen durch Verkehrs- und Logistikexperten bestätigt. Zudem wurde sowohl seitens der eingebundenen Kommunen als auch der ÖPNV- und KEP-Dienstleister ein großes Interesse an der ganzheitlichen Entwicklung einer derartigen Verkehrslösung geäußert, sodass eine detaillierte, tiefgreifende Betrachtung nicht nur sinnvoll erscheint, sondern im Rahmen eines Folgeprojektes umfassend vorangetrieben werden sollte.

## Summary

The system-wide collection, simulation and evaluation of future- and goal-oriented solutions for sustainable transport solutions in rural areas is an important decision-making criterion for economic and municipal decision-makers. The research project Kombinom analyses the potential regarding the handling, generation and processing of specialized data from the field of passenger transport and logistics in rural areas with regard to a fully comprehensive simulation of combined transport concepts. Through the created data basis, well-founded simulation models can be developed and simulation studies can be carried out in the future in order to enable sound evaluation procedures and to independently generate and evaluate data on the basis of a digital model, subsequently, allowing a validated transfer of simulated concepts into practice. Since the combined traffic concept features strong interdependencies and tradeoffs between spatial (e.g. population density, traffic infrastructure) and temporal (e.g. mobility needs, public transport service) influencing variables, which in their entirety result in a multi-layered, complex real-world system, as well as economic, social and ecological implications, a dynamic traffic and behaviour simulation is suitable for the detailed analysis of the concept and its effects. This in turn requires a well-founded database regarding the influencing parameters and structural variables as well as the conceptual design and operational options, which are analysed and created within the scope of this project.

The following research questions were addressed and fully answered within the research project:

- What are the success factors of a combined and autonomous transport concept of passengers and goods in rural areas?
- Which data is already available?
- Which data still needs to be collected?
- How can the data be used to reproduce a real-world representative system in a simulation model including relevant system boundaries?
- How can transferability of the simulation to other rural areas be ensured?

In summary, data for the investigated rural areas concerning the virtual mapping and analysis of an autonomous, combined traffic concept is available in moderate fashion. Particularly considering data on public transport, there is acute potential for improvement, since very little data has been collected in this regard to date (e.g., boarding and alighting data) and this data is often collected or evaluated manually (e.g., passenger counts). In the future, more emphasis should be placed on the use of digital technologies to carry out automated data collection, not only to support the analysis and development of innovative transport concepts such as combined passenger and freight transport, but also to offer public transport itself a greater and more effective scope for action in terms of route planning and customer service. In contrast, comprehensive data is available on the logistics side, which could be obtained from numerous CEP service providers as part of the project and processed for the analysis. Accordingly, before the final planning and definition of a combined transport concept, it is important to collect missing information on personal mobility and user acceptance in order to determine suitable concept characteristics and parameters and thus optimize both, the potential degree of influence and the social, spatial and economic added values. Nevertheless, the acquired data, the modelling and simulation preparations as well as the analysed potentials promise numerous improvement possibilities by autonomous minibuses for combined transport of passengers and goods. These were confirmed by traffic and logistics experts. In addition, both the municipalities involved as well as the local public transport and CEP service providers expressed great interest in the holistic development of such a transport solution, so that a detailed, in-depth examination not only seems sensible, but should be comprehensively pursued as part of a follow-up project.

## Inhaltsverzeichnis

I.	Abbildungsverzeichnis .....	5
II.	Tabellenverzeichnis .....	7
1.	Einleitung .....	10
1.1	Motivation und Forschungsfragen .....	10
1.2	Methodisches Vorgehen .....	11
1.3	Stand von Wissenschaft und Technik .....	12
1.4	Kooperationen über die Projektlaufzeit .....	32
2.	Projektbearbeitung .....	32
2.1	Ergebnisse .....	34
2.1.1	Daten .....	34
2.1.2	Erhebungskonzepte .....	48
2.1.3	Simulationsvorbereitung .....	56
2.1.4	Übertragbarkeit .....	77
2.1.5	Empfehlungsübersicht .....	82
2.2	Zielerreichung .....	87
2.3	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	87
2.4	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit .....	87
2.5	Ergebnisverwertung .....	89
2.6	Fortschritte auf dem Forschungsgebiet während der Projektlaufzeit .....	89
2.7	Begleitforschung und Veröffentlichungen .....	90
III.	Quellenverzeichnis .....	91
IV.	Anlagen .....	95
i.	Übersicht der Vergleichsprojekte .....	95
ii.	Datenübersicht .....	96
iii.	Strukturelle Daten der Untersuchungsquartiere und Datenmodelle .....	97
iv.	Erfolgskontrollbericht .....	100
v.	Berichtsblatt: Staritz et al., 2021 .....	103

## I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Metastruktur der Datenflüsse (Eigene Darstellung).....	11
Abbildung 2: Projektplan des Projekts Kombinom (Eigene Darstellung).....	33
Abbildung 3: Demografische Informationen der Untersuchungsquartiere (Eigene Darstellung) .....	34
Abbildung 4: Taxonomie der Erhebungsdaten im Rahmen von Kombinom (Eigene Darstellung) .....	36
Abbildung 5: Konzeptbausteine, Ausprägungen und Datenbedarf für die Modellierung kombinierter Verkehre (Eigene Darstellung) .....	56
Abbildung 6: Fahrzeugzuordnungsstrategien (Eigene Darstellung nach Hyland & Mahmassani, 2018).....	60
Abbildung 7: Fahrzeugneuverteilung gemäß Strategie 1 (Eigene Darstellung nach Fagnant & Kockelman, 2014) .....	61
Abbildung 8: Fahrzeugneuverteilung gemäß Strategie 3 und 4 (Eigene Darstellung nach Fagnant & Kockelman, 2014) .....	62
Abbildung 9: Gesamtprozess eines kombinierten, autonomen Transportkonzeptes nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung).....	64
Abbildung 10 Routingprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung) .....	65
Abbildung 11 Umverteilungsprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung).....	66
Abbildung 12: Fahrzeugzuteilungsprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung).....	67
Abbildung 13: Exemplarischer Ausschnitt des Mobilitätsmodells für den Landkreis Hildesheim (Eigene Darstellung).....	69
Abbildung 14: Fahrten und Strecken im Gebiet Hildesheim pro Monat nach Verkehrsmittel und Wochentag (Eigene Darstellung).....	71
Abbildung 15: Fahrten im Gebiet Hildesheim pro Monat nach Wegezwecken und Startzeit des Weges (Eigene Darstellung).....	72
Abbildung 16: Anzahl Fahrten zwischen den Städten des Gebietes Hildesheim im Monat (Eigene Darstellung).....	72
Abbildung 17: Fahrten und Strecken im Gebiet Lahn-Dill pro Monat nach Verkehrsmittel und Wochentag (Eigene Darstellung).....	73
Abbildung 18: Fahrten im Gebiet Lahn-Dill pro Monat nach Wegezwecken und Startzeit des Weges (Eigene Darstellung).....	73
Abbildung 19: Anzahl Fahrten zwischen den Städten des Gebietes Lahn-Dill im Monat (Eigene Darstellung) ...	74
Abbildung 20: Sendungsmengen im Gebiet Hildesheim pro Tag nach Empfängertyp und Stadtteil (Eigene Darstellung).....	74
Abbildung 21: Anteil am Sendungsaufkommen der größten KEP-Dienstleister im Gebiet Hildesheim (Eigene Darstellung).....	75
Abbildung 22: Sendungsmengen im Gebiet Lahn-Dill pro Tag nach Empfängertyp und Stadtteil (Eigene Darstellung).....	76
Abbildung 23: Anteil am Sendungsaufkommen der größten KEP-Dienstleister im Gebiet Lahn-Dill (Eigene Darstellung).....	76

---

Abbildung 24: Einfluss der Konzeptausprägungen auf die Potentiale eines kombinierten Transportkonzeptes (Eigene Darstellung) .....	81
Abbildung 25: Konzeptentwurf für den Betrieb kombinierter, autonomer Kleinbusse im ländlichen Raum (Eigene Darstellung) .....	83
Abbildung 26: Zusammenfassende Einschätzung zu Datenverfügbarkeit und Konzeptauswirkungen kombinierter Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung) .....	84
Abbildung 27: Einflusspotenziale individueller Konzeptausprägungen (Eigene Darstellung) .....	86
Abbildung 28: Projekte zu autonomen Shuttlebussen in Deutschland (VDV 2021) .....	90

## II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Muster-Projektsteckbrief (Eigene Darstellung) .....	12
Tabelle 2: Projektsteckbrief MultiBus (Eigene Darstellung) .....	13
Tabelle 3: Projektsteckbrief KombiBus (Eigene Darstellung).....	13
Tabelle 4: Projektsteckbrief MULI (Eigene Darstellung) .....	14
Tabelle 5: Projektsteckbrief MoLa.opt (Eigene Darstellung) .....	14
Tabelle 6: Projektsteckbrief SHOW (Eigene Darstellung) .....	15
Tabelle 7: Projektsteckbrief RealLabHH (Eigene Darstellung) .....	16
Tabelle 8: Projektsteckbrief iMona (Eigene Darstellung) .....	17
Tabelle 9: Projektsteckbrief Hub Chain (Eigene Darstellung) .....	17
Tabelle 10: Projektsteckbrief AutoNV-opr (Eigene Darstellung) .....	18
Tabelle 11: Projektsteckbrief Sohjoa Baltic Project (Eigene Darstellung).....	18
Tabelle 12: Projektsteckbrief AVENUE (Eigene Darstellung) .....	19
Tabelle 13: Projektsteckbrief I-AT (Eigene Darstellung) .....	19
Tabelle 14: Projektsteckbrief OTS 1.0 (Eigene Darstellung).....	20
Tabelle 15: Projektsteckbrief a-BUS Iserlohn (Eigene Darstellung) .....	20
Tabelle 16: Projektsteckbrief FABULOUS (Eigene Darstellung) .....	21
Tabelle 17: Projektsteckbrief TERMINAL (Eigene Darstellung).....	21
Tabelle 18: Projektsteckbrief Garantiert mobil! (Eigene Darstellung).....	22
Tabelle 19: Projektsteckbrief Hopper (Eigene Darstellung).....	22
Tabelle 20: Projektsteckbrief MainzRIDER (Eigene Darstellung) .....	23
Tabelle 21: Projektsteckbrief RTS (Eigene Darstellung).....	23
Tabelle 22: Projektsteckbrief PERHT (Eigene Darstellung) .....	24
Tabelle 23: Projektsteckbrief Kombinierte Mobilität gestalten: Die Schnittstelle ÖPNV – CarSharing (Eigene Darstellung).....	24
Tabelle 24: Projektsteckbrief IRMA (Eigene Darstellung).....	25
Tabelle 25: Projektsteckbrief URBeLOG (Eigene Darstellung) .....	26
Tabelle 26: Projektsteckbrief marion (Eigene Darstellung) .....	26
Tabelle 27: Projektsteckbrief Decentralized, agent-based self-control of automated guide vehicle systems (Eigene Darstellung).....	27
Tabelle 28: Projektsteckbrief SMARTA (Eigene Darstellung) .....	27
Tabelle 29: Projektsteckbrief ITS (Eigene Darstellung) .....	28
Tabelle 30: Projektsteckbrief SaLSa (Eigene Darstellung).....	28
Tabelle 31: Projektsteckbrief SMARTA 2 (Eigene Darstellung) .....	29
Tabelle 32: Projektsteckbrief Innovationen für die Zukunft logistischer Transportdienstleistungen in ländlich geprägten Räumen in Baden-Württemberg (Eigene Darstellung).....	29
Tabelle 33: Projektsteckbrief LandLogistik (Eigene Darstellung).....	30

Tabelle 34: Projektsteckbrief MOD (Eigene Darstellung) .....	30
Tabelle 35: Projektsteckbrief Linie 12 (Eigene Darstellung) .....	31
Tabelle 36: Projektsteckbrief TaBuLaLOG (Eigene Darstellung) .....	31
Tabelle 37: Projektsteckbrief SAM (Eigene Darstellung) .....	32
Tabelle 38: Exemplarischer Datenübersichtssteckbrief (Eigene Darstellung) .....	35
Tabelle 39: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Tourentimings (Eigene Darstellung).....	37
Tabelle 40: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Sendungsvolumen (Eigene Darstellung)	37
Tabelle 41: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Kostenstruktur (Eigene Darstellung) .....	38
Tabelle 42: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Personalkosten (Eigene Darstellung) .....	38
Tabelle 43: Datensteckbrief Mobilfunkdaten zur Ableitung von Mobilitätsströmen (Eigene Darstellung) .....	39
Tabelle 44: Datensteckbrief Nachfragemodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung).....	40
Tabelle 45: Datensteckbrief Preise im ÖPNV (Eigene Darstellung) .....	40
Tabelle 46: Datensteckbrief On-Demand Betriebsmodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung).....	41
Tabelle 47: Datensteckbrief Fahrpläne im ÖPNV (Eigene Darstellung) .....	41
Tabelle 48: Datensteckbrief Fahrgastzählung und Auslastung im ÖPNV (Eigene Darstellung) .....	42
Tabelle 49: Datensteckbrief Kosten im ÖPNV (Eigene Darstellung) .....	43
Tabelle 50: Datensteckbrief Kosten für den Betrieb von Shared Autonomous Vehicles (SAVs) (Eigene Darstellung).....	43
Tabelle 51: Datensteckbrief Taxi Tourengewinnung und Kundenstruktur (Eigene Darstellung) .....	44
Tabelle 52: Datensteckbrief Demografie der Bevölkerung in den Untersuchungsgebieten (Eigene Darstellung) .....	44
Tabelle 53: Datensteckbrief Nutzung Rufbus (Eigene Darstellung) .....	45
Tabelle 54: Datensteckbrief Relevante Daten aus Mobilität in Daten (MiD) 2017 (Eigene Darstellung) .....	45
Tabelle 55: Datensteckbrief Lieferpräferenzen (Eigene Darstellung) .....	46
Tabelle 56: Datensteckbrief Mobilitätsbefragung Hildesheim (Eigene Darstellung).....	46
Tabelle 57: Datensteckbrief Nutzerzufriedenheit mit on-demand Verkehren und autonomen Fahrzeugen (Eigene Darstellung).....	47
Tabelle 58: Datensteckbrief Verortung der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung) .....	47
Tabelle 59: Datensteckbrief Standorte der KEP-Verteilzentren (Eigene Darstellung).....	48
Tabelle 60: Geeignete Erhebungsverfahren zur Anwendung in Kombinom (Eigene Darstellung) .....	56
Tabelle 61: Metadaten der Mobilitätsmodelle (Eigene Darstellung) .....	68
Tabelle 62: Metadaten der Logistikmodelle (Eigene Darstellung).....	70
Tabelle 63: Durchschnittliche Sendungsmenge pro Gebäude und Tag im Gebiet Hildesheim (Eigene Darstellung).....	75
Tabelle 64: Übersicht der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises in Euro (Eigene Darstellung) .....	87



Tabelle 65: Kacheldetails der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung) ..... 97  
Tabelle 66: Verortungsdetails der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung) ..... 99

## 1. Einleitung

Der Bedarf an wissenschaftlich fundierter Beratung für Verkehrs- und Mobilitätslösungen in ländlichen Räumen ist in den letzten Jahren stetig gewachsen, da trotz ähnlicher Mobilitätsquoten und Mobilitätsvolumina im Vergleich zu städtischen Bereichen in vielen ländlichen Gebieten Versorgungslücken bei immanenten Mobilitätsbedürfnissen bestehen (BMEL, 2016). Da die Mobilitätsbedürfnisse der Bürger\*innen so oftmals nur in Stoßzeiten erfüllt werden können, führt dies zu einer geringeren Zufriedenheit mit dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und einer verstärkten Nutzung privater PKW (infas, 2019) im Speziellen, sowie der damit einhergehenden, verkehrsinduzierten Klimabelastung durch Verkehrsemissionen und einer generellen Abnahme der Lebensqualität in ländlichen Räumen im Allgemeinen (BMVI, 2018a). Ein tragfähiges ÖPNV-Angebot wird in den kommenden Jahren wegen zurückgehender Schülerzahlen vielerorts in Frage gestellt, da die Schülerbeförderung das Rückgrat der Finanzierung vieler ÖPNV-Angebote im ländlichen Raum bildet (ADAC & IGES, 2016). Die Einführung flexibler Bedienungsformen wie eines On-Demand-Angebot bietet daher in ländlichen Regionen ein großes Potential zur verbesserten und zukünftigen Daseinsvorsorge – insbesondere gegenüber einem pauschalen Ausbau der gegebenen Infrastruktur. In diesem Zusammenhang kann durch den bedarfsgerechten Einsatz autonomer Fahrzeuge zum Transport von Personen und Gütern auch ein ökonomischerer Betrieb ermöglicht werden, indem die Personalkosten reduziert und Transportsynergien – besonders im Hinblick auf die steigenden Transportaufkommen im Güterverkehr (Statista, 2021) – genutzt werden. Im Forschungsvorhaben „Kombinom“ wird eine Potenzialanalyse für den Einsatz von autonomen Kleinbussen im ländlichen Raum erstellt. Der Fokus liegt dabei auf der Kombination von Personen- und Güterverkehr. Im Vorhaben wird die Zusammenstellung der zur Simulation notwendigen Daten ausführlich elaboriert und eine datenbasierte Potenzialanalyse für das Konzept durchgeführt. Zusätzlich wird der Ansatz verfolgt, entsprechende Erhebungen zu konzipieren, um nicht vorliegende - aber für die spätere Simulation notwendige - Daten zu erheben bzw. zusammenzutragen. Die erstellten Konzepte werden zur Verfügung gestellt und unterstützen die Aktivitäten von ähnlichen Ansätzen in anderen Kommunen. Anschließend soll in einem Folgeprojekt ein umfassendes Simulationsmodell erarbeitet werden, welches die wechselseitigen Interdependenzen zwischen räumlichen und zeitlichen Einflussgrößen ganzheitlich abbildet und Aufschluss darüber gibt, ob eine kombinierte Nutzung von nachfrageorientierten und autonomen Kleinbussen im ländlichen Raum aus sozialer, ökologischer und ökonomischer Sicht sinnvoll ist.

### 1.1 Motivation und Forschungsfragen

Die Einführung flexibler Bedienungsformen im ländlichen Raum bietet vor allem im Bereich nachfrageorientierter Angebote ein großes Potenzial. Das autonome Fahren ermöglicht in diesem Zusammenhang eine zusätzliche Kostenreduzierung durch die Verringerung der Personalkosten. In Zeiten geringer Personentransportnachfrage (Nebenverkehrszeit und Schwachverkehrszeit) steht das Fahrzeug grundsätzlich auch für anderweitige Transportaufgaben zur Verfügung. Diesbezüglich bietet sich die Abwicklung von lokalen Warenverkehren an. Durch die Kombination von ÖPNV und Logistik entsteht eine Symbiose. Diese Symbiose hat das Potenzial ökologische und ökonomische Einsparungen (Synergien) zu erzeugen und dabei gleichzeitig soziale Mehrwerte zu generieren. Das Ziel des Projektes Kombinom liegt in der Erstellung einer Potenzialanalyse für die Generierung und Zusammenstellung von Bedarfs- und Nachfragedaten im Bereich ÖPNV und Logistik im ländlichen Raum hinsichtlich der Möglichkeit der Evaluierung eines entsprechenden Vorhabens vor dessen eigentlicher Detailerprobung und Umsetzung. Da das kombinierte Verkehrskonzept starke Interdependenzen und Zielkonflikte zwischen räumlichen (z.B. Einwohnerdichte, Verkehrsinfrastruktur) und zeitlichen (z.B. Mobilitätsbedürfnisse, ÖPNV-Angebot) Einflussgrößen aufweist, die in ihrer Gänze ein vielschichtiges, komplexes Realsystem ergeben, und sowohl wirtschaftliche, als auch soziale und ökologische Auswirkungen bestimmt werden sollen, bietet sich zur Detailanalyse der Konzeptauswirkungen eine dynamische Verkehrs- und Verhaltenssimulation an. Diese setzt wiederum eine fundierte Datenbasis bzgl. der Einflussparameter und Strukturgrößen voraus, welche im Rahmen dieses Projektes geschaffen werden sollte.

#### Forschungsfragen:

- Welche Erfolgsfaktoren benötigt ein kombiniertes und autonomes Transportkonzept von Personen und Gütern im ländlichen Raum?
- Welche Daten sind bereits vorhanden?

- Welche Daten müssen noch erhoben werden?
- Wie können diese Daten genutzt werden, um das realtypische System in einem Simulationsmodell mit relevanten Systemgrenzen nachzubilden?
- Wie kann eine Übertragbarkeit der Simulation auf andere Gebiete gewährleistet werden?

## 1.2 Methodisches Vorgehen

Zunächst wurden über eine internetbasierte Sekundär- und Dokumentenanalyse Projekte mit einem zu Kombinom vergleichbaren Ansatz gesucht und verglichen. Hierbei wurde einerseits auf die Hauptmerkmale von Kombinom (autonomer Verkehr, kombinierter Personen- und Gütertransport, ländlicher Raum und Bedarfsverkehre) geachtet, andererseits wurden alle Projekte zudem auf die Nutzbarkeit von Daten untersucht. Für die weiteren Schritte wurden zwei Untersuchungsgebiete festgelegt, um die Datenverfügbarkeit für unterschiedliche ländliche Räume zu prüfen und die Potentiale des kombinierten Verkehrs in Abhängigkeit von unterschiedlichen strukturellen Begebenheit zu prüfen. Die Grenzen des ländlichen Raumes wurden dabei über eine Definition des BBSR (BBSR, 2021b) festgelegt, wobei zudem auf eine möglichst große Spanne zwischen den Merkmalen der Untersuchungsgebiete geachtet wurde. Betrachtet wurden Einwohnerdichte, Zentralität und siedlungsstrukturelle Charakteristika wie bspw. Anbindung oder Erreichbarkeit von Geschäften des täglichen Bedarfs. Für die Einschätzung der Siedlungsstruktur wurden koordinatengenaue Verortungen der Untersuchungsgebiete vorgenommen. Die Informationen und Daten für den nächsten Projektschritt stammen vorwiegend aus Datenbeständen einzelner Verkehrsverbünde. Zusätzlich wurden qualitative Interviews mit entsprechenden (Daten-)Experten durchgeführt. Ähnlich wurde der Datenzugang zu Daten des Güterverkehrs erfasst: Zunächst über eine Überprüfung des Zugangs zu bestehenden Datenquellen im Bereich lokaler Güterverkehre (B2B/B2C). Hierzu wurden die Datenbestände einzelner Logistikverbände und KEP-Dienstleister gesichtet und ausgewertet. Zusätzlich wurden auch hier qualitative Interviews mit entsprechenden (Daten-)Experten durchgeführt. Die genauen Erhebungsmethoden und Datenquellen können der finalen Datenübersicht in Kapitel 2.1.1 entnommen werden. Die Daten wurden anschließend nivelliert und in aufbereiteter Form als Mobilitäts- und Logistikmodelle für die einzelnen Untersuchungsgebiete in einer Datenbank zusammengefasst. Daten und Informationen aus den geführten Interviews und Expertengesprächen flossen anschließend in einen ersten Simulationsprototypen ein, welcher für die Untersuchungsgebiet entwickelt wurde, um die vorliegenden Datenformate sowie die Integration der Mobilitäts- und Logistikmodelle in ein späteres Simulationsmodell zu testen. Schematisch ist dies in Abbildung 1 dargestellt.

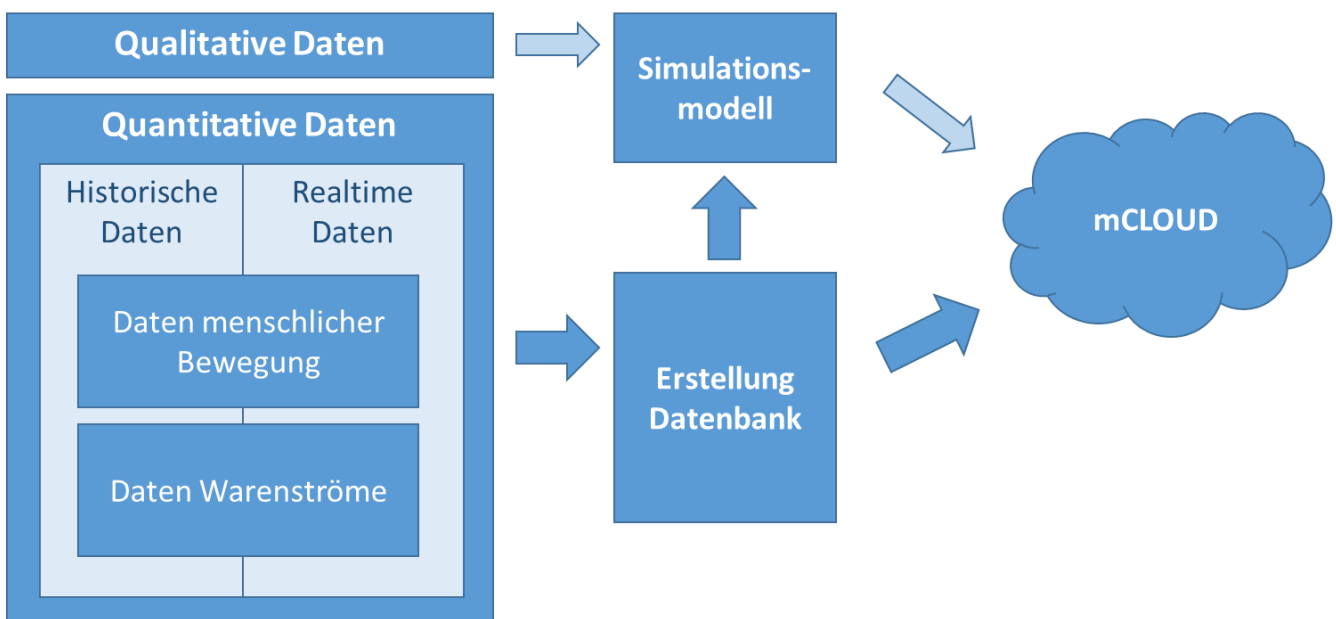


Abbildung 1: Metastruktur der Datenflüsse (Eigene Darstellung)

Im letzten Schritt wurde die Übertragbarkeit analysiert, welche zum Großteil auf der Definition des ländlichen Raumes fußt, allerdings auch von der jeweils individuellen Datenverfügbarkeit abhängt. Abschließend wurden

die nivellierten, auf ihre Simulationsintegrierbarkeit geprüften, Datenmodelle in der mCLOUD zur Verfügung gestellt, während gleichzeitig Handlungsempfehlungen aus den Projekterkenntnissen abgeleitet wurden.

### 1.3 Stand von Wissenschaft und Technik

Kombinom verknüpft die Aspekte des Personen- und Gütertransports, des autonomen Fahrens und der On-Demand Verkehre in ländlichen Gebieten in einer ganzheitlichen Potentialanalyse. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse sind daher deutlich umfassender als bestehende Betrachtungen von Teilsystemen: das Konzept „e-PALETTE“ sieht für einen autonomen Kleinbus ein flexibles Innenraumkonzept vor, das je nach Bedarf verändert werden kann. Es wurde jedoch lediglich das Fahrzeug entwickelt. Eine Potenzialanalyse realer Einsatzmöglichkeiten wurden nicht erstellt (Toyota Deutschland GmbH, 2021). Im Projekt „KombiBUS“ wurde ein kombinierter Transport mit klassischen Linienbussen durchgeführt (raumkom Institut für Raumentwicklung und Kommunikation, o.J.), die Projekte „MultiBus“ und „RTS“ betrachten eine Kombination aus Bedarfsverkehr für Personen und Güter im ländlichen Raum (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 2006; Northern Periphery Programme, 2012). Auch die Studie „Kombinierte Mobilität gestalten“ umfasst nur die zuvor genannten Bereiche (Huwer, 2003). Im Gegensatz zu Kombinom fehlen hier jedoch der autonome Faktor sowie ein Simulationsansatz zur Entwicklung von Daten und Sicherstellung der Ergebnisübertragbarkeit. Im Bereich des autonomen Fahrens betrachten einige Studien und Projekte autonome Fahrzeuge zusammen mit einem kombinierten Verkehr (International Association of Public Transport, o.J.; Götting KG, 2013), teilweise auch im ländlichen Raum (Stadt Iserlohn, o.J.). Allerdings fokussieren die meisten Vorhaben eine Kombination aus autonomen Fahrzeugen und einem Bedarfsverkehr (AVENUE, 2020; Sohjoa Baltic, 2020; Technische Universität München, 2018; I-AT, o.J.), auch hier teilweise zusätzlich im ländlichen Raum (ioki, 2019; HUB CHAIN, 2021; Technische Universität Berlin, o.J.; Interreg, o.J.). In keinem der Vorhaben finden sich jedoch alle Ansätze von Kombinom vertreten, was die ganzheitliche Potenzialbetrachtung bislang einzigartig macht. Diese ist jedoch wichtig, da durch die zahlreichen Wechselwirkungen der Einzelsysteme nur eine ganzheitliche Analyse nachhaltige Konzepte hervorbringen kann. Für die erweiterte Projektsichtung zu Kombinom wurde eine europaweite Evaluierung vergleichbarer Projekte durchgeführt. Vergleichbar bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die wesentlichen Charakteristika von Kombinom: einem Verkehr von autonomen Fahrzeugen, dem kombinierten Transport von Personen und Gütern, einem Fokus auf dem ländlichen Raum und einer bedarfsorientierten Angebotsform (on-demand). Der Forschungsschwerpunkt der Vergleichsprojekte wird herausgearbeitet und die mögliche Nutzung von Daten für Kombinom und mögliche Folgeanalysen geprüft. Insgesamt wurden 33 Projekte in ganz Europa untersucht, eine Übersicht ist im Anhang zu finden. Für die Einzelprojekte werden anschließend detaillierte Projektsteckbriefe erstellt, das Muster hierzu ist Tabelle 1 zu entnehmen:

Projektname			
Zeitraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laufzeit (Modellprojekt/Testprojekt/realer Betrieb)</li> <li>• Verlängerung</li> </ul>		
Untersuchungsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Land</li> <li>• Ort/Region</li> </ul>		
Projektpartner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partner</li> </ul>		
Kriterien Kombinom			
Autonomer Verkehr	X : ja	- : nein	(X) : eingeschränkt
Kombinierter Transport	X : ja	- : nein	(X) : eingeschränkt
Ländlicher Raum	X : ja	- : nein	(X) : eingeschränkt
On-demand	X : ja	- : nein	(X) : eingeschränkt
Forschungsschwerpunkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsschwerpunkte</li> <li>• Forschungsfragen</li> </ul>		
Mögliche Daten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzbare Daten Kombinom</li> </ul>		
Quellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsquellen</li> </ul>		

Tabelle 1: Muster-Projektsteckbrief (Eigene Darstellung)

Die analysierten Projekte werden im Folgenden detailliert aufgelistet.

MultiBus	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11/2001 - 09/2005</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Nähe Wuppertal (Gangelt, Selfkant, Waldfeucht)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WestEnergie und Verkehr GmbH</li> <li>• Ingenieurbüro Harloff Hensel Stadtplanung</li> <li>• Wuppertal Institute für Klima, Umwelt, Energie GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdichtung Mobilitätsangebote im ländl. Raum durch Rufbussystem</li> <li>• Kopplung Personen- und Kleinguttransporte</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, sozial und ökologisch</li> <li>• soziales Marketing und Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>• Voraussetzungen für erfolgr. Bedarfsverkehr gelistet</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten ÖPNV</li> <li>• Fahrgastzahlen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Erfahrungen.pdf">https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Erfahrungen.pdf</a></li> <li>• <a href="https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Dokumentation.pdf">https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Dokumentation.pdf</a></li> <li>• <a href="https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Schlussbericht.pdf">https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Schlussbericht.pdf</a></li> <li>• <a href="https://www.west-verkehr.de/images/pdf/west_multibus_broschuere.pdf">https://www.west-verkehr.de/images/pdf/west_multibus_broschuere.pdf</a></li> <li>• <a href="https://www.west-verkehr.de/index.php/de/ihr-bus/multibus">https://www.west-verkehr.de/index.php/de/ihr-bus/multibus</a></li> </ul>

Tabelle 2: Projektsteckbrief MultiBus (Eigene Darstellung)

KombiBus	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012 – heute</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Uckermark</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interlink GmbH</li> <li>• B&amp;B mbH</li> <li>• Raumkom Institut</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belieferung Dorfläden, touristische Stützpunkte, heimische Lebensmittelproduzenten mit Linienbussen</li> <li>• kostengünstiger Transport kleiner Mengen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://kombibus.de/news">http://kombibus.de/news</a></li> </ul>

Tabelle 3: Projektsteckbrief KombiBus (Eigene Darstellung)

<b>MULI - Buslorry with multiple use goods and passenger transport</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1998 - 1999</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland / Schweden</li> <li>• Berlin / Region Älvsborg</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berliner Verkehrsbetriebe GmbH</li> <li>• Overbruck Courier</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inwieweit können öffentlicher Personen- und Gütertransport kombiniert werden?</li> <li>• "Switched Mode" Berlin</li> <li>• Personen Transport nachts (Schwachlastzeiten), tagsüber Vermietung an KEP</li> <li>• Schweden "Shared Mode"</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Erfahrungen.pdf">https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Erfahrungen.pdf</a> (Kap. 3.3)</li> </ul>

Tabelle 4: Projektsteckbrief MULI (Eigene Darstellung)

<b>MoLa.opt</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 05/2016 – 04/2017</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Hessen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frankfurt University of Applied Sciences</li> <li>• Hochschule RheinMain</li> <li>• Rhein-Main-Verkehrsverbund</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimale Angebotsformen im ländlichen Raum</li> <li>• Es werden verschiedene Leitfäden zu alternativer Mobilität aufgeführt</li> <li>• Planungsgrundlagen: Nahverkehrsplan, ÖPNV-Netz</li> <li>• Erfolgsfaktoren für alternative Mobilität aufgeführt</li> <li>• Planungsverfahren zu Mobilität im ländlichen Raum entworfen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• integrierten Planungsverfahren zur nachhaltigen Sicherung der Mobilität im ländlichen Raum</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/2._Vortrag_Becker_FRA-UAS.pdf">https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/2._Vortrag_Becker_FRA-UAS.pdf</a></li> <li>• <a href="https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/Abschlussbericht_MoLa.opt_Textteil.pdf">https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/Abschlussbericht_MoLa.opt_Textteil.pdf</a></li> </ul>

Tabelle 5: Projektsteckbrief MoLa.opt (Eigene Darstellung)

<b>SHOW - Shared automation Operating models for Worldwide adoption</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020 - 2024</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Europa</li> <li>• 20 Städte in ganz Europa (u.a. in DE, SP, AU, IT,...)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektkoordinator: International Association of Public Transport</li> <li>• 69 Partner aus 13 EU-Ländern</li> <li>• Ausweitung um 11 Organisationen weltweit (in USA, Südkorea, Australien, China, Japan, Singapur, u.a.)</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connected AVs for sustainable urban transport: find technical solutions, business models and priority scenarios</li> <li>• shared concepts entwickeln für Public transport, demand responsive transport, MaaS und Laas</li> <li>• Akzeptanz, Kosteneffizienz, System für Datensammlung, Guidelines</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Ergebnisse frei zugänglich, Bestätigung der Europäischen Kommission ausstehend</li> <li>• <a href="https://show-project.eu/media/deliverables/">https://show-project.eu/media/deliverables/</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ecosystem actor's needs, wants &amp; priorities &amp; user experience exploration tools</li> <li>○ SHOW Use cases</li> <li>○ Benchmarking of existing business / operating models &amp; best practices</li> <li>○ Proposed business / operating models &amp; mapping to UCs and Pilot sites</li> <li>○ Analysis report on legal, regulatory, institutional frameworks</li> <li>○ SHOW updated Ethics manual &amp; Data Protection Policy and Data Privacy Impact Assessment</li> <li>○ Open modular system architecture and tools – first version</li> <li>○ Evaluation Framework</li> <li>○ Pilot experimental plans, KPIs definition &amp; impact assessment framework for pre-demo evaluation</li> <li>○ Simulation scenarios and tools</li> <li>○ SHOW Project Management Plan, Quality Assurance and Risk Assessment Plan</li> <li>○ Data Management Plan (DMP) – 1st version</li> <li>○ Dissemination and Communication Plan</li> <li>○ Dissemination material and mechanisms of the project</li> <li>○ Market Study</li> </ul> </li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://show-project.eu/objectives/">https://show-project.eu/objectives/</a></li> <li>• <a href="https://show-project.eu/2020/10/14/business-operating-models-for-ccam-first-insights-show/">https://show-project.eu/2020/10/14/business-operating-models-for-ccam-first-insights-show/</a></li> </ul>

Tabelle 6: Projektsteckbrief SHOW (Eigene Darstellung)

<b>RealLabHH</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 07/2020 – 12/2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• ländl. Raum um Hamburg (Lurup, Osdorf, Billbrook, Ahrensburg, Storman, Süderelbe/Winsen)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein</li> <li>• Technische Universität Hamburg</li> <li>• Süderelbe AG</li> <li>• Klima Schutz Ahrensburg</li> <li>• Landkreis Harburg</li> <li>• KVG Stade GmbH &amp; Co. KG</li> <li>• Kreis Stormarn</li> <li>• Ioki GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Teilprojekte im Raum Hamburg</li> <li>• nachhaltiger, sicherer, komfortabler, zuverlässiger Verkehr durch Digitalisierung?</li> <li>• Mobilitätsplattform</li> <li>• Einbeziehung Bürger</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilitätsanalyse Pendlerströme, 1 Millionen Wege in verschiedenen Landkreisen analysiert</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://ioki.com/ein-jahr-ioki-hamburg-innovativer-shuttle-service-erfolgreich-etabliert/">https://ioki.com/ein-jahr-ioki-hamburg-innovativer-shuttle-service-erfolgreich-etabliert/</a></li> <li>• <a href="https://www.deutschebahn.com/pr-hamburg-de/aktuell/presseinformationen/DB-Tochter-ioki-bringt-On-Demand-Shuttles-in-den-laendlichen-Raum-Drei-neue-Testregionen-im-Reallabor-Hamburg-5553578">https://www.deutschebahn.com/pr-hamburg-de/aktuell/presseinformationen/DB-Tochter-ioki-bringt-On-Demand-Shuttles-in-den-laendlichen-Raum-Drei-neue-Testregionen-im-Reallabor-Hamburg-5553578</a></li> <li>• <a href="https://www.internationales-verkehrswesen.de/reallabhh-intelligente-mobilitaetsloesungen-fuer-die-metropolregion-hamburg/">https://www.internationales-verkehrswesen.de/reallabhh-intelligente-mobilitaetsloesungen-fuer-die-metropolregion-hamburg/</a></li> <li>• <a href="https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/news/startschuss-fuer-reallabhh-hamburg-erprobt-die-digitale-mobilitaet-von-morgen-im-alltag/">https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/news/startschuss-fuer-reallabhh-hamburg-erprobt-die-digitale-mobilitaet-von-morgen-im-alltag/</a></li> <li>• <a href="https://vhhbus.de/ioki-hamburg/">https://vhhbus.de/ioki-hamburg/</a></li> <li>• <a href="https://itsworldcongress.com/wp-content/uploads/2020/05/190520_ITS-Broschu%CC%88re-eng_final.pdf">https://itsworldcongress.com/wp-content/uploads/2020/05/190520_ITS-Broschu%CC%88re-eng_final.pdf</a></li> </ul>

Tabelle 7: Projektsteckbrief RealLabHH (Eigene Darstellung)



<b>iMona - intelligente Mobilität und Nahversorgung für den Landkreis Freyung-Grafenau</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 03/2017 – 03/2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• LK Freyung-Grafenau</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Universität Dresden</li> <li>• Landratsamt Freyung-Grafenau</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befragung Nutzeranforderungen in Dorfläden</li> <li>• Akzeptanzsteigernde Maßnahmen Mitfahrbankprojekte</li> <li>• Zahlungsbereitschaft analysieren</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.imona-frg.de/downloads/">https://www.imona-frg.de/downloads/</a></li> </ul>

Tabelle 8: Projektsteckbrief iMona (Eigene Darstellung)

<b>Hub Chain</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018 – 2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Ländlicher Raum, Osnabrück und Elde-Quellgebiet</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.</li> <li>• Institut für Verkehrssystemtechnik</li> <li>• Dornier Consulting International GmbH</li> <li>• HaCon Ingenieurgesellschaft mbh</li> <li>• Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V.</li> <li>• Institut in der Forschungs-GmbH Wismar</li> <li>• Stadtwerke Osnabrück AG</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-demand mit Taktverkehren verknüpfen</li> <li>• autonome Kleinbusse als Zubringer zum Stadtbussystem</li> <li>• Erstellung Mobilitätsplattform</li> <li>• Fokus Nutzerbedarfe und rechtliche Fragen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.hubchain.de/projektvorhaben/konzept/">https://www.hubchain.de/projektvorhaben/konzept/</a></li> </ul>

Tabelle 9: Projektsteckbrief Hub Chain (Eigene Darstellung)

AutoNV-opr	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018 – 06/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Umland Berlin (Wusternhausen/Dosse)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Universität Berlin</li> <li>• Ostprignitz-Ruppiner Personennahverkehrsgesellschaft mbH</li> <li>• Regionalentwicklungsgesellschaft Nordwestbrandenburg mbH</li> <li>• Technische Universität Dresden</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akzeptanzuntersuchung</li> <li>• Erfahrungen in realer Umgebung</li> <li>• Umwelt und gesellschaftlich-soziale Effekte</li> <li>• Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit</li> <li>• Bedingungen und Chancen für nachhaltigen Einsatz automatisierter Flotten als Teil des ÖPNV im ländl. Raum identifizieren</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzerakzeptanz</li> <li>• Fahrzeugdaten</li> <li>• Routing</li> <li>• Fahrgastzählungen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.autonv.de/forschungsvorhaben/">https://www.autonv.de/forschungsvorhaben/</a></li> </ul>

Tabelle 10: Projektsteckbrief AutoNV-opr (Eigene Darstellung)

Sohjoa Baltic Project	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/2017 – 09/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finland, Estonia, Sweden, Latvia, Poland, Norway and Denmark</li> <li>• Helsinki, Tallinn, Kongsberg, Gdansk, Zemgale, Vejle (cancelled)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interreg Baltic Sea Region</li> <li>• European Regional Development Fund</li> <li>• Metropolia</li> <li>• Forum Virium Helsinki</li> <li>• Trafi – Finnish Transport Safety Agency</li> <li>• Flou</li> <li>• Chalmers</li> <li>• Zemgale Planning Region</li> <li>• IKEM</li> <li>• Gdansk</li> <li>• Kongsberg Kommune</li> <li>• Vejle Kommune</li> <li>• Tal Tech</li> <li>• Tallinna Transpordiamet</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation, UE, Effizienz autonomer Transporte</li> <li>• Richtlinien zur Einführung und Konzeptionierung des Einsatzes</li> <li>• rechtliche Rahmenbedingungen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.sohjoabaltic.eu/">https://www.sohjoabaltic.eu/</a></li> <li>• <a href="https://www.theseus.fi/handle/10024/346292">https://www.theseus.fi/handle/10024/346292</a></li> </ul>

Tabelle 11: Projektsteckbrief Sohjoa Baltic Project (Eigene Darstellung)

AVENUE	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>05/2018 – 04/2022</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Europa</li> <li>Genf, Lyon, Kopenhagen und Luxemburg</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Université de Genève</li> <li>NAVYA SAS</li> <li>Centrale Supélec</li> <li>Hochschule Pforzheim</li> <li>Transport publics genevois</li> <li>Bestmile</li> <li>CERTH</li> <li>Holo (zuvor: Autonomous Mobility)</li> <li>Sales-Lentz</li> <li>Keolis Lyon</li> <li>Esch-sur-Alzette</li> <li>Siemens AG</li> <li>C.E.E.S.A.R.</li> <li>Republique et canton de Genève</li> <li>Virtual Vehicle</li> <li>AVL</li> <li>Mobile Thinking</li> <li>PostAuto AG</li> <li>Commune de Sion</li> <li>Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Straßenverhalten- und Sicherheit</li> <li>ökonomische, soziale und umweltfreundliche Vorteile evaluieren</li> <li>Roadmap und Businessplan für die Einführung autonomer Fahrzeuge im ÖPNV entwickeln</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://h2020-avenue.eu/summery/">https://h2020-avenue.eu/summery/</a></li> </ul>

Tabelle 12: Projektsteckbrief AVENUE (Eigene Darstellung)

I-AT – Interreg Automated Transport	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018 – 2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Aachen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ministerie van Economische Zaken en Klimaat</li> <li>Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen</li> <li>Provincie Noord-Brabant</li> <li>Provincie Overijssel</li> <li>Provincie Gelderland</li> <li>Interreg Deutschland Nederland</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erprobung und Realisierung eines automatisierten grenzüberschreitenden Pendlerverkehrs mit autonomen On-Demand-Kleinbussen im ÖPNV</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.i-at.eu/iatdeutsch">https://www.i-at.eu/iatdeutsch</a></li> </ul>

Tabelle 13: Projektsteckbrief I-AT (Eigene Darstellung)

<b>OTS 1.0</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017 – 2018</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Gelände der Siemens AG in München-Perlach</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siemens AG</li> <li>• Technische Universität München</li> <li>• Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (Universität Greifswald)</li> <li>• IAV GmbH</li> <li>• Emm! Solutions GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept für optimiertes Transportsportsystem basierend auf autonomen Fahrzeugen</li> <li>• Analyse des Rechtsrahmens und Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die Umsetzungsstrategie</li> <li>• Betrachtung verschiedener Geschäftsmodelle für den Betrieb autonomer Shuttles.</li> <li>• Konzeptionierung der möglichen städtebaulichen Integration</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2019-01/OTS%201.0%20Abschlussbericht.pdf">https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2019-01/OTS%201.0%20Abschlussbericht.pdf</a></li> </ul>

Tabelle 14: Projektsteckbrief OTS 1.0 (Eigene Darstellung)

<b>a-BUS Iserlohn – New Mobility Lab</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seit 05/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Iserlohn</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadt Iserlohn</li> <li>• Stadtwerke Iserlohn GmbH</li> <li>• Fachhochschule Südwestfalen</li> <li>• Märkische Verkehrsgesellschaft GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	(X)
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemverfügbarkeit, Nutzerakzeptanz, Flexibilität</li> <li>• Zusammenwirken mit intelligenten Lösungen für Kommunikation, Energieversorgung und Logistik</li> <li>• Ladeinfrastruktur</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://a-bus-iserlohn.de">http://a-bus-iserlohn.de</a></li> </ul>

Tabelle 15: Projektsteckbrief a-BUS Iserlohn (Eigene Darstellung)

<b>FABULOUS</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>04/2018 - 10/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norway, Finland, Estonia, Greece, Netherland</li> <li>Gjesdal, Helsinki, Tallinn, Lamia, Helmond</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forum Virium Helsinki, Finland</li> <li>Ministry of Economic Affairs and Communications, Estonia</li> <li>Municipality of Gjesdal, Norway</li> <li>Municipality of Helmond, Netherlands</li> <li>Municipality of Lamia, Greece</li> <li>Sociedade Transportes Colectivos do Porto (STCP),</li> <li>Public transport service provider in the Metropolitan area of Porto, Portugal</li> <li>Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Finland</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proof of concept: Management autonomer Bus-Flotten</li> <li>Funktionalität, Interaktion mit Umgebung, Sicherheit</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://fabulos.eu/pilots-in-five-partnering-countries/">https://fabulos.eu/pilots-in-five-partnering-countries/</a></li> <li><a href="https://fabulos.eu/fabulos-precommercial-procurement/">https://fabulos.eu/fabulos-precommercial-procurement/</a></li> <li><a href="https://www.intelligenttransport.com/transport-news/100144/fabulos-project-to-trial-autonomous-bus-fleets-in-five-european-cities/">https://www.intelligenttransport.com/transport-news/100144/fabulos-project-to-trial-autonomous-bus-fleets-in-five-european-cities/</a></li> </ul>

Tabelle 16: Projektsteckbrief FABULOUS (Eigene Darstellung)

<b>TERMINAL</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>01/2019 - 12/2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland, Frankreich, Luxemburg</li> <li>Überherrn (bei Saarlouis)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Htw Saar</li> <li>Technische Universität Kaiserslautern</li> <li>Universität Luxemburg</li> <li>Universität Lorraine</li> <li>Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland</li> <li>Utopian Future Technologies SA</li> <li>Moselle</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erprobung und Realisierung eines automatisierten grenzüberschreitenden Pendlerverkehrs mit autonomen On-Demand-Kleinbussen im ÖPNV</li> <li>Handlungsempfehlungen zur Einführung, Nutzerakzeptanz, Wirtschaftlichkeit, Übertragbarkeit</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://terminal-interreg.eu">https://terminal-interreg.eu</a></li> </ul>

Tabelle 17: Projektsteckbrief TERMINAL (Eigene Darstellung)

<b>Garantiert mobil!</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 08/2017 - 09/2019</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Odenwaldkreis</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odenwald-Regional-Gesellschaft mbH</li> <li>• Nordhessischer Verkehrsbund NVV</li> <li>• U.a.</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-demand Verkehre im ländlichen Raum mittels online-Buchungssystem (App) nutzen</li> <li>• Optimierung des ÖPNV-Angebotes zwischen den Ortschaften und den jeweiligen Zentren</li> <li>• Rechtsgrundlage klären und Hardware schaffen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.odenwaldmobil.de/nahverkehr/garantiert-mobil/">https://www.odenwaldmobil.de/nahverkehr/garantiert-mobil/</a></li> </ul>

Tabelle 18: Projektsteckbrief Garantiert mobil! (Eigene Darstellung)

<b>Hopper</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seit 06/2019</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Offenbach (Hainburg · Mainhausen · Seligenstadt)</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisverkehrsgesellschaft Offenbach mbH</li> <li>• loki GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-demand Verkehre im ländlichen Raum mittels online-Buchungssystem (App) nutzen</li> <li>• Optimierung des ÖPNV-Angebotes zwischen den Ortschaften und den jeweiligen Zentren</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.kvgof-hopper.de/">https://www.kvgof-hopper.de/</a></li> <li>• <a href="https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/region-und-hessen/kreis-offenbach-hopper-fahrzeuge-ergaenzen-den-oepnv-16340074.html">https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/region-und-hessen/kreis-offenbach-hopper-fahrzeuge-ergaenzen-den-oepnv-16340074.html</a></li> <li>• <a href="https://mobilitymag.de/hopper-sammeltaxi-offenbach/">https://mobilitymag.de/hopper-sammeltaxi-offenbach/</a></li> <li>• <a href="https://www.seligenstadt.de/aktuelles/pressemitteilungen/06-2019/der-kleine-bus-der-immer-kann-mit-dem-hopper-schnell-und-flexibel-zum-wunschziel/">https://www.seligenstadt.de/aktuelles/pressemitteilungen/06-2019/der-kleine-bus-der-immer-kann-mit-dem-hopper-schnell-und-flexibel-zum-wunschziel/</a></li> </ul>

Tabelle 19: Projektsteckbrief Hopper (Eigene Darstellung)

<b>MainzRIDER</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seit 09/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Mainz</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mainzer Verkehrsgesellschaft mbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung / Ergänzung des Mainzer Verkehrsnetzes</li> <li>• Pilotversuch ab Sep. 2020 zwischen 18:00 - 4:00</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.mainzer-mobilitaet.de/de-de/mehr-mobilitaet/mainzrider">https://www.mainzer-mobilitaet.de/de-de/mehr-mobilitaet/mainzrider</a></li> <li>• <a href="https://sensor-magazin.de/mainzrider-ab-mai-als-neues-shuttle-angebot/">https://sensor-magazin.de/mainzrider-ab-mai-als-neues-shuttle-angebot/</a></li> </ul>

Tabelle 20: Projektsteckbrief MainzRIDER (Eigene Darstellung)

<b>RTS - Rural Transport Solutions 4.5</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 09/2009 – 08/2012</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Europa</li> <li>• Finnland, Schweden, Schottland, Island</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• County Council of Västernorrland, Sweden</li> <li>• Dumfries and Galloway Council, Scotland</li> <li>• Development Center of East Iceland, Iceland</li> <li>• Shetland Islands Council, Scotland</li> <li>• Pielinen Karelia Development Center Ltd, Nurmes, Finland</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Wege finden, um steuerpflichtige oder subventionierte öffentliche Verkehrsmittel mit privaten Verkehrsmitteln zu kombinieren, um nachhaltige Verkehrssysteme zu organisieren und die Verkehrsbedürfnisse von Unternehmen, Schulen, Krankenhäusern, Organisationen des Gesundheits- und Sozialwesens, Arbeitgebern, Handelskammern, Hotels und anderen Tourismusbranchen zu erfüllen und Privatpersonen.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachfragedaten</li> <li>• ÖPNV-Nutzung</li> <li>• Tripdaten</li> <li>• Verkehrsvolumina</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.northernperiphery.eu/en/projects/show/&amp;tid=70">https://www.northernperiphery.eu/en/projects/show/&amp;tid=70</a></li> </ul>

Tabelle 21: Projektsteckbrief RTS (Eigene Darstellung)

PERHT - Parking Green Services for Better Environment in Historic Towns	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10/2012 – 03/2016</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Italien</li> <li>Treviso</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACTT Spa - Azienda Consorzio Trevigiano Trasporti</li> <li>Treviso Municipality</li> <li>MemEx Srl Livorno</li> <li>Softeco Sismat Srl Genova</li> <li>European Association of Historic Towns and Regions (EAHTR) Norwich</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung der verkehrlichen Umweltbelastung durch Einführung flexibler Parksysteme; Integration von Parkdiensten in öffentliche Verkehrsmittel und kollektive Mobilitätsdienste, Förderung der Inanspruchnahme von Elektromobilität für Güter und Personenverkehr</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobile GPS Daten</li> <li>Verkehrsdichte</li> <li>Fahrverhalten</li> <li>Online-Parkinformationen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&amp;n_proj_id=4227">https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&amp;n_proj_id=4227</a></li> </ul>

Tabelle 22: Projektsteckbrief PERHT (Eigene Darstellung)

Kombinierte Mobilität gestalten: Die Schnittstelle ÖPNV – CarSharing	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2000 – 2003</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Mannheim, Aachen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Universität Kaiserslautern</li> <li>Weitere Partner in den Modellstädten</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	(X)
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung des Annahmeprozesses, Mobilitätsverhaltes und der Kundenzufriedenheit im Hinblick auf die kombinierte Nutzung von ÖPNV und Car-Sharing, um Effekte und Erfolgsfaktoren dieses kombinierten Angebotes zu ermitteln.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrgastzahlen</li> <li>Car-Sharing Nutzerzahlen</li> <li>Nutzerfeedback (aus Umfragen)</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://d-nb.info/96728273X/34">https://d-nb.info/96728273X/34</a></li> </ul>

Tabelle 23: Projektsteckbrief Kombinierte Mobilität gestalten: Die Schnittstelle ÖPNV – CarSharing (Eigene Darstellung)



<b>IRMA - Integrated Real-time Mobility Assistant</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2011 – 2014</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weltweit, Leitung in Italien</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Italien: Comune di Pavia, Università di Pavia, Università di Milano Bicocca, Ferrovie dello Stato</li> <li>• Frankreich: Université Blaise Pascal, SGT, GAIPAR</li> <li>• Spanien: Ayuntamiento di Barcellona, Agenzia Ecologia Urbana, Urbisup Consultant, ATOS</li> <li>• Brasilien: Campinha Grande (Paraiba)</li> <li>• China: Harbin Institute of Technology, City of Weihai (Shandong)</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	(X)
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befasst sich mit der Mobilität von Einzelpersonen und zielt auf ein Szenario in naher Zukunft ab, in dem grüne, geteilte/shared und öffentliche Verkehrsmittel private Transporte ersetzen. Forschungsfrage: Wie kann ein geräte- und plattformübergreifendes System aussehen, das es Benutzern einerseits ermöglicht, eine multimodale Mobilität zu verwalten, und andererseits die Behörde bei der Analyse und Überwachung der Effizienz und Effektivität der Mobilität unterstützt?</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrplandaten</li> <li>• Sensordaten (z.B. Verkehr)</li> <li>• Positionsdaten</li> <li>• GPS Daten</li> <li>• Transitdaten</li> <li>• Verkehrsvolumina und -zeiten</li> <li>• Navigationsdaten</li> <li>• Nutzerfeedback (aus Interviews und sozialen Medien)</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www-wp.unipv.it/mobilitymanagement/progetti-di-ricerca/irma-integrated-real-time-mobility-assistant/">http://www-wp.unipv.it/mobilitymanagement/progetti-di-ricerca/irma-integrated-real-time-mobility-assistant/</a></li> </ul>

Tabelle 24: Projektsteckbrief IRMA (Eigene Darstellung)

<b>URBeLOG - Urban Electronic Logistics</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 06/2015 – 12/2017</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Italien</li> <li>• Mailand, Turin</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telecom Italia</li> <li>• FIT Consulting</li> <li>• Politecnico di Torino,</li> <li>• Scuola Superiore Sant'Anna,</li> <li>• Università Commerciale Luigi Bocconi</li> <li>• TNT</li> <li>• TeMA srl</li> <li>• IVECO</li> <li>• Italdata</li> <li>• Municipality of Milano</li> <li>• Municipality of Torino</li> <li>• Municipality of Genova</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	(X)
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung einer offenen, dynamischen und kooperativen Telematikplattform, welche die Dienste und Anwendungen für die Logistik der letzten Meile in städtischen Gebieten bereitstellt. Dazu gehören die Aggregation des Transport-Ökosystems der Stakeholder und die Verwaltung der Vertriebsprozesse - von der Produktion bis zur Lieferung - in Echtzeit.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flottendaten</li> <li>• Kundeninformationen</li> <li>• Nachfragedaten</li> <li>• Städtische Infrastruktur</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://trimis.ec.europa.eu/project/urban-electronic-logistics">https://trimis.ec.europa.eu/project/urban-electronic-logistics</a></li> </ul>

Tabelle 25: Projektsteckbrief URBeLOG (Eigene Darstellung)

<b>marion - Mobile autonomous, cooperative robots in complex value chains</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 08/2010 – 07/2013</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Bremen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH</li> <li>• STILL GmbH</li> <li>• Siemens IT Solutions and Services GmbH (C-LAB)</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierung von Arbeitsprozessen in der Intralogistik und Landwirtschaft mittels der kollaborativen Steuerung von autonomen Fahrzeugen</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Räumliche Daten (Gebäudelayout etc.)</li> <li>• Interaktive Bewegungsdaten</li> <li>• Positionsdaten</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://robotik.dfki-bremen.de/en/research/projects/marion.html">https://robotik.dfki-bremen.de/en/research/projects/marion.html</a></li> </ul>

Tabelle 26: Projektsteckbrief marion (Eigene Darstellung)

Decentralized, agent-based self-control of automated guide vehicle systems	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>07/2011 – 06/2013</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Hannover</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuyts Engineering</li> <li>OFFIS Institut für Informatik</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konzept zur dezentralen Steuerung und Kontrolle von FTF mittel agentenbasierter Steuerung</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensordaten (Fahrzeuge)</li> <li>Prozessdaten</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.iph-hannover.de/en/research/research-projects/?we_objectID=2342">https://www.iph-hannover.de/en/research/research-projects/?we_objectID=2342</a></li> </ul>

Tabelle 27: Projektsteckbrief Decentralized, agent-based self-control of automated guide vehicle systems (Eigene Darstellung)

SMARTA - Smart rural transport areas	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seit 03/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Europa</li> <li>Alle Mitgliedsstaaten der EU</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MemEx</li> <li>University of Aberdeen</li> <li>European Integrated Projects</li> <li>Transport &amp; Mobility Leuven</li> <li>Vectos</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung eines intelligenten Netzwerks von Sensoren für Fahrzeuge, Verkehrsinfrastruktur und Güter; Entwicklung von Cloud-Infrastrukturen für die Verwaltung und Verbreitung von Daten; Einrichtung von Speicherbereichen für Daten und Anwendungen, die auf die Entwicklung und Aggregation von Datensätzen und Anwendungen abzielen, die auf den über das Sensornetzwerk gesammelten primären Transportdaten basieren.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessdaten</li> <li>Nachfragedaten</li> <li>ÖPNV-Nutzung</li> <li>Navigationsdaten</li> <li>Transitdaten</li> <li>Verkehrsvolumina</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://ruralsharedmobility.eu/#">https://ruralsharedmobility.eu/#</a></li> </ul>

Tabelle 28: Projektsteckbrief SMARTA (Eigene Darstellung)

ITS - Intelligent Transport Systems	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seit 10/2016</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Griechenland</li> <li>• Attiki, Kentriki Makedonia, Kriti</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Europäische Kommission und weitere</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines intelligenten Netzwerks von Sensoren für Fahrzeuge, Verkehrsinfrastruktur und Güter; Entwicklung von Cloud-Infrastrukturen für die Verwaltung und Verbreitung von Daten; Einrichtung von Speicherbereichen für Daten und Anwendungen, die auf die Entwicklung und Aggregation von Datensätzen und Anwendungen abzielen, die auf den über das Sensornetzwerk gesammelten primären Transportdaten basieren.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensordaten (Fahrzeuge, stationär)</li> <li>• Kartendaten</li> <li>• Positionsdaten</li> <li>• Transitdaten</li> <li>• Navigationsdaten</li> <li>• Prozessdaten</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://ec.europa.eu/eipp/desktop/en/projects/project-86.html">https://ec.europa.eu/eipp/desktop/en/projects/project-86.html</a></li> </ul>

Tabelle 29: Projektsteckbrief ITS (Eigene Darstellung)

SaLSa - Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 03/2010 – 04/2013</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Göttingen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer IML</li> <li>• Götting KG</li> <li>• Ifm syntron GmbH</li> <li>• OFFIS Institut für Informatik</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung autonomer FTF zum Betrieb im Außenbereich sowie Bestimmung der rechtlichen Rahmenbedingungen</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensordaten (Fahrzeuge, stationär)</li> <li>• Kartendaten</li> <li>• Prozessdaten</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.goetting.de/news/2013/salsa-abschluss">https://www.goetting.de/news/2013/salsa-abschluss</a></li> </ul>

Tabelle 30: Projektsteckbrief SaLSa (Eigene Darstellung)

<b>SMARTA 2 - Sustainable Rural Mobility</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seit 09/2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Europa</li> <li>• Tirol, Trikala, Agueda, Brasov</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q-Plan International</li> <li>• White Research</li> <li>• Brasov Metropolitan Agency for Sustainable Development</li> <li>• E-trikala S.A.</li> <li>• Municipality of Águeda</li> <li>• Regional Management Osttirol</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasste Umsetzung geteilter Mobilitätsangebote in prototypischen Gebieten Europa und anschließende Messung des Wirkungsgrades sowie Evaluierung der Einzelkonzepte.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessdaten</li> <li>• Nachfragedaten</li> <li>• ÖPNV-Nutzung</li> <li>• Navigationsdaten</li> <li>• Transitdaten</li> <li>• Verkehrsvolumina</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://ruralsharedmobility.eu/smarta-2/">https://ruralsharedmobility.eu/smarta-2/</a></li> </ul>

Tabelle 31: Projektsteckbrief SMARTA 2 (Eigene Darstellung)

<b>Innovationen für die Zukunft logistischer Transportdienstleistungen in ländlich geprägten Räumen in Baden-Württemberg</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01/2020 – 01/2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland</li> <li>• Baden-Württemberg</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochschule Heilbronn</li> <li>• Fraunhofer IAO</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	(X)
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausarbeitung der Problemlagen der Logistik im ländlichen Raum in einem partizipativen Forschungsansatz sowie Skizzierung von Potenzialen einer digital vernetzten, weitgehend emissionsfreien Logistik</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessdaten</li> <li>• Nachfragedaten</li> <li>• Navigationsdaten</li> <li>• Verkehrsvolumina</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.logwert.de/de/projekte/lila.html">https://www.logwert.de/de/projekte/lila.html</a></li> </ul>

Tabelle 32: Projektsteckbrief Innovationen für die Zukunft logistischer Transportdienstleistungen in ländlich geprägten Räumen in Baden-Württemberg (Eigene Darstellung)

LandLogistik - Landlogistik für das Land Brandenburg	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12/2016 – 06/2018</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Brandenburg</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interlink GmbH</li> <li>Transinet GmbH</li> <li>Fahrplangesellschaft B&amp;B mbH</li> <li>Milchviehbetrieb Wolters GmbH</li> <li>Bauernkäserei Wolters GmbH</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	-
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung einer standardisierten Informations- und Dispositionssoftware, die bestehende Frachtraumkapazitäten aus dem Güter- und Personenverkehr verknüpft. Die Abwicklung und Optimierung des Transportprozessablaufes soll unterstützt sowie spezifische Transportvoraussetzungen und Sendungsrückverfolgung berücksichtigt werden.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedaten</li> <li>ÖPNV-Nutzung</li> <li>Prozessdaten</li> <li>Verkehrsvolumina</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://eip-agri.brandenburg.de/eip-agri/de/projekte/landlogistik-&gt;-beendet/">https://eip-agri.brandenburg.de/eip-agri/de/projekte/landlogistik-&gt;-beendet/</a></li> </ul>

Tabelle 33: Projektsteckbrief LandLogistik (Eigene Darstellung)

MOD	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seit 10/2016</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>USA</li> <li>Washington</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transportation Technical Assistance Coordination Library (TACL)</li> <li>National Aging and Disability Transportation Center (NADTC)</li> <li>National Center for Applied Transit Technology (N-CATT)</li> <li>National Center for Mobility Management (NCMM)</li> <li>National Rural Transit Assistance Program (National RTAP)</li> <li>Shared-Use Mobility Center (SUMC)</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung eines multimodalen, integrierten, automatisierten, zugänglichen und vernetzten Verkehrssystems.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von On-Demand-Informationen, Echtzeitdaten und prädiktiven Analysen.</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.transit.dot.gov/research-innovation/mobility-demand-mod-sandbox-program">https://www.transit.dot.gov/research-innovation/mobility-demand-mod-sandbox-program</a></li> </ul>

Tabelle 34: Projektsteckbrief MOD (Eigene Darstellung)

Linie 12	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>03/2018 – 06/2019</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schweiz</li> <li>Schaffhausen</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Swiss Transit Lab</li> <li>vb/sh</li> <li>CMD Management Group</li> <li>Ferrostaal</li> <li>batix</li> <li>AWK Group</li> <li>sh.ch</li> <li>die Mobiliar</li> <li>Photognosis</li> <li>power2data</li> <li>Swiss Association for autonomous Mobility</li> <li>Trapeze</li> <li>nrp</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>durchgängiges Mobilitätskonzept (Mobility-as-a-Service) mit geplantem First- und Last-Mile-Konzept in bestehende ÖV-Linien</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedaten</li> <li>Prozessdaten</li> <li>Akzeptanz</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.swisstransitlab.com/de/linie-12">https://www.swisstransitlab.com/de/linie-12</a></li> </ul>

Tabelle 35: Projektsteckbrief Linie 12 (Eigene Darstellung)

TaBuLaLOG - Kombiniertes Personen- und Warentransport in automatisierten Shuttles	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>01/2020 – 12/2021</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Lauenburg/Elbe</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Institut für Verkehrsplanung (TUHH)</li> <li>Kreis Herzogtum Lauenburg</li> <li>Büro AutoBus</li> <li>Siemens Mobility GmbH</li> <li>E&amp;K Automation</li> <li>Stadt Lauenburg/Elbe</li> <li>Versorgungsbetriebe Elbe GmbH</li> <li>Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH</li> <li>LaLoG LandLogistik</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	X
<b>Ländlicher Raum</b>	-
<b>On-demand</b>	-
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integration des Warentransportes in den bestehenden, realen und automatisierten Busbetrieb; automatisierte Transportroboterplattform als Schnittstelle; Ableitungen über mögliche weitere Anwendungsgebiete aber auch Handlungsempfehlungen für städtische Organisationen, Verkehrsunternehmen und Technologiehersteller</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedaten</li> <li>Prozessdaten/technische Anforderungen</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://cgi.tu-harburg.de/~c00itlww/projekte/kombinierter-personen-und-warentransport-in-automatisierten-shuttles-tabulalog/">https://cgi.tu-harburg.de/~c00itlww/projekte/kombinierter-personen-und-warentransport-in-automatisierten-shuttles-tabulalog/</a></li> </ul>

Tabelle 36: Projektsteckbrief TaBuLaLOG (Eigene Darstellung)

<b>SAM - Südwestfalen Autonom &amp; Mobil</b>	
<b>Zeitraum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>03/2019 – 2020</li> </ul>
<b>Untersuchungsgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland</li> <li>Drolshagen, Lennestadt</li> </ul>
<b>Projektpartner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drolshagen</li> <li>Lennestadt</li> <li>Zweckverband Personen-nahverkehr Westfalen-Süd</li> <li>Krah Gruppe</li> <li>Region Südwestfalen</li> <li>Mennekes</li> <li>Bigge Energie</li> <li>Wern Group</li> <li>NutsOne</li> <li>Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung</li> </ul>
<b>Kriterien Kombinom</b>	
<b>Autonomer Verkehr</b>	X
<b>Kombinierter Transport</b>	-
<b>Ländlicher Raum</b>	X
<b>On-demand</b>	X
<b>Forschungsschwerpunkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen an die Ladetechnik, Einbindung in den öffentlichen Nahverkehr, Vertrauen in die neue, automatisierte Technik. Letztendlich geht es darum, ob die Technologie schon in den nächsten Jahren eine tragfähige Lösung darstellen kann, um in dünn besiedelten Bereichen eine Haustür-an-Haustür-Bedienung im ÖPNV sicherzustellen. Im Rahmen der begleitenden Akzeptanzforschung werden sowohl die Fahrgäste als auch die Anwohnerinnen und Anwohner der Einsatzstrecken mit einbezogen.</li> </ul>
<b>Mögliche Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfragedaten</li> <li>Akzeptanz</li> <li>Anforderungen</li> <li>Prozessdaten</li> </ul>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.sam-unterwegs.de">https://www.sam-unterwegs.de</a></li> </ul>

Tabelle 37: Projektsteckbrief SAM (Eigene Darstellung)

## 1.4 Kooperationen über die Projektlaufzeit

Die Zusammenarbeit mit anderen Stellen über die Projektlaufzeit ist als sehr gut einzustufen. Sowohl innerhalb des Projektkonsortiums, als auch außerhalb, gab es keinerlei Probleme. Projektaufteilung und -bearbeitung wurden stets im Konsortium abgestimmt, die Durchführung verlief daher reibungslos. Extern wurde eng mit KEP-Dienstleistern und ÖPNV-Betreibern gearbeitet, beide Stellen waren sehr aufgeschlossen und hilfsbereit mit der Bereitstellung von verfügbaren, anonymen Daten und in ihrer Bereitschaft zu Expertengesprächen. Explizit wurden Gespräche mit Expert\*innen der United Parcel Service of America, Inc., der Hermes Germany GmbH, der DHL Paket GmbH, der Senozon Deutschland GmbH, der Verkehrsgesellschaft Lahn-Dill-Weil mbH, der Linne + Krause GmbH sowie der RVHI Regionalverkehr Hildesheim GmbH, dem Amt für regionale Landesentwicklung Leine-Weser sowie der Teralytics AG geführt.

## 2. Projektbearbeitung

Die Projektbearbeitung kann auf Metaebene anhand des Projektplans nachvollzogen werden, welcher in folgender Form Anwendung fand (siehe Abbildung 2)



		Kombinom				FRA	HsH
		'20	2021			PM	PM
AP	Beschreibung	Q4	Q1	Q2	Q3	6,0	6,0
<b>1</b>	<b>Europaweite Evaluierung vergleichbarer Projekte mit kombiniertem Ansatz</b>					0,5	0,5
1.1	Herstellung des Stands der Praxis und Forschung					0,4	0,4
1.2	Erstellen von Übersicht und Projektsteckbriefen	M1				0,1	0,1
<b>2</b>	<b>Datenverfügbarkeit im Bereich ÖPNV sowie Darstellung verfügbarer Daten und notwendiger Erhebungskonzepte</b>					1,5	-
2.1	Überprüfung des Zugangs zu bestehenden Datenquellen im Bereich ÖPNV					0,5	
2.2	Zusammenstellung entsprechender Daten und Identifizierung von Datenlücken					0,5	
2.3	Erstellung von notwendigen Datenerhebungskonzepten			M2		0,5	
<b>3</b>	<b>Datenverfügbarkeit im Bereich Güterverkehr sowie Darstellung verfügbarer Daten und notwendiger Erhebungskonzepte</b>					1,5	1,0
3.1	Überprüfung des Zugangs zu bestehenden Datenquellen im Bereich Güterverkehr					0,5	0,6
3.2	Zusammenstellung entsprechender Daten und Identifizierung von Datenlücken					0,5	0,2
3.3	Erstellung von notwendigen Datenerhebungskonzepten			M3		0,5	0,2
<b>4</b>	<b>Modellierung der Datenzusammenstellung als Vorbereitung einer Simulationsstudie</b>					-	2,8
4.1	Sichtung und Aufbereitung der akquirierten Daten in Vorbereitung auf die Simulationsstudie						1,2
4.2	Entwicklung, Festlegung und Erschließung von Systemgrenzen und -größen auf Basis des Datenmaterials						0,8
4.3	Konzeptionelle Sicherstellung der Übertragbarkeit des Simulationsmodells sowie der Simulationsdaten			M4			0,8
<b>5</b>	<b>Analyse und umfassende Sicherstellung der maximalen Nutzbarkeit der Projektergebnisse</b>					2,5	1,7
5.1	Sicherstellung der Übertragbarkeit in Bezug auf analytische Ergebnisse und Erkenntnisse					1,0	0,2
5.2	Aufbereitung und Bereitstellung der Simulationsvorbereitungen in der mCloud					0,5	0,5
5.3	Handlungsempfehlung zu Statistiken bzgl. der Auslastung autonomer Kleinbussysteme im ländlichen Raum				M5	1,0	1,0

Abbildung 2: Projektplan des Projekts Kombinom (Eigene Darstellung)

In Arbeitspaket (AP) 1 wurde eine europaweite Sichtung vergleichbarer Projekte, d.h. mit kombiniertem Ansatz, in Form einer Übersichtstabelle und dedizierten Projektsteckbriefen angefertigt. AP2 befasste sich mit der Evaluierung existierender Projekte und der Überprüfung des Zugangs zu existierenden Quellen und Daten im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs in den Untersuchungsgebieten Hohenahr, Mittenaar, Siegbach und Bischoffen (Landkreis Lahn-Dill-Kreis) sowie Schulenburg, Nordstemmen und Sarstedt (Landkreis Hildesheim). Auf dieser Basis wurden entsprechende Ganglinien erstellt sowie die akquirierten Daten zusammengestellt und Datenlücken identifiziert. Für letztere wurden anschließend notwendige Datenerhebungskonzepte erstellt sowie im Rahmen der Potentialanalyse expertengestützte Schätzungen vorgenommen. Darüber hinaus wurden im AP2 operative Erfolgsfaktoren von nachfrageorientierten Bedienungsformen identifiziert. AP3 wurde simultan zu AP2 bearbeitet und beschäftigte sich mit der Datenverfügbarkeit für den Güterverkehr in den genannten Untersuchungsquartieren. Hier wurden quantitative und qualitative Analysen lokaler Güterverkehre im ländlichen Raum durchgeführt. Insbesondere Transportvolumina, die zeitliche Verteilung und eine Analyse der Stakeholder wurden ermittelt. AP4 fußt auf den in AP2 und AP3 erlangten Informationen und begann mit einer Sichtung und Aufbereitung der akquirierten Daten in Vorbereitung auf die Simulationsstudie. Außerdem wurden die akquirierten Daten genutzt um quartiersspezifische Datenmodelle für die Logistik und Mobilität zu entwickeln, mit deren Hilfe die Potentiale von autonomen Kleinbussen in wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Hinsicht manifestieren werden konnten und die als Datengrundlage für spätere Simulationsstudien dienen können. Anschließend wurden konzeptbezogene Systemgrenzen und -größen auf Basis des Datenmaterials entwickelt, erschlossen und festgelegt. Abschließend wurde eine Analyse zur Definition des ländlichen Raums zur Sicherstellung der Übertragbarkeit der Ergebnisse erstellt. AP5 schloss die Projektbearbeitung ab, in dem die Simulationsvorbereitungen aufbereitet und in der mCLOUD bereitgestellt wurden. Empfehlungen zur Datenverfügbarkeit und weiterer Forschung wurden erarbeitet.

## 2.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden beispielhaft anhand zweier Untersuchungsgebiete erarbeitet. Die Auswahl der Gebiete erfolgte dabei auf Basis der Größe und Einwohnerdichte (gemäß den Kriterien der Raumabgrenzungen für Siedlungsstrukturelle Kreistypen des BBSR (BBSR, 2021b)), der Lage (innerhalb mehrerer Einzugsgebiete von Klein-, Mittel- und Großstädten), bestehender Daten und Kontakte der beteiligten Forschungsinstitute sowie siedlungsstruktureller Merkmale. Die ausgewählten Gebiete können Abbildung 3 entnommen werden.

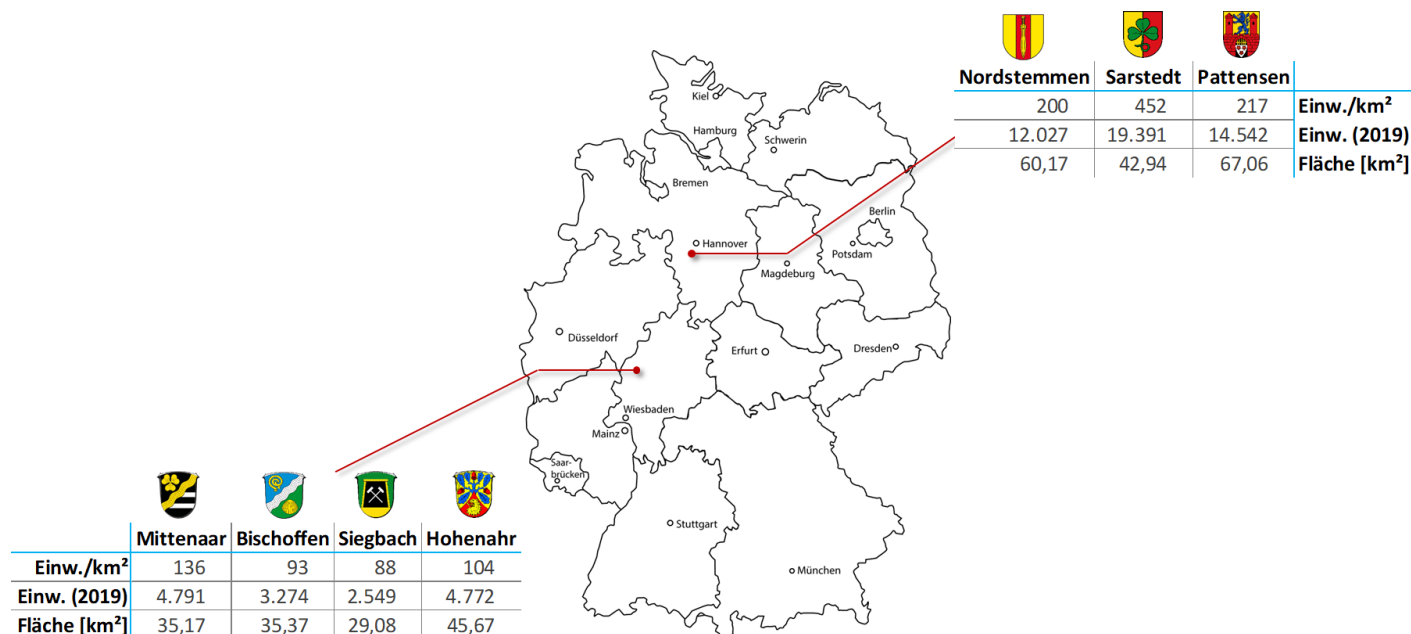


Abbildung 3: Demografische Informationen der Untersuchungsquartiere (Eigene Darstellung)

Das Untersuchungsgebiet im Landkreis Hildesheim zeichnet sich einerseits durch die Größe aus, die Kommunen sind teilweise beinahe als Kleinstadt einzuordnen, weshalb die Kommunen selbst sehr autark hinsichtlich der Versorgungsstrukturen für die täglichen Bedarfe (z.B. Lebensmitteleinkauf) sind. Zudem ist das Gebiet durch eine starke Nord- und Ostorientierung durch Hildesheim und Hannover geprägt, was insbesondere die Pendlerverkehre betrifft. Das Untersuchungsgebiet in Hessen zeichnet sich ebenfalls durch seine Größe aus, allerdings auf der anderen Seite des Spektrums. Die Kommunen sind allesamt sehr klein und decken die Grundbedürfnisse des täglichen Bedarfs nur gemeinsam ab. Einzugsgebiete gibt es in alle Richtungen und auch über Landesgrenzen hinweg durch Marburg, Siegen, Gießen und Wetzlar.

Die Projektergebnisse werden nachfolgend in die arbeitspaketspezifischen Teilbereiche Daten, Erhebungskonzepte, Simulationsvorbereitung und Übertragbarkeit unterteilt (das Arbeitspaket 1 wurde bereits umfassend in Kapitel 1.3 erläutert) und im Folgenden detailliert dargestellt.

### 2.1.1 Daten

Für das Projekt Kombinom wurde der Zugang zu Daten aus verschiedenen Bereichen überprüft, die für die Konzeptionierung und Potentialeinschätzung eines kombinierten Verkehrskonzeptes für Mobilität und Logistik notwendig sind. Hierzu werden Datenquellen aus den Einzelbereichen „öffentlicher Nahverkehr“ und „Gütertransport“ untersucht und zusätzlich qualitative Interviews mit (Daten-)Experten der entsprechenden Bereiche durchgeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse geben einen Überblick über die Datenverfügbarkeit. Dadurch konnten verfügbare Daten direkt dargestellt, in ihrer Güte untersucht und für eine übergreifende Nutzung homogenisiert sowie nivelliert werden, während für Datenlücken ein passendes Erhebungskonzept erstellt wurde. Nach einer Prüfung der für das Projektvorhaben notwendigen Daten und des abschließenden Datenbestandes wurden die Daten in folgende Kategorien gruppiert. Zu beachten ist dabei, dass die individuellen Datenbestände nicht immer trennscharf sind und sich daher, je nach Anwendung und Analyseverfahren, in mehreren Kategorien befinden können:

1. Logistik. Hierunter fallen alle Daten, die mit der Auslieferung von Waren bzw. den Warenströmen im Verkehr zu tun haben. Sowohl operative Daten (Tourentimings, Kosten, Tourenlängen, Auslieferstandorte), als auch Informationen auf Planungsebene (Sendevolumina, Lieferpräferenzen, Sendungsempfänger) wurden berücksichtigt.
2. Mobilität. Dieser Punkt beinhaltet alle Informationen zu gegebenen und potentiellen Möglichkeiten der Mobilität von Personen. Hierbei liegt der Fokus auf den gegebenen Strukturen (z.B. Modaler Split, Verkehrsvolumina), nicht auf dem potentiellen Verhalten der Nutzer.
3. Verhalten. Ergänzend zu Punkt 1 und 2 geben die Daten aus dieser Kategorie einen Aufschluss über das Verhalten der Nutzer. Während insbesondere Mobilitätspräferenzen und -ströme abgebildet werden, sind auch Informationen zu Lieferpräferenzen und die Nutzerzufriedenheit von on-demand und autonomen Mobilitätskonzepten inkludiert.
4. Geografisch. In Vorbereitung auf eine Simulation werden koordinatengenaue Vorortungen von Points-of-Interest (POIs) und Strecken benötigt um die allgemeingültigen Datenbestände in Abhängigkeit verschiedener Verkehrscharakteristika (z.B. Wegezweck, Belieferungsfrequenz) klassifizieren zu können und in dieser Kategorie zusammengefasst.

Die im Projekt erarbeiteten Datenzugänge werden im Folgenden detailliert aufgelistet und anhand der beigefügten Logik dargestellt.

Information [Datenformat]		
Beschreibung der Information		
<b>Kategorie</b>		
<b>Unterkategorie</b>		
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X: vorhanden   (X): eingeschränkt vorhanden   - : nicht vorhanden	
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X: frei/kostenpflichtig   (X): reduziert/freiwillig   - : nicht verfügbar	
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X: frei/auf Anfrage   (X): eingeschränkt möglich   - : nicht verfügbar	
<b>Quelle</b>		
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X: vorhanden   (X): eingeschränkt vorhanden   - : nicht vorhanden	
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	<i>Mögliche bzw. geplante Forschungsdesigns zur Datenerhebung und Auswertung.</i>	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>		
<b>Anmerkungen</b>		

Tabelle 38: Exemplarischer Datenübersichtssteckbrief (Eigene Darstellung)

Eine Übersicht über alle Daten ist der folgenden Datentaxonomie und dem Anhang zu entnehmen. In der Taxonomie rot dargestellte Daten wurden als fehlend identifiziert und müssen in einem Folgeprojekt zunächst durch geeignete Erhebungsverfahren erhoben werden.

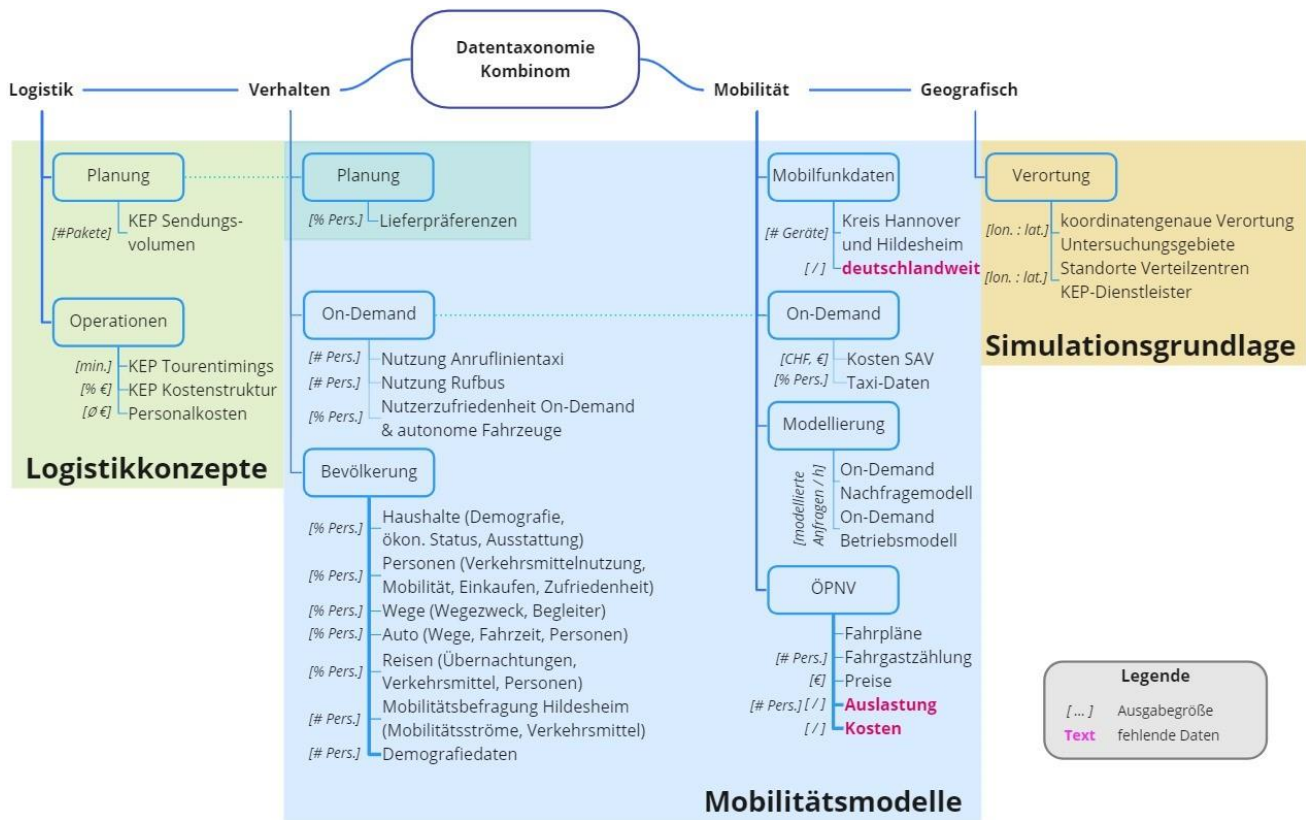


Abbildung 4: Taxonomie der Erhebungsdaten im Rahmen von Kombinom (Eigene Darstellung)

### Logistik

Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Tourentimings [CSV]		
Die Daten zur KEP-Tourenauswertung umfassen Dauer, Fahrzeit, Haltezeit, Anzahl an Paketen, einen KEP-Vergleich (DHL, DPD, Hermes, UPS), Zustellbarkeit, Kundengruppen, Haltevorgänge (Pakete/Kunde, Pakete/Halt, Clustering Auslieferungsgebiet, Laufwege/Halt, Kunden/Halt), Störungen, Parken. Zudem wurden Befragungen von KEP-Fahrern zu Verkehrsfläche, Defiziten, Wunschlieferzeiten, Regelmäßigkeiten und Wünschen bzw. Anregungen durchgeführt. Ein Experteninterview mit UPS ergab Aufschluss über Kostenverteilungen und daraus resultierende Tourenplanung, sowie durchschnittliche Angaben zu Tourentimings.		
<b>Kategorie</b>	Logistik	
<b>Unterkategorie</b>	Operationen	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	Projekt „Wirtschaftsverkehre 2.0“ (Fahrtbegleitungen, Befragungen); KEP-Dienstleister (Daten meist vorhanden, non-Disclosure Agreement (NDA) nötig); Experteninterview (UPS)	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Deskriptive Feldforschung; unternehmensinterne Erhebung	

<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Beobachten; Messen; Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik
<b>Anmerkungen</b>	Daten sind für Frankfurt am Main und für Seligenstadt verfügbar. Eine Hochrechnung auf Basis der im Projekt „Wirtschaftsverkehre 2.0“ erarbeiteten Raumtypisierung kann vorgenommen werden. Durchschnittliche Timings können dem Experteninterview entnommen werden.

Tabelle 39: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Tourentimings (Eigene Darstellung)

<b>Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Sendungsvolumen [CSV]</b>		
UPS Sendevolumina in beiden Untersuchungsgebieten von 10/2019 – 12/2019 (Datum, Anzahl Pakete, Ort, Straße, Auslieferung, Abholung); Hermes und Dachser Daten aus dem Projekt „Wirtschaftsverkehre 2.0“ sowie Hermes Sendevolumina für das Untersuchungsgebiet in Niedersachsen im Zeitraum 01/2020 – 03/2020 (KW, Ort, Straße, Anzahl Sendungen). Die Sendungsdaten von DHL beziehen sich auf den Zeitraum Q3/2019 – Q1/2020 im Untersuchungsgebiet Niedersachsen (Ort, Straße, Menge in Qx, %-Anteil am Gesamtaufkommen, Veränderung).		
<b>Kategorie</b>	Logistik	
<b>Unterkategorie</b>	Planung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	Sendevolumen von UPS, DHL, Dachser und Hermes	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	unternehmensinterne Erhebung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Die Daten von Dachser sowie ein Teil der Daten von Hermes beziehen sich auf Frankfurt, sind jedoch nach Kundenstruktur und Raumtyp gruppiert und können demnach für eine Hochrechnung verwendet werden. Für das Untersuchungsgebiet in Niedersachsen liegen aktuelle Daten von Hermes und DHL vor. Die Daten von UPS (Straßenzugebene) sind exakte Daten aus den jeweils ausgewählten Untersuchungsgebieten.	

Tabelle 40: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Sendungsvolumen (Eigene Darstellung)

<b>Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Kostenstruktur [Spreadsheet]</b>		
Kostenverteilung eines Pakets (Kostenposten, gewichts- und größenabhängige Faktoren, dichte- bzw. volumenabhängige Faktoren, Zustellung/Abholung, Arbeitslastberechnung).		
<b>Kategorie</b>	Logistik	
<b>Unterkategorie</b>	Operationen	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	(X)
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	Experteninterview UPS (mit NDA)	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Unternehmensinterne Erhebung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Keine exakten Kosten, aber prozentuale Kostenverteilung für die Einzelabschnitte der Paketauslieferung (inkl. Umschlag). Dies ist ausreichend für einen Kostenvergleich zwischen verschiedenen Szenarien.	

Tabelle 41: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Kostenstruktur (Eigene Darstellung)

<b>Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Personalkosten [Spreadsheet]</b>		
Beschäftigte bei KEP 2019 (primär direkt KEP, primär direkt bei Vorleistungsunternehmen, sekundär durch Einkommensverausgabung); Durchschnittseinkommen von KEP 2019 (aufgeteilt auf Sektoren)		
<b>Kategorie</b>	Logistik	
<b>Unterkategorie</b>	Operationen	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland (BIEK 2020); Tarifvergütungstabellen	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Durchschnittsverdienste, keine konkreten Personalkosten; keine Betrachtung von außertariflich Angestellten. Die Basis ist dennoch ausreichend um valide Annahmen zu treffen, welche durch Experteninterviews verstetigt werden können.	

Tabelle 42: Datensteckbrief Kurier-Express-Paket (KEP-)Dienstleister Personalkosten (Eigene Darstellung)

## Mobilität

Mobilfunkdaten zur Ableitung von Mobilitätsströmen [GeoJSON; Shapefile; CSV]		
Für den Kreis Hildesheim liegen der HS Hannover Mobilfunkdaten vor, die genutzt werden können. Der Datensatz enthält Informationen zu den Verkehrsströmen in den Landkreisen Hildesheim und Hannover in Bezug auf Verkehrsaufkommen und Verkehrsströmen inklusive Quellen und Senken sowie Tageszeit-, Wochentags- und Fahrtstreckenattribute für den Zeitraum Q1 2019 bis Q2 2021 im Tages- und Monatsdurchschnitt auf.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Mobilfunkdaten	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	-	X
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	-	(X)
<b>Quelle</b>	Erwerb der Mobilfunkdaten über den Datenanbieter Teralytics	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
		X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Deskriptive Feldforschung; unternehmensinterne Erhebung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Beobachten; Messen; Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	<p>Daten sind für den Landkreis Hildesheim und Hannover verfügbar. Datenattribute umfassen die Tageszeiten, Wochentage, Ferienzeiten, Fahrdistanzen und Fahrtvolumina für Strecken zwischen den individuellen Quellen und Senken in den Landkreisen. Die Mobilfunkdaten basieren auf einem Zonenraster mit einer Kachelgröße von 800 x 800 Metern pro Quellen-/Senkenkachel.</p> <p>Daten auf Bundesebene können von verschiedenen Anbietern, bspw. Teralytics oder Senozon, erworben werden. Die Daten sind in der Anschaffung teuer, liefern jedoch eine sonst nicht zu erreichende Datengüte und Granularität von Mobilitätsströmen. Mobilfunkdaten werden für eine möglichst reale Abbildung von Personenmobilität als essentiell bewertet.</p>	

Tabelle 43: Datensteckbrief Mobilfunkdaten zur Ableitung von Mobilitätsströmen (Eigene Darstellung)

<b>On-Demand Nachfragemodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum [CSV]</b>		
Der Datensatz umfasst ein Raster-basiertes Nachfragemodell mit modellierten Suchanfragen (Quell-/Zielverkehre) für einen autonomen, kombinierten Kleinbusverkehr im ländlichen Raum in den Städten Pattensen, Nordstemmen und Sarstedt sowie Bischoffen, Mittenaar, Hohenahr und Siegbach. Die zur Verfügung gestellten Vergleichswerte beziehen sich auf stundengenaue Zeiträume innerhalb einer durchschnittlichen Betriebswoche. Die anonymisierten Daten bilden das Kernergebnis des Kombinom-Projekts und beziehen sich auf kategorisierte Nutzergruppen.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Modellierung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	-
<b>Quelle</b>	Konsolidierung und Aufbereitung der gesammelten Daten zu einem umfassenden Datenmodell über die mobilitätsbezogene Nachfrage verschiedener Nutzergruppen im ländlichen Raum	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Datenmodellierung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Die anonymisierten Daten wurden im Rahmen der Arbeitspakete 2 und 3 zwischen Oktober 2020 und April 2021 erhoben.	

Tabelle 44: Datensteckbrief Nachfragemodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung)

<b>Preise im ÖPNV [CSV]</b>		
Preise (Wabenübersicht, Bepreisung) für die ÖPNV-Angebote in den untersuchten Gebieten.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	ÖPNV-Betreiber (Webseite, App-Auskunft, auf direkte Anfrage): VLDW und SVHI	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Die Preise liegen nicht immer gesammelt bei den ÖPNV-Betreibern vor und müssen in diesem Fall über Wabentarife ermittelt werden.	

Tabelle 45: Datensteckbrief Preise im ÖPNV (Eigene Darstellung)



<b>On-Demand Betriebsmodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum [CSV; JPEG]</b>		
Der Datensatz umfasst strukturelle Schemata zu möglichen Betriebsausprägungen und -größen für den Betrieb eines kombinierten Transportkonzeptes mittels autonomer Kleinbusse im ländlichen Raum.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Modellierung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	-
<b>Quelle</b>	Konsolidierung und Aufbereitung der gesammelten Daten und Konzeptblicke aus gesichteten Studien zu einem umfassenden Konzeptmodell über die Betriebsmöglichkeiten und -szenarien für autonome, kombinierte Kleinbusverkehre im ländlichen Raum	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Konzeptmodellierung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Qualitative Inhaltsanalyse	
<b>Anmerkungen</b>	Die Konzeptmodelle liegen sowohl in grafischer (Flussdiagramme) als auch in tabellarischer Form mit Einflussgrößen und Betriebscharakteristiken vor.	

Tabelle 46: Datensteckbrief On-Demand Betriebsmodell für kombinierte, autonome Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung)

<b>Fahrpläne im ÖPNV [CSV]</b>		
Fahrpläne (Linie, Haltestellen, Abfahrtszeiten, Fahrtzeiten) für alle in den Untersuchungsgebieten verfügbaren ÖPNV-Angebote.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	X
<b>Quelle</b>	ÖPNV-Betreiber (Webseite, App-Auskunft, auf direkte Anfrage): VLDW und SVHI	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Computergestützte Auswertung	
<b>Anmerkungen</b>	Haltestellen und Fahrpläne wurden zugeliefert, Koordinaten der Haltestellen manuell eingepflegt.	

Tabelle 47: Datensteckbrief Fahrpläne im ÖPNV (Eigene Darstellung)

<b>Fahrgastzählung und Auslastung im ÖPNV [CSV]</b>		
Fahrgastzählungen (Linie, Betreiber, Datum, Fahrnummer, Abfahrt, Haltestelle, Einsteiger, Aussteiger, Besetzung) für alle in den Untersuchungsgebieten verfügbaren ÖPNV-Angebote und dadurch ersichtliche Auslastung und Nutzung der Angebote.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	ÖPNV-Betreiber (auf direkte Anfrage): VLDW	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	-
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Deskriptive Feldforschung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Beobachten; Messen (automatische Zählstationen); Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Experteninterview VLDW: Fahrgastzählungen werden nur sehr selten kontinuierlich erhoben (Datenschutz und Kosten). Daher können für manche Gebiete nur punktuelle Fahrgastzählungen geliefert werden, in anderen Gebieten keine Fahrgastinformationen. Für die Auslastung sollten für verlässliche Annahmen Experten (z.B. Fahrer) befragt werden, oder eine umfassende Fahrgastzählung durchgeführt werden. Die 2006 veröffentlichte Studie „Öffentlicher Personennahverkehr – Herausforderungen und Chancen“ (ifmo 2006) betrachtet die ÖPNV-Auslastung in Berlin, allerdings werden die Daten auch hier nicht regelmäßig erhoben und finden dadurch keine Anwendung. Weitere Studien zur Auslastung sind nicht bekannt.	

Tabelle 48: Datensteckbrief Fahrgastzählung und Auslastung im ÖPNV (Eigene Darstellung)

<b>Kosten im ÖPNV [zu erheben]</b>		
Kosten des ÖPNV als Annahme auf Basis eines Experteninterviews.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	(X)
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	-	(X)
<b>Quelle</b>	Experteninterview VLDW; BMVI	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Unternehmensinterne Erhebung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Experteninterview VLDW: Kosten werden intern ermittelt, aber nicht herausgegeben. Als Referenz können 2,50€ netto pro Fahrkilometer angenommen werden. Ggf. ist es bei konkreteren Projekten möglich, näher auf die genauen Kosten einzugehen. Eine Erhebung ist von extern nur über Annahmen möglich. Für die Kosten der Verkehrsinfrastruktur und den ÖPNV-Ausbau kann der „Investitionsrahmenplan 2019 – 2023 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP)“ (BMVI 2020) herangezogen werden.	

Tabelle 49: Datensteckbrief Kosten im ÖPNV (Eigene Darstellung)

<b>Kosten für den Betrieb von Shared Autonomous Vehicles (SAVs) [Spreadsheet]</b>		
Kostenstruktur für Infrastruktur und generellen Betrieb, sowie Kosten/km (in CHF). Kosten für die Anschaffung der Fahrzeuge (250.000€ – 300.000€, Rabatt möglich).		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	On-Demand	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	Studie „Cost-based analysis of autonomous mobility services“ (Bösch u.a. 2018). Anschaffungskosten laut Rhein-Main-Verkehrsverbund Servicegesellschaft mbH aus dem Projekt „Autonom am Mainkai“.	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Kosten sind aktuell und können über öffentlich zugängliche Kostenniveaus der DACH-Region auf Deutschland angewandt werden.	

Tabelle 50: Datensteckbrief Kosten für den Betrieb von Shared Autonomous Vehicles (SAVs) (Eigene Darstellung)

Taxi Tourengewinnung und Kundenstruktur [Spreadsheet]		
Informationen zur Tourengewinnung und Nachfragestruktur im Rheingau-Taunus-Kreis inklusive Vergleich mit dem Main-Taunus-Kreis und Eschborn und einer Unterscheidung von professionellen und semi-professionellen Betrieben aus 2018.		
<b>Kategorie</b>	Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	On-Demand	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	-	(X)
<b>Quelle</b>	Taxigutachten Rheingau-Taunus-Kreis (Linne + Krause Marketing-Forschung 2018).	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Umfrageforschung; Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Befragung; Datenerhebung (Internet); Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Keine regelmäßige Erhebung. Taxiunternehmen sind steuerlich zum Führen eines Fiskaltaxameters verpflichtet, allerdings werden die Daten nicht rausgegeben. Die tatsächliche Erhebung wird laut eines Experteninterviews in Frage gestellt.	

Tabelle 51: Datensteckbrief Taxi Tourengewinnung und Kundenstruktur (Eigene Darstellung)

## Verhalten

Demografie der Bevölkerung in den Untersuchungsgebieten [CSV]		
Demografische Informationen (Gebiet, Alter, Geschlecht, Familienstand, Haushalt) liegen vor.		
<b>Kategorie</b>	Verhalten	
<b>Unterkategorie</b>	Bevölkerung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	X
<b>Quelle</b>	Statistisches Bundesamt; Landkreise und Kommunen; MiD 2017	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Deskriptivstatistik	

Tabelle 52: Datensteckbrief Demografie der Bevölkerung in den Untersuchungsgebieten (Eigene Darstellung)

<b>Nutzung Rufbus [CSV]</b>		
Daten zur Nutzung eines Rufbusses im ländlichen Raum zwischen Weinbach und Weilmünster für 11/2019 (Datum, FahrtNr, Start, Abfahrtszeit, Strecke, Zielort, Besetzkilometer).		
<b>Kategorie</b>	Verhalten / Mobilität	
<b>Unterkategorie</b>	On-Demand	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	-	X
<b>Quelle</b>	ÖPNV-Betreiber: VLDW	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	-
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Unternehmensinterne Erhebung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Aktuell noch wenige Daten, da Angebot noch nicht lange besteht. Fahrpläne des regulären ÖPNV liegen vor um einen Abgleich durchzuführen.	

Tabelle 53: Datensteckbrief Nutzung Rufbus (Eigene Darstellung)

<b>Relevante Daten aus Mobilität in Daten (MiD) 2017 [CSV]</b>		
Relevante Daten aus dem Mobilitätspanel MiD 2017 umfassen Informationen aus dem RegioStar17, insbesondere Haushalte (Demografie, ökon. Status, Ausstattung), Personen (Verkehrsmittelnutzung, Mobilität, Einkaufen, Zufriedenheit), Wege (Wegezweck, Begleiter), Auto (Wege, Fahrzeit, Personen) und Reisen (Übernachtungen, Verkehrsmittel, Personen) können in Verbindung mit demografischen Daten als Basis für eine Hochrechnung verwendet werden.		
<b>Kategorie</b>	Verhalten	
<b>Unterkategorie</b>	Bevölkerung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	(X)	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	(X)
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	(X)
<b>Quelle</b>	MiD 2017; MiT 2017	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	
<b>Anmerkungen</b>	Daten können auf granularer Ebene gekauft werden, Ergebnisse stehen auch frei zur Verfügung.	

Tabelle 54: Datensteckbrief Relevante Daten aus Mobilität in Daten (MiD) 2017 (Eigene Darstellung)

<b>Lieferpräferenzen [Spreadsheet]</b>		
Daten aus der 2018 veröffentlichten PWC-Studie umfassen Kundenanforderungen, Zahlungsbereitschaft, Nachhaltigkeit, Logistikkonzepte und Service.		
<b>Kategorie</b>	Verhalten / Logistik	
<b>Unterkategorie</b>	Planung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	-	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	-
<b>Quelle</b>	Studie „Flexibel, schnell, umweltfreundlich – Wege aus dem Paketdilemma“ (PWC 2018)	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Umfrageforschung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Befragung; Datenerhebung (Internet)	
<b>Anmerkungen</b>	Die Studie bezieht sich nicht explizit auf den ländlichen Raum, kann aber dennoch als allgemeines Stimmungsbild angesehen werden und zusätzlich als Vorlage für zukünftige Erhebungen dienen.	

Tabelle 55: Datensteckbrief Lieferpräferenzen (Eigene Darstellung)

<b>Mobilitätsbefragung Hildesheim [CSV]</b>		
In einer Mobilitätsbefragung (n=26.347) im Kreis Hildesheim wurden 2018 Mobilitätsströme (Verkehrszweck, Wege) und Verkehrsmittel (Führerschein, Fahrzeugverfügbarkeit, Verkehrsmittelwahl, Radverkehr, ÖPNV) untersucht, die Ergebnisse können direkt angewendet werden.		
<b>Kategorie</b>	Verhalten	
<b>Unterkategorie</b>	Bevölkerung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	-
<b>Quelle</b>	Studie „LK Hildesheim - Landkreisumfassende Ergebnisse der Mobilitätsbefragung“ (SHP Ingenieure 2019)	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse; Umfrageforschung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik; Codierung; Befragung; Datenerhebung (Internet)	
<b>Anmerkungen</b>	Für andere Untersuchungsgebiete können die Informationen anhand der Demografie und gegebenen Infrastruktur analysiert werden, ähnlich zu den Daten aus MiD. Zudem kann das Erhebungskonzept der Mobilitätsbefragung für zukünftige Befragungen übernommen werden.	

Tabelle 56: Datensteckbrief Mobilitätsbefragung Hildesheim (Eigene Darstellung)

<b>Nutzerzufriedenheit mit on-demand Verkehren und autonomen Fahrzeugen [Spreadsheet]</b>		
Ergebnisse aus dem Projekt „Autonom am Mainkai“ zur Nutzerzufriedenheit mit autonomen Fahrzeugen und Ergebnisse aus dem Projekt „AutoNV-opr“ zur Zufriedenheit mit dem autonomen on-demand Verkehr liegen vor.		
<b>Kategorie</b>	Verhalten	
<b>Unterkategorie</b>	On-Demand	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	X
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	X
<b>Quelle</b>	Projekt „Autonom am Mainkai“; Projekt „AutoNV-opr“	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	(X)	(X)
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Umfrageforschung	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Befragung; Datenerhebung (Internet)	
<b>Anmerkungen</b>	Die Studien bilden ein allgemeines Stimmungsbild ab („Autonom am Mainkai“ in der Stadt, „AutoNV-opr“ im ländlichen Raum) und können zusätzlich als Vorlage für zukünftige Erhebungen in expliziten Untersuchungsgebieten dienen.	

Tabelle 57: Datensteckbrief Nutzerzufriedenheit mit on-demand Verkehren und autonomen Fahrzeugen (Eigene Darstellung)

## Geografisch

<b>Verortung der Untersuchungsgebiete [CSV]</b>		
Für die Untersuchungsgebiete liegen koordinatengenaue Verortungen aller Gebäude und POIs vor.		
<b>Kategorie</b>	Geografisch	
<b>Unterkategorie</b>	Verortung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	-
<b>Quelle</b>	Google Maps, OpenStreetMaps, Handelsregister, Bundesgeoportale	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Computergestützte Auswertung	
<b>Anmerkungen</b>	Alle Einzelinformationen sind frei verfügbar, jedoch ist die exakte Zusammenstellung der Informationen sehr zeitintensiv.	

Tabelle 58: Datensteckbrief Verortung der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung)

Standorte der KEP-Verteilzentren [ <i>GeoJSON; Shapefile; CSV</i> ]		
Alle Standorte relevanter Verteilzentren der KEP-Dienstleister liegen koordinatengenau verortet vor.		
<b>Kategorie</b>	Geografisch	
<b>Unterkategorie</b>	Verortung	
<b>Art der Information</b>	(Roh-)Daten	Ergebnisse
	X	-
<b>Kosten</b>	frei verfügbar	Erwerb
	X	-
<b>Bestehender Zugang</b>	(frei) verfügbar	auf Anfrage
	X	X
<b>Quelle</b>	Google Maps, OpenStreetMaps, Handelsregister, KEP-Dienstleister (Webseite, auf Anfrage)	
<b>Anwendbarkeit</b>	Untersuchungsgebiet Hessen	Untersuchungsgebiet Niedersachsen
	X	X
<b>Forschungsdesign der Datenerhebung</b>	Dokumentenanalyse; Sekundäranalyse	
<b>Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren</b>	Computergestützte Auswertung	

Tabelle 59: Datensteckbrief Standorte der KEP-Verteilzentren (Eigene Darstellung)

Insgesamt bleibt anzumerken, dass nicht alle erhobenen und erhaltenen Daten deutschlandweit verfügbar sind. So gibt es nur sehr selten automatische Zählstationen im ÖPNV, während Fahrgastzählungen ebenfalls nur punktuell und unregelmäßig durchgeführt werden. Auch Informationen zu Anruflinientaxis und Rufbussen sind bestenfalls regional verfügbar, wobei die Erkenntnisse hier gut auf ähnliche Regionen übertragen werden können. Sämtliche Informationen zu Paketsendungen sind abhängig von KEP-Dienstleistern. Während die Zusammenarbeit während des Projekts ausgesprochen gut und problemlos verlief, muss dies nicht immer der Fall sein. Alle anderen Daten, abgesehen von den identifizierten Datenlücken, können durch ausgewählte Datenerhebungskonzepte selbst erhoben werden, auch wenn hierbei mitunter ein großer Aufwand entstehen kann.

### 2.1.2 Erhebungskonzepte

Bei der Auswahl geeigneter Datenerhebungskonzepte sollten zunächst die grundlegenden Begriffe geklärt werden. So kann man zwischen Forschungsdesign bzw. -ansatz, Erhebungsmethoden sowie Auswertungs- und Analyseverfahren unterscheiden. Während der Forschungsansatz prinzipiell die grundlegende Vorgehensweise zur Beantwortung einer Fragestellung darstellt, erfolgt die Erhebungsmethode auf Basis dessen und legt konkrete Maßnahmen zur Datenerhebung fest (Hussy et al., 2013). Nach der Untersuchungsdurchführung zum Erheben der Daten, werden diese Daten im Rahmen der Datenanalyse genau ausgewertet, wobei es eine Vielzahl von Datenanalysemethoden gibt (Hussy et al., 2013). Zusätzlich unterscheidet man allgemein unter qualitativer und quantitativer Forschung, welche Hussy et al. (2013, S.20) wie folgt definieren: „Unter qualitativer Forschung, in deren Rahmen die qualitativen Methoden zur Anwendung kommen, verstehen die Sozialwissenschaften eine sinnverstehende, interpretative wissenschaftliche Vorgehensweise bei der Erhebung und Aufbereitung sozial relevanter Daten. Die quantitativen Methoden werden im Rahmen der quantitativen Forschung eingesetzt und repräsentieren eine Vorgehensweise zur numerischen Darstellung empirischer Sachverhalte.“ Um geeignete Erhebungskonzepte für fehlende Daten zu identifizieren und erarbeiten, werden im Folgenden nun die gängigsten Forschungsdesigns, Erhebungsmethoden und Auswertungsverfahren vorgestellt, sowie eine Zuordnung zu den in der Übersicht als fehlend dargestellten Daten vorgenommen. Während die Ausführungen zum Großteil auf Röbbken und Wetzel (2019) und Hussy et al. (2013) basieren, sind einige Teile auch an Schmidt (2017), Kardoff und Schönberger (2020), sowie Birke und Mayer-Ahuja (2017) angelehnt.



## Qualitative Forschungsdesigns

Die **(Einzel-)Fallstudie** stellt eine holistische Forschungsmethode dar, mit deren Hilfe Fälle ganzheitlich und unter Einbeziehung ihres Kontextes, verschiedener Datenquellen und Erhebungsverfahren analysiert werden. Fallstudien können als Einzel- oder multiple, sowie als erklärende oder beschreibende Studien realisiert werden. Ein genereller Vorteil ergibt sich aus der Möglichkeit mehrere, unterschiedliche Techniken auf dieselbe Untersuchungseinheit anzuwenden, was bei mehreren Fallstudien allerdings schnell sehr aufwendig werden kann. Zudem ist die wissenschaftliche Beweiskraft eher niedrig, da es sich um ein unkontrollierbares und nicht standardisiertes Verfahren handelt, welches dadurch für verzerrende Einflüsse offen ist. Dennoch können Fallstudien gut für die Wissensgewinnung, Planung und insbesondere für die Evaluation und Kontrolle praktischer Tätigkeiten sowie der Wissensvermittlung angewandt werden. Die **Dokumentenanalyse**, oder oftmals auch **Inhaltsanalyse** genannt und bezeichnet allgemein die qualitative oder quantitative Auswertung eines Textes. Auch wenn der Begriff Inhaltsanalyse häufig als Analyse im Forschungsprozess selbsterarbeiteter Dokumente, bspw. Interview-Transkripte, verstanden wird, gibt es in der Regel große Überschneidungen zwischen Dokumenten- und Inhaltsanalyse. Dennoch kann durch die Arbeit mit Dokumenten, die nicht erst im Rahmen der Erhebung zustande kommen, ein großer Mehrwert entstehen. So wird das Problem der Forscher-Feld-Interaktion während der Datenerhebung weitgehend ausgeschlossen und der Zugang zum Forschungsgegenstand wird erweitert, da auch Ereignisse aus der Vergangenheit oder durch sonstige Zugangsbarrieren versperrte (bspw. kein Zugang über befragende oder teilnehmende Verfahren möglich) Inhalte genutzt werden können. Der Aufwand der Datenerhebung ist dabei gering und der Untersuchungsanlass verfälscht die Daten nicht. Auf der anderen Seite ist die Aktualität möglicherweise nicht mehr gegeben, die Unterlagen sind unvollständig oder unpassend und zumeist lassen die Daten auch Spielraum zur Interpretation. Als Anwendungsbereich eignet sich hier daher insbesondere die Einarbeitung in ein Thema, die Kontrolle anderer vorliegender Informationen, oder die Ergänzung anderer Daten, aber auch der Informationsgewinn durch sonst unzugängliche Informationen, wie unternehmensinterne Daten. Im Gegensatz zur Dokumentenanalyse, geht es bei der **Sekundäranalyse** nicht um die Untersuchung historischer Quellen, sondern um die Einbeziehung von Roh-Daten aus vergangenen Forschungsprozessen und Erhebungen. Zumeist ist dies ein kostengünstiger Prozess und eine geeignete Methode zur Ergänzung von Bestandsforschung. Zudem ist ein schneller Datenzugriff möglich, auch auf jene, die u.U. nicht mehr primär zu erheben sind. Allerdings mangelt es dafür oftmals an aktuellen Daten und Vergleichsmöglichkeiten, oder die genaue Methodik der Datenerhebung ist nicht weiter nachvollziehbar. Auch Detaillierungsgrade sind mitunter nicht ausreichend und wirken sich mit den anderen genannten Faktoren ggf. auf die Sicherheit und Genauigkeit aus. Verwendet wird die Sekundäranalyse vorrangig für die Übernahme von Umfragedaten und Inhaltsanalysen, sowie zur Ergebnisdiskussion aus verschiedenen Untersuchungen. Zudem bieten auch hier unternehmensinterne Analysen große Mehrwerte, auch wenn die Datengrundlage mitunter nicht einsehbar ist. Die **Handlungs- oder Aktionsforschung** versteht sich als gesellschaftskritische, partizipative Forschung und fokussiert sich auf die Veränderung gesellschaftlicher Praxis. Forschungsgegenstand sind hier konkrete, soziale Probleme, für die Lösungsmöglichkeiten erarbeitet werden. Dies passiert gemeinsam mit den Betroffenen und soll diese somit in die Lage versetzen, die eigenen Interessen selbst zu vertreten. Die Problemstellung erfolgt dabei aus Misständen sozialer Gruppen, nicht primär aus wissenschaftlichem Erkenntnisinteresse, weshalb das Ziel auch vorrangig in der praktischen Veränderung und nicht in der Überprüfung theoretischer Aussagen besteht. Der Aktionsforschung wird oft eine Deprofessionalisierung der Wissenschaft vorgeworfen, da die klassischen Strukturen wissenschaftlichen Handelns hier teilweise außer Kraft gesetzt werden und Forschende ihre Distanz zum Forschungsobjekt aufgeben, sowie in den Prozess miteingebunden werden um die soziale Gruppe mitunter gezielt zu beeinflussen. Anwendung findet dieses Forschungsdesign demnach immer dann, wenn die Problemlage und Datenerhebung als sozialer Prozess aufgefasst wird, aus dem nicht einzelne Variablen isoliert und erhoben werden können. Dem entgegengesetzt ist die **deskriptive Feldforschung**, deren Ziel es ist eine Kultur oder einen bestimmten Sachverhalt einer Gruppe aus der Sicht ihrer Mitglieder kennenzulernen, zu beschreiben und zu verstehen. Dabei soll der Forschungsgegenstand aber möglichst nicht verändert werden, wie bspw. bei einer teilnehmenden Beobachtung. Dies ermöglicht es Forschenden Verzerrungen zu vermeiden und eine Innenperspektive kennenzulernen. Durch einen hohen Aufwand geprägt, ist es bei der deskriptiven Feldforschung zudem schwierig nebenwirkende Variablen zu kontrollieren, was Störfaktoren ermöglicht. Die Anwendung konzentriert sich darauf den Gegenstand in natürlicher Umgebung zu belassen um Verzerrungen durch

einen Eingriff zu vermeiden. Dies eignet sich insbesondere immer dann, wenn bereits erste Erkenntnisse oder Annahmen vorliegen, oder Ergebnisse explorativer Forschung quantifiziert werden sollen. Eine Mischung, mit jedoch leicht abgeändertem Fokus, der bisherigen Forschungsdesigns stellt die **Evaluationsforschung** dar. Diese umfasst mitunter Fragen nach Umsetzbarkeit, Zielklärung und Kosten-Nutzen-Verhältnis von Modellprojekten, aber auch Befragungen zu subjektiver Erfolgseinschätzung und Akzeptanz, die Beratung hinsichtlich Selbstevaluation in der professionellen Praxis (König, 2000), oder die partizipative Projektentwicklung mit Zielgruppen als Komplement der Aktionsforschung (von Unger, 2014). Ähnlich der Dokumenten- und Sekundäranalyse vergleicht die Meta-Evaluation schließlich bereits vorliegende Evaluationsstudien zu einem bestimmten Themenfeld anhand von Kriterienkatalogen miteinander (Scriven, 2011). Ein weiterer Teil des Aufgabenspektrums ist eng mit Qualitätssicherung und -management verbunden, bspw. Audits von Betriebsprozessen, (mehrstufige) Befragungsrunden, Generierung von Expertenstandards (Delphi-Studien), oder Qualitäts- und Leistungsvergleiche auf nationaler und internationaler Ebene wie bei PISA (Häder, 2014). Die Funktionen von Evaluationen können somit in drei Punkten zusammengefasst werden: (1) Legitimierung; (2) Optimierung; und (3) Überwachung & Kontrolle. Für eine **bewusste bzw. absichtsvolle Stichprobenziehung** wird aus der Grundgesamtheit bewusst und gezielt eine Stichprobe nach festgelegten Kriterien ausgewählt. Die Kriterien ergeben sich entweder im Verlauf der Untersuchung (bei bottom-up Strategien), oder werden zu Untersuchungsbeginn festgelegt (top-down Strategien). Ziel ist anschließend eine detaillierte Beschreibung der ausgewählten Fälle und/oder eine analytische Verallgemeinerung der ausgewählten Stichprobe zu einer Theorie. Hierbei gibt es keine Zielvorgaben zur Größe der Stichprobe, da die Zusammensetzung im Fokus steht. Da eine Vollerhebung mitunter extrem teuer und oftmals nicht möglich ist, stellt eine bewusste Stichprobenziehung eine gute Alternative dar. Ggf. kann eine Stichprobe sogar präziser als eine Vollerhebung sein, da weniger Personen involviert sind und das Risiko bei Dateneingabe und -validierung dadurch geringer ist. Dies fällt besonders ins Gewicht, je größer die Population ist, da die Qualität der Stichprobe nicht primär von ihrer Größe abhängig ist. Dementgegen steht der offensichtliche Nachteil der unvollständigen Informationen, da die Stichprobe per Definition immer nur eine Teilmenge der Population darstellt. Im Allgemeinen wird durch eine bewusste Stichprobenziehung ein Repräsentativitätsschluss beabsichtigt, da eine Vollerhebung aus Zeit- und Kostengründen zumeist nicht umsetzbar ist. Der Grundgedanke der **gegenstandsbezogenen Theoriebildung** ist es, direkt in den Daten verankerte Theorien zu erstellen. Hierfür können beliebige Methoden angewandt werden, solange diese die Intentionen untersuchter Personen aufzeigen. Ausgewertet wird durch offenes, axiales und selektives Codieren in einem Prozess des rekursiven Vergleichs, in dem Theorien durch die Verknüpfung selektiver Kategorien gebildet werden. Die Untersuchung gilt als abgeschlossen, sobald eine Einbeziehung neuer Fälle keine weitere Anpassung der Theorie erfordert. Die Datenerhebung und -auswertung greifen also ineinander, wodurch die Hypothesen innerhalb der Untersuchung permanent revidiert werden. Ziel ist demnach die weitgehende Ausblendung von Vorannahmen durch eine datenbasierte Theorieentwicklung, wobei Erstellung und Überprüfung der entwickelten Theorie in einem einzelnen Forschungsprozess abgehandelt werden. Zu beachten ist daher, dass die gegenstandsbezogene Theoriebildung kein Verfahren zur Datenerhebung zu bestehenden Theorien, sondern eine Entwicklung von Theorien aus erhobenen Daten ist. Ziel eines weiteren qualitativen Forschungsdesigns, der **Biografieforschung**, ist die Erhebung, Erforschung und Rekonstruktion lebensgeschichtlicher Erzählungen. Die Lebensgeschichten sind stets individuell erlebte und rekonstruierte Wirklichkeit, daher keine Abbildung objektiver Gegebenheiten. Sie dienen als Schnittstelle zwischen individuellen Lebenswirklichkeiten und der sozialen Wirklichkeit, weshalb sie nie hinsichtlich ihres Wahrheitsgehalts bewertet werden sollten. Sie helfen bei der Rekonstruktion beider Arten der Sinnggebung, geben allerdings keinen Rückschluss auf die Allgemeinheit, insbesondere durch die Differenz der erzählten, erlebten und tatsächlichen Lebensgeschichte. Ganz anders verhält es sich mit dem **qualitativen Experiment**, dass „[...] der nach wissenschaftlichen Regeln vorgenommene Eingriff in einen (sozialen) Gegenstand zur Erforschung seiner Struktur [ist]. Es ist die explorative, heuristische Form des Experiments“ (Kleinig, 1986, S. 724). Hierbei wird das Prinzip der systematischen Variation bestimmter Variablen, charakteristisch in Experimenten der quantitativen Forschung, in die qualitative Forschung überführt. Der Untersuchungsgegenstand wird dabei allerdings in seiner natürlichen Umgebung belassen und vollständig in seiner Komplexität untersucht, wodurch das Prinzip der Störvariablen keine Anwendung findet. Ein weiterer Unterschied zum quantitativen Experiment findet sich in der Beschaffenheit als induktiv-entdeckendes Verfahren um Strukturen sichtbar zu machen, statt des deduktiv-hypothesentestendes quantitativen Ansatzes. Das letzte hier untersuchte Forschungsdesign ist das **Forschungsprogramm Subjektive Theorien** (FST), welches sich mit dem menschlichen

Handeln beschäftigt und dieses untersucht. Die Kernannahme liegt darin, dass Menschen stets versuchen die Welt und sich selbst zu verstehen. Gegenstand des FTS ist daher die Rekonstruktion und Geltungsprüfung subjektiver Theorien. Subjektive Theorien bestehen aus Begriffen, die durch Relationen untereinander verknüpft sind. Sie sind Gedanken, die sich der Mensch im Alltag über sich selbst, andere Menschen und Ereignisse in der Welt macht, müssen kognitiv zugänglich sein, bestehen aus miteinander verbundenen Gedanken, unterscheiden sich nicht grundsätzlich von objektiven wissenschaftlichen Theorien, können erklären, vorhersagen und verändern und können richtig oder auch falsch sein. In der ersten Phase, der kommunikativen Validierung, werden die subjektiven Theorien erhoben und rekonstruiert. In einer zweiten Phase, der explanativen Validierung, wird geprüft, ob eine subjektive Theorie der Realität entspricht (sog. Geltungsprüfung).

### Quantitative Forschungsdesigns

Wie bereits erwähnt, ist das **(quantitative) Experiment** ein quantitatives Forschungsdesign. Darunter wird die systematische Beobachtung einer abhängigen Variable unter diversen Bedingungen einer (oder mehrerer) unabhängigen Variablen und bei simultaner Kontrolle der Störvariablen verstanden. Hierbei muss stets eine zufällige Zuordnung von Probanden und experimentellen Bedingungen gewährleistet sein. Untersuchende streben durch Experimente die Beantwortung temporaler (folgt auf A immer B?), konditionaler (folgt B nur, wenn A vorausgeht?), finaler (tritt A auf, damit B folgt?) und kausaler (ist A die Ursache und B die Wirkung?) Fragen an – es wird also nach dem Erklärungsbeitrag, den A für B leistet, gefragt (Wenninger, 2000). Die **Umfrageforschung** sammelt dagegen standardisierte Informationen zu einem konkreten Fragegegenstand, stets als Vollerhebung oder mit einer repräsentativen Stichprobe. Wenn die Stichprobe wiederholt zu einer spezifischen Thematik oder zu verschiedenen Themen aber in der gleichen Konstellation durchgeführt wird, bezeichnet man diese als Panel (Bortz & Döring, 2006). Durch die Umfrageforschung wird versucht ein möglichst zutreffendes Meinungsbild einer interessierenden Population durch die Befragung einer repräsentativen Stichprobe zu erheben. Die klassische nichtexperimentelle Forschungsmethode ist die **Korrelationsstudie**, welche in ihrer einfachsten Form darin besteht, zwei Variablen zu beschreiben (definieren, messen, operationalisieren) und die Höhe und Art des Zusammenhangs zwischen ihnen zu bestimmen. Die Korrelationsstudie bestimmt also Richtung und Höhe des Zusammenhangs zwischen mindestens zwei Variablen. „Die **Metaanalyse** ist eine an den Kriterien empirischer Forschung orientierte Methode zur quantitativen Integration der Ergebnisse empirischer Untersuchungen sowie zur Analyse der Variabilität dieser Ergebnisse.“ (Drinkmann, 1990, S.11). Nach Glass (1976, S.3) versteht man unter der Metaanalyse eine Art Tertiäranalyse: „Primary analysis is the original analysis of data in a research study. (...) Secondary analysis is the re-analysis of data for the purpose of answering the original research question with better statistical techniques, or answering new questions with old data. [...] Meta-analysis refers to the analysis of analyses. I use it to refer to the statistical analysis of a large collection of analysis results from individual studies for the purpose of integrating the findings.“ Zusammengefasst dient die Metaanalyse demnach der Erstellung eines aktuellen Forschungsstandes durch die quantitative Ergebniszusammenfassung, wobei verstärkt statistische Überlegungen miteinbezogen werden, um die Objektivität zu verbessern.

Auf die Auswahl des Forschungsdesigns folgt in der Regel die Auswahl der Erhebungsmethode. Diese ist mitunter frei wählbar, wird häufig aber auch durch das Forschungsdesign eingeschränkt oder sogar vorgegeben. Auch bei Erhebungsmethoden wird nach qualitativen und quantitativen Methoden unterschieden.

### Qualitative Erhebungsmethoden

Das **Leitfadeninterview** ist ein halbstandardisiertes Interview, was bedeutet, dass die Reihenfolge der Fragen dem Gesprächsverlauf angepasst wird. Zudem werden die Fragen in Anlehnung an die Begrifflichkeit der Teilnehmenden formuliert. Der Leitfaden dient bei der Gesprächsführung also lediglich als Anhaltspunkt. Eine weitere Form des Interviews ist das **narrative Interview**. Dieses wurde von Schütze (1983) für die Untersuchung biografischer Fragestellungen entwickelt und gliedert sich in vier Phasen: den Erzählanstoß (Aufforderung zum Erzählen), die Haupterzählung (Geschichte der befragten Person), die Nachfragephase (Verständnisfragen des Forschenden und nicht angesprochene Gegenstandsbereiche) und schließlich die Bilanzierungsphase (abschließende Bewertung). Eine weitere Art der Befragung, ist die **Fokusgruppe** oder **Gruppendiskussion**. Bei der Fokusgruppe diskutieren zwischen 5 und 15 Personen zu einem bestimmten und festgelegten Thema. Die Diskussion wird meist durch den/die Forscher\*in und mit Hilfe eines thematischen Leitfadens geleitet. Während die Forschenden die Diskussion moderieren, äußern sich aber nicht inhaltlich zum Thema. Im Gegensatz dazu,

zählt der **Workshop** zu den wahrscheinlich bekanntesten qualitativ-partizipativen Erhebungsmethoden. Hier stellt bereits der Einstieg in das Forschungsfeld einen entscheidenden Schritt im Forschungsverlauf dar, da der Beginn der Zusammenarbeit die Chance bietet, viel über das Feld, seine Charakteristika und insbesondere die Machtverhältnisse darin zu erfahren (Selvini Palazzoli et al., 1984). Es ist dabei stets kritisch zu hinterfragen, wie die Workshopbeteiligten zusammengekommen sind, welche Akteure das Thema treiben und welche Motive zu Grunde liegen. Zudem stellt sich die Frage, wer ein Problem mit dem bisherigen Ablauf des Forschungsgegenstands formuliert (beispielsweise unmittelbar Beteiligte oder durch einen politischen und verwaltungstechnischen Kontext) (Bergold & Thomas, 2020). Diese Analyse legt zudem die Grundlage des Teilnehmerkreises, wofür Guba und Lincoln (1989) das Konzept der Stakeholder in der Evaluationsforschung entwickelt haben. Hiernach lassen sich drei Gruppen von Beteiligten unterscheiden: (1) professionell Tätige; (2) Nutzer\*innen und (3) die Opfer. Während die ersten beiden Gruppen traditionellerweise berücksichtigt werden, wird die Gruppe der Opfer, d.h. Beteiligte, die negative Konsequenzen zu befürchten haben, oftmals nicht mit einbezogen, sondern wird erst dann sichtbar, wenn das Projekt durch Mitglieder dieser Beteiligtegruppe angegriffen oder ge- bzw. verhindert wird (Bergold & Thomas, 2020). Der Erkenntnisgewinn von Workshops wird meist spiralförmig charakterisiert, da er paradoxerweise mit einer Unterbrechung des Routineablaufs beginnt (Wadsworth, 1998): da etwas nicht läuft wie erwartet oder unzufriedenstellend, werden Fragen nach dem Ursprung ausgelöst. Eine Felduntersuchung wird durchgeführt, um ein Verständnis der problematischen Aspekte zu entwickeln, woraus wiederum Antworten und Veränderungskonzepte generiert werden. Dieser Prozess kann sich wiederholen, solange keine zufriedenstellende Veränderung erreicht wird. Eine weitere qualitativ-partizipative Erhebungsmethode stellen **Delphi-Studien** dar. Wenn von einem klassischen Delphi-Design, nach Linstone und Turoff (1975), gesprochen wird, so ist zumeist ein vierstufiges Vorgehen gemeint: (1) Operationalisierung der allgemeinen Frage- beziehungsweise Problemstellung hinsichtlich der Ableitung konkreter Kriterien zur Beurteilung durch Experten im Rahmen einer quantifizierenden Befragung; (2) Ausarbeitung des standardisierten Frageprogramms um Expert\*innen anonym zum Sachverhalt zu befragen; (3) Aufbereitung der Befragungsergebnisse und anonymisierte Rückmeldung der Ergebnisse an Befragte; (4) Wiederholung der Befragung auf Basis der durch die erfolgte Rückinformation gewonnen Erkenntnisse bis ein zuvor festgelegtes Abbruchkriterium erreicht wird. Wie auch ein Workshop sind dabei der Feedback-Charakter und eine (mehrfache) Wiederholung der Methode klassische Merkmale der Delphi-Studie, wobei sie sich durch zusätzliche Merkmale wie der Anonymität der Einzelantworten und die Ermittlung einer statistischen Gruppenantwort von Workshops unterscheidet (Häder, 2014). Neben der klassischen Prognose-Delphi-Befragung (Kenis, 1995) gibt es zahlreiche weitere Anwendungsbereiche, wie beispielsweise die numerische (genaue Festlegung einer minimalen Range für die Schätzung oder Vorhersage eines Problems), strategische (Antworten auf gegenwärtige oder zukünftige soziale und politische Probleme) oder historische (Erklärung vergangener Entscheidungen) Delphi (Strauss & Zeigler, 1975). Nach Seeger (1979) können auch die Ziele als mögliche Klassifizierung von Delphi-Studien dienen, wodurch sich weitere Bereiche erschließen: Zielfindungs-, Problemfindungs-, Maßnahmen- und Strategieplanungs-, Ideenbewertungs- und schließlich Ideenfindungs-Delphi.

### Quantitative Erhebungsmethoden

Die **wissenschaftliche Beobachtung** ist die systematische und regelgeleitete Aufnahme von Ausprägungen oder des Auftretens von ausgewählten sowie psychologisch relevanten Merkmalen oder Ereignissen. In einem zuvor festgelegten Beobachtungsplan wird dabei festgelegt, (1) was beobachtet wird; (2) welche Aspekte von Relevanz sind; (3) wie groß der Interpretationsspielraum der Beobachtenden ist; (4) Zeitpunkte, Zeiträume und Situationen; (5) wie aufgenommen und protokolliert wird. Die wissenschaftliche Beobachtung wird also stets zu einem bestimmten Zweck, d.h. fokussiert, sowie unvoreingenommen ausgeführt. Bei einer teilnehmenden Beobachtung nehmen Forschende aktiv eine Rolle im Feld ein, während bei non-reaktiven Beobachtungsverfahren kein Kontakt zwischen Beobachtenden und Forschungsgegenstand besteht. Wenn die Häufigkeit bestimmter Ereignisse von Relevanz ist, ist **Zählen** eine geeignete Erhebungsmethode. Zählen gibt also eine Auskunft über das Auftreten relevanter Ereignisse, während **Messen** eine feinere Erfassung von Merkmalsausprägungen erlaubt. Messen beschreibt die Zuordnung von Zahlen zu Objekten oder Ereignissen hinsichtlich deren Ausprägung oder Eigenschaft, wodurch die Stärke bzw. bestimmte Relationen zwischen den Untersuchungsgegenständen abgebildet werden. Eine weitere, grundlegende Form der Datenerhebung, ist die **Befragung**. Während die mündliche

Befragung in Form eines Interviews erfolgt, wird die schriftliche Befragung mit Hilfe eines Fragebogens durchgeführt. Befragungen können unstandardisiert und standardisiert sein, bei letzterer werden verschiedene Antwortalternativen vorgegeben. Zudem können Befragungen unstrukturiert oder (semi-)strukturiert durchgeführt werden, je nachdem ob Interviewende eine Vorgabe zur Durchführung bekommen. Eine Sonderform der Befragung ist das Rating, bei welchem Befragte ihr Urteil auf einer numerisch interpretierbaren Skala abbilden. Per Definition keine eigenständige Methode, aber aufgrund des individuellen Charakters alleinstehend, ist die **Datenerhebung im Internet**. Das Internet stellt eine besonders günstige Möglichkeit zur Datengewinnung dar, sowohl auf quantitativer und qualitativer Ebene, als auch kostentechnisch. Es können prinzipiell sehr große Stichproben untersucht werden, womit auch die Teststärke von Signifikanztests erhöht wird. Auf der anderen Seite muss man sich allerdings auch über verschiedene Bias im Klaren sein, beispielsweise der Stichprobenverzerrung, Verzerrungen durch Nichtbeantwortung oder durch das Anbieten einer Belohnung bei Beantwortung sowie dem Reihenfolgebias der Frage- und Antwortmöglichkeiten. Ein weiteres wissenschaftliches Routineverfahren ist der **Test**, bei dem ein oder mehrere empirisch unterscheidbare Persönlichkeitsmerkmale untersucht werden. Ziel ist es, möglichst genaue quantitative Aussagen über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägungen zu erhalten. Ein Test wird in der Regel an verschiedenen Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und/oder Eigenschaften durchgeführt und besteht aus mehreren Aufgaben oder Fragen. Die unterschiedlichen Lösungen bzw. Antworten der Testpersonen werden anschließend individuell zu einem Testwert aggregiert. Die letzte, hier betrachtete quantitative Erhebungsmethode, sind **Biopsychologische und neurowissenschaftliche Messungen**. Biopsychologische Verfahren versprechen eine möglichst direkte Erfassung psychischer Prozesse, zudem gilt die organisch-biologische Basis mentaler und psychischer Vorgänge zunehmend als erforschbar. Wie andere Methoden auch, sind biopsychologische Methoden theoriegeleitet und methodenkritisch einzusetzen. Nicht-invasive biopsychologische Messungen beginnen mit biopsychologischen Indikatoren auf Haut, Muskeln, Sinnesorganen, Herz-Kreislauf-System sowie Hormon- und Immunsystem und führen dann zum Kernbereich psychologisch relevanter Prozesse, dem zentralen Nervensystem.

Nach einer erfolgreichen Datenerhebung, müssen die Rohdaten homogenisiert und nivelliert werden, um diese anschließend auswerten zu können. Auch für die Analyse der Daten stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, welche abermals in qualitativ und quantitativ unterteilt werden können.

### Qualitative Auswertungsverfahren

Das **Codieren** ist ein sehr flexibles Verfahren zur Analyse von Äußerungsinhalten, wobei die Bedeutung relevanter Textstellen mit einem zusammenfassenden Code erfasst und versehen wird. Dies kann sehr konkret und nahe am zu untersuchenden Text erfolgen, oder auch abstrakt. Die Codes werden meist induktiv während der Untersuchung aus dem Datenmaterial heraus entwickelt. Wenn mit einem inhaltsanalytischen Kategoriensystem zum Einordnen von Materialteilen oder Segmenten gearbeitet wird, spricht man von einer **Inhaltsanalyse**. Sie stellt ein systematisches, datenreduzierendes Verfahren dar, mit welchem bedeutungshaltiges Material vergleichend analysiert werden kann. Per Definition keine eigene Methode, aber dennoch ein zu nennendes Verfahren, ist die **computergestützte Auswertung**. Quantitative Software erlaubt hier eine automatisierte Analyse manifester Textbedeutung, während qualitative Software die Codierung unterstützt, wenn auch nicht automatisiert. Die Ergebnisse der Software sind aber stets auf ihre Sinnhaftigkeit zu überprüfen. Um zusammenhängende Texte noch weitergefasst zu analysieren, kann die **Diskursanalyse** herangezogen werden. Jeder Diskurs umfasst hier ein Set von aufeinander bezogenen Texten und zudem die Verfahren ihrer Produktion, Verarbeitung und Rezeption (Phillips & Hardy, 2002). Die Bedeutung von Diskursen ergibt sich also erst durch die Einbeziehung anderer Texte und verändert sich in Abhängigkeit vom Kontext. Dies liegt darin begründet, dass sich Realität auf Texte auswirkt und vice versa. Die Diskursanalyse versucht ultimativ also zu untersuchen, wie Realität sprachlich erzeugt wird. Dabei werden in der deskriptiven Diskursanalyse Diskurse als Äußerungsprozesse verstanden, während die kritische Diskursanalyse ihren Fokus auf die Analyse von Datensystemen legt. Granularer befasst sich die **Semiotik** mit Texten, da diese einen Schwerpunkt auf Zeichen setzt. Ein Zeichen wird definiert als etwas, das für etwas Anderes stehen bzw. dieses anzeigen oder bedeuten kann. Sie lassen sich hinsichtlich ihrer Konnotation und Denotation sowie im Hinblick auf verborgene bedeutungskonstitutive Gegensätze analysieren. Semiotik und Diskursanalyse überschneiden sich hinsichtlich ihrer Mittel, als auch ihrer Zielsetzung, Schlussfolgerungen zu ziehen, die über den Text hinausgehen. Ein weiteres Verfahren stellt die **Hermeneutik**, deren Ziel es ist zu einem angemessenen und umfassenden Verständnis des Gesagten zu gelangen

und dabei die Subjektivität des Verstehens zu überwinden. Das Grundprinzip des hermeneutischen Verstehens ist die hermeneutische Spirale, durch welche das Textverständnis sukzessive vertieft wird: (1) Vorverständnis und Textverständnis; (2) Verständnis von Textteilen und vollständigem Text greifen ineinander. Die objektive Hermeneutik versucht, unter Einbeziehung des Wissens über soziale Regeln, die den sprachlichen Äußerungen zugrundeliegende Sinnstruktur herauszuarbeiten. Bekannte Formen der objektiven Hermeneutik sind bspw. die Feinanalyse, die Sequenzanalyse und die Interpretation der objektiven Sozialdaten. Zuletzt kann auch visuelles Material qualitativ ausgewertet werden. Die **Ikonologie** stellt hierbei eine Methode zur Analyse von visuellem Material dar, welche ursprünglich aus der Kunstgeschichte stammt. Im Mittelpunkt stehen eine Analyse der Symbolik und die motivgeschichtliche Einordnung der Darstellung. Die Analyse erfolgt auf den drei aufeinander aufbauenden Ebenen (1) darstellend; (2) ikonografisch; und (3) ikonologisch.

### Quantitative Auswertungsverfahren

Quantitative Auswertungsverfahren bedienen sich stets der Statistik durch entweder deskriptivstatistische Methoden, oder aber Inferenzstatistische Methoden. Die **Deskriptivstatistik** beinhaltet dabei Verfahren, mit deren Hilfe quantitative Daten zusammenfassend beschrieben und dargestellt werden. Hierzu zählen bspw.: die univariate Deskriptivstatistik (einzelne Variablen, darunter: Bestimmung von Häufigkeiten des Auftretens von Werten und von Häufigkeitsverteilungen; Berechnung von Parametern, die zusammenfassende Aussagen über die gesamte Stichprobe erlauben, wie Maße der zentralen Tendenz und Streuungsmaße) und die multivariate Deskriptivstatistik (Zusammenhänge mehrerer Variablen, darunter Korrelation und Regression; Tabellen; Diagramme und Grafiken). Die **Inferenzstatistik** dient dem Schluss von einer Stichprobe auf eine zugehörige Grundgesamtheit, wodurch deren Aussagen über das Beobachtbare hinausgehen und mit Unsicherheit behaftet sind.

Die als fehlend identifizierten Daten im Projekt Kombinom, sind deutschlandweite Mobilfunkdaten, sowie Auslastung und Kosten des ÖPNV. Mobilfunkdaten können lediglich von Mobilfunkanbietern erhoben werden, allerdings können die Daten anschließend käuflich erworben und über eine Sekundäranalyse mit Hilfe von statistischen Auswertungsverfahren analysiert werden. Da die Mobilfunkdaten dazu dienen Mobilitätsströme aus ihnen abzuleiten, können sie auch durch andere Alternativen ersetzt werden. So können Befragungen zum Mobilitätsverhalten, ergänzt durch Hochrechnungen und Interpolation, genutzt werden, um Aufschlüsse über das Mobilitätsverhalten zu geben. Die Auslastung im ÖPNV kann theoretisch über die Methode Zählen erhoben werden, allerdings nicht als Vollerhebung, sondern über Stichproben. Eine Vollerhebung wäre nur über automatisierte Verfahren möglich, diese sind in Deutschland allerdings nur sehr selten im Einsatz. Gewonnene Daten könnten auch hier anschließend statistisch ausgewertet werden. Die Kosten des ÖPNV können nur die ÖPNV-Betreiber selbst erfassen, da auf die notwendigen Daten kein Zugriff besteht. Hinsichtlich des Projekts könnte aber mit aggregierten Sekundärdaten gearbeitet werden, die dann statistisch ausgewertet werden. Daten zur Nutzerakzeptanz wurden einerseits nicht als vollständig fehlend identifiziert, allerdings beziehen sich bestehende Studien bislang nur auf Teilsysteme des geplanten Ansatzes (beispielsweise lediglich auf autonome Fahrzeuge oder kombinierten Transport). Um die Akzeptanz im Gesamtsystem zu erfassen, müssten demnach auch hier neue Daten erhoben werden. Auch für andere, bereits erhobene oder verfügbare, Daten, wurde in der Datenübersicht das Forschungsdesign, sowie Erhebungsmethode und/oder Auswertungsverfahren angegeben. An den Konzepten und Methoden der bereits erfolgreich erhobenen Daten, kann angeknüpft oder aufgebaut werden, um diese Daten auch in anderen Gebieten zu erheben. Abschließend wird in folgender Tabelle eine Übersicht zu den identifizierten Erhebungsverfahren inklusive eines Datenbezuges auf bereits erhobene und zu erhebende Daten in Kombinom dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass Daten, welche nicht selbst, sondern lediglich unternehmensintern erhoben werden können, in der Auflistung nicht berücksichtigt werden. Zudem werden auch jene Daten nicht aufgeführt, die zuverlässig über Dokumenten- und Sekundäranalysen gewonnen werden können (beispielsweise ÖPNV-Fahrpläne und -Preise).

Erhebungsverfahren	Anwendungsbereich	Teilnehmerkreis	Informationsgewinn
<b>Leitfadeninterview</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionierung</li> <li>• Validierung</li> </ul>	Experten aus den Bereichen ÖPNV und Logistik sowie auf kommunaler Ebene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionierung eines funktionierenden Gesamtsystems</li> <li>• Validierung der Ergebnisse</li> </ul>
<b>Fokusgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validierung</li> <li>• Nutzerakzeptanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experten aus den Bereichen ÖPNV und Logistik sowie auf kommunaler Ebene, als auch Nutzergruppen aus der Bevölkerung</li> <li>• Alle Stakeholder (ÖPNV, Logistik, Bevölkerung, Kommunen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validierung von Zwischen- und Endergebnissen hinsichtlich der unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzergruppen</li> <li>• Sicherstellung der Akzeptanz der erarbeiteten Teil- und Gesamtsysteme</li> </ul>
<b>Workshop</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionierung</li> </ul>	Experten aus den Bereichen ÖPNV und Logistik sowie auf kommunaler Ebene	Konzeptionierung eines funktionierenden Gesamtsystems
<b>Delphi-Studie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzerakzeptanz</li> <li>• Mobilitätsströme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Stakeholder (ÖPNV, Logistik, Bevölkerung, Kommunen)</li> <li>• Nutzergruppen aus der Bevölkerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Akzeptanz der erarbeiteten Teil- und Gesamtsysteme</li> <li>• Prognosen zur Nutzernachfrage des konzipierten on-demand-Angebotes</li> </ul>
<b>Wissenschaftliche Beobachtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotierung</li> <li>• Logistikoperationen</li> <li>• Mobilitätsströme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experten aus den Bereichen ÖPNV und Logistik sowie auf kommunaler Ebene, als auch Nutzergruppen aus der Bevölkerung</li> <li>• Experten aus dem Bereich Logistik</li> <li>• Nutzergruppen aus der Bevölkerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzer- und Fahrzeugverhalten im (Test-)Betrieb</li> <li>• Daten zum Logistikregelbetrieb (Tourentimings, Betriebsabläufe)</li> <li>• Zeitpunkt und -raum Beobachtungen der kommunalen Mobilitätsströme</li> </ul>
<b>Zählen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilitätsströme</li> </ul>	ÖPNV und Nutzergruppen aus der Bevölkerung	ÖPNV-Nutzung und -Auslastung durch (automatische) Zählstationen
<b>Messen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistikoperationen</li> <li>• Pilotierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experten aus dem Bereich Logistik</li> <li>• Experten aus den Bereichen ÖPNV und Logistik sowie auf kommunaler Ebene, als auch Fahrzeugtechniker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten zum Logistikregelbetrieb (Tourentimings, Betriebsabläufe)</li> <li>• Kosten hinsichtlich des laufenden (Test-) Betriebes von SAV</li> </ul>
<b>Befragung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilitätsströme</li> <li>• Nutzerakzeptanz</li> </ul>	Nutzergruppen aus der Bevölkerung	Regelmäßiges Mobilitätsverhalten

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherstellung der Akzeptanz der erarbeiteten Teil- und Gesamtsysteme</li> </ul>
<b>Datenerhebung im Internet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilitätsströme</li> <li>Nutzerakzeptanz</li> </ul>	Nutzergruppen aus der Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regelmäßiges Mobilitätsverhalten</li> <li>Sicherstellung der Akzeptanz der erarbeiteten Teil- und Gesamtsysteme</li> </ul>

Tabelle 60: Geeignete Erhebungsverfahren zur Anwendung in Kombinom (Eigene Darstellung)

### 2.1.3 Simulationsvorbereitung

#### Konzeptionelle Grundlagen

Eine Einordnung der in Kapitel 2.1.1 dargestellten Erhebungsdaten entlang der Konzeptspezifika des zu simulierenden kombinierten, autonomen Transportkonzeptes kann der Abbildung 5 entnommen werden. Dynamische, betriebsmodellabhängige Konzeptausprägungen denen keine direkte Datenbasis zu Grunde liegt und die in späteren Simulationsstudien parametrisiert werden und im Rahmen diverser Szenarioanalysen eruiert werden sollten, werden dabei in einem gestrichelten Oval dargestellt.

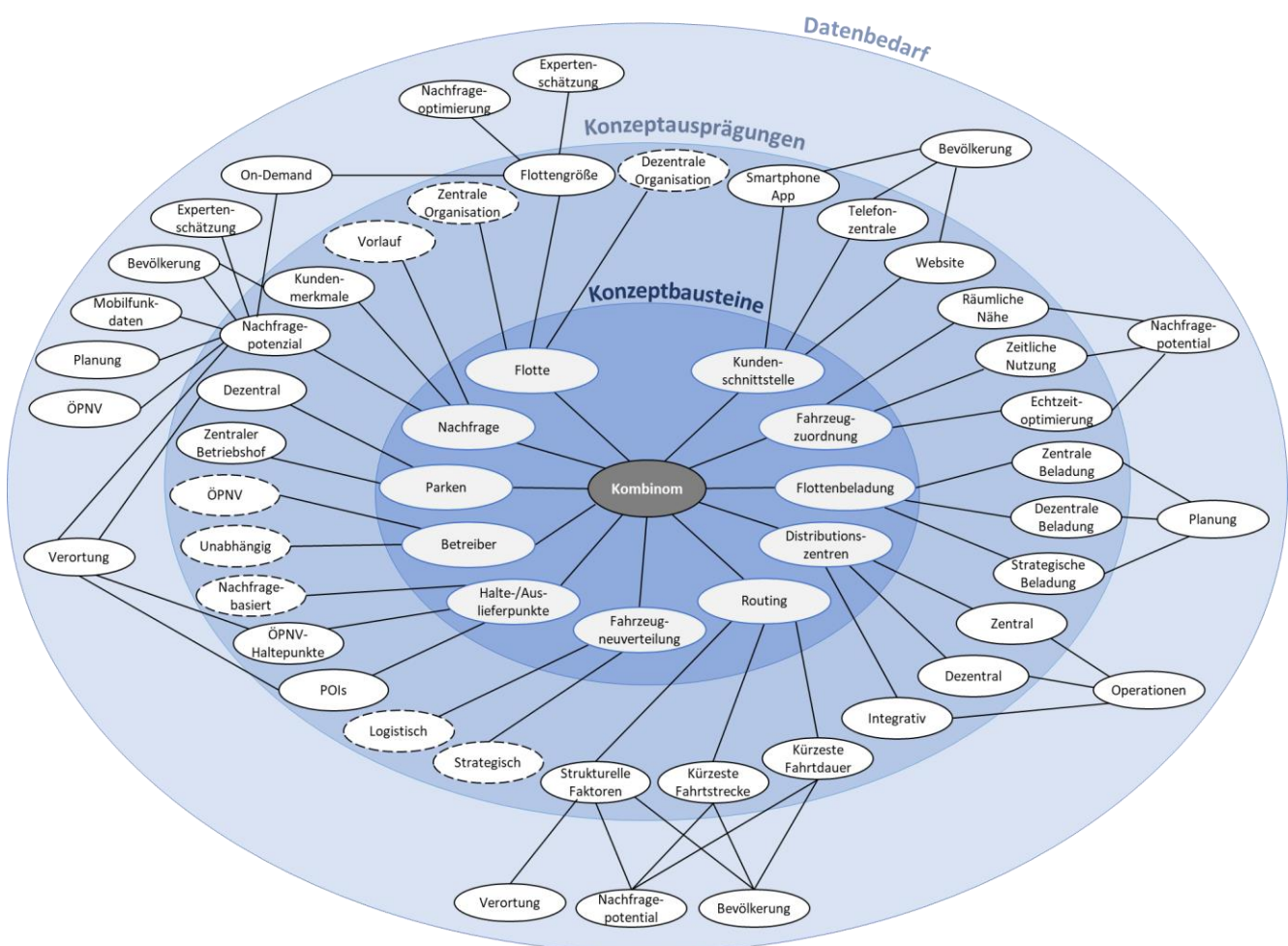


Abbildung 5: Konzeptbausteine, Ausprägungen und Datenbedarf für die Modellierung kombinierter Verkehre (Eigene Darstellung)



Die Betrachtung der Bestandteile bestehender Mobilitätskonzepte mit Einsatz autonomer und geteilter Fahrzeuge, sogenannter SAV, ist bisher weitestgehend theoretisch geprägt. Daher werden diese Bestandteile häufig mit Modulen gleichgesetzt, die auch die Basis der Modellierung einer Simulation eines solchen Konzepts bilden. Die gängigsten Bestandteile für die Modellierung von Mobilitätskonzepten, die mit dem Einsatz autonomer, kombinierter Fahrzeuge arbeiten, sind Nachfrage, Flotte, Fahrzeugführung beziehungsweise Routing, Fahrzeugzuordnung, Fahrzeugneuverteilung, Bepreisung, elektrische Beladung und Parken der Fahrzeuge (Narayanan et al., 2020). Da theoretische Untersuchungen, die diese Module verwenden, bisher meist die Grundlage für Simulationsmodellierung bilden und ausschließlich auf den Transport von Personen fokussieren, ist es notwendig, die Liste, um weitere Punkte zu ergänzen. Diese weiteren Module ergeben sich aus Überlegungen zur praktischen Anwendung eines SAV-Systems, das neben Personen zusätzlich auf den Transport von Gütern ausgerichtet ist, und entstammen weitestgehend eigenen Überlegungen und Expertenschätzungen. Demzufolge wird die oben aufgeführte Liste durch folgende Punkte ergänzt: Betreiber, Distributionszentren als Ausgangspunkte für Gütersendungen, Halte- beziehungsweise Auslieferungspunkte sowie eine Kundenschnittstelle, über die der Kunde auf den Service zugreifen kann.

Die beschriebenen Konzeptbausteine untergliedern sich in verschiedene Ausprägungen. Die nachfolgende Untersuchung der Module unterscheidet zwischen Konzeptkategorien und Datenbedarfen. Konzeptionelle Kategorien beziehen sich auf die verschiedenen Möglichkeiten, ein Konzept im Rahmen der beschriebenen Bausteine auszugestalten. Datenbedarfe hingegen beschreiben die benötigte Datengrundlage für die Modellierung und Simulation der jeweils verknüpften Konzeptbausteine und Konzeptausprägungen für die Analyse des kombinierten, autonomen Transportkonzeptes in den Untersuchungsgebieten.

Die spatiotemporale Nachfrage umfasst den Bedarf für kombinierten Verkehr unter Einsatz von SAV in Abhängigkeit räumlicher und zeitlicher Gegebenheiten. Zentrale Komponente ist hier das Nachfragepotenzial und beinhaltet den Mobilitätsbedarf potenzieller Kunden zu bestimmten Tageszeiten und an bestimmten Orten sowie den jeweiligen Bedarf an Versendung und Zustellung von Gütern. SAV-Services können mit verschiedenen Reservierungsvorläufen arbeiten, die sich üblicherweise zwischen fünf (Fagnant & Kockelman, 2014) und 30 Minuten (Ma et al., 2017) bewegen. Nachfragepotenzial und Ausgestaltung des Reservierungsvorlaufs werden maßgeblich von unterschiedlichen Kundenmerkmalen beeinflusst. Sie umfassen unter anderem Nutzungsverhalten, Bedürfnisse und demografische Merkmale des Kunden. Über potenzielle Nutzergruppen von SAV-Systemen ist bisher wenig bekannt. Allerdings kann argumentiert werden, dass potenzielle Nutzer hauptsächlich Menschen sein werden, die aktuell keinen Zugang zu einem privaten Fahrzeug haben oder kein eigenes Fahrzeug führen können oder wollen, wie beispielsweise Nutzer in ihrer Jugend oder im hohen Alter. Für konzeptionelle Überlegungen zu SAV-Systemen sind vor allem das Verhalten und die Bedürfnisse der Kunden entscheidend. Diese sind häufig besonders in Bezug auf Reisedauer, Wartezeit und Preis sensibel (Krueger et al., 2016).

Auf Datenebene kann das Nachfragepotenzial anhand von Mobilitätsbefragungen (Fagnant & Kockelman, 2014), aus existierenden Transportmodellen (Alam & Habib, 2018), durch Mobilitätsaufzeichnungen sogenannter „Transit-Smart-Cards“ (Shen et al., 2018), anhand der Daten von Taxiunternehmen (Hyland & Mahmassani, 2018) oder mittels Bewegungsdaten von Telefonanbietern (Kondor et al., 2019) ermittelt werden. Die befragten Experten verwiesen in diesem Zusammenhang darauf, dass für eine möglichst adäquate Nachfrageprognose sowohl Start- und Zielpunkte als auch Wegstrecken einzelner Personen möglichst exakt zu analysieren sind. Aus der Summe einzelner Bewegungsprofile kann so ein Gesamtbild der Mobilität gezeichnet werden. Um Pendlerströme aus den Städten ins Umland zu quantifizieren, Bewegungsprofile zu erstellen und daraus das Nachfragepotenzial abzuleiten, sind Mobilfunkdaten geeignet, die bei Bedarf um demografische Daten ergänzt werden können. Zusätzlich eignen sich Erhebungen, Haushaltsbefragungen und Pendlerstatistiken, die beispielsweise von „Mobilität in Deutschland“ (MID) bereitgestellt werden sowie Daten von Anruf-Sammeltaxi-Unternehmen. Die Nachfrage nach Gütertransport können über ortsbezogene, aktuelle Lieferzahlen von Kurier-Express-Paket-Diensten bestimmt werden. Die nachfrageorientierten Datenquellen wurden abschließend kombiniert um umfassende Mobilitäts- und Logistikmodelle für die Untersuchungsgebiete zu erarbeiten (siehe hierzu Datenmodellierung, S. 64). Diese geben auf Koordinatenebene Aufschluss über die verkehrsmittel-, wegezweck-, wochentags- und tageszeitbasierten Mobilitätsvolumina und Fahrdistanzen inklusive Quellen und Senken (Mobilitätsmodell) sowie die dienstleisterabhängigen Belieferungsfrequenzen der einzelnen Empfängertypen (z.B. Wohngebäude, Ladengeschäft, Postfiliale) inklusive der jeweils zuständigen Verteilzentren als Quellen und den

Empfängeradressen als Senken. Diese Modelle dienen als fundamentale Grundlage der durchgeführten Potentialanalyse sowie als zukünftige Simulationsgrundlage und sollen in Folgeprojekten als fundierte Datenbasis für das Status-Quo Benchmarking sowie die simulationsgestützte Nachfrageprognose fungieren.

Die Verkehrsführung oder das Routing bezeichnet die Festlegung von Verkehrsströmen und Fahrtzeiten zwischen Start- und Zielpunkten. Auf konzeptioneller Ebene kann das Routing nach verschiedenen Strategien vorgenommen werden, wobei die grundlegendste Entscheidung darin besteht, festzulegen, ob Fahrzeuge zwischen zwei Punkten gemäß der kürzesten Fahrtstrecke oder gemäß der kürzesten Fahrtzeit geroutet werden. Darüber hinaus können diverse andere Faktoren beim Routing berücksichtigt werden, zum Beispiel, dass bestimmte, besonders schützenswerte landschaftliche Gebiete umfahren oder Wohngebiete oder Verkehrszüge in Zeiten hoher Verkehrsauslastung umgangen werden sollen. Diese Punkte sind nur dann umsetzbar, wenn in solchen Gebieten weder aktuelle Kundenanfragen vorliegen noch Kunden ihre Fahrt dort beenden möchten. Im Rahmen dieses Konzeptbausteins muss im Sinne eines kombinierten Verkehrs ebenfalls festgelegt werden, ob und inwiefern Personen- oder Güterbeförderung priorisiert wird. Zudem sind hybride Strategien möglich, im Rahmen derer eine Routenoptimierung in Abhängigkeit von mehreren, unterschiedlich priorisierten Zielgrößen stattfindet (Pillac et al., 2013).

Für die Simulation und das Design eines SAV-Systems können die entsprechenden Daten über Wegezeiten auf verschiedene Weise erhoben beziehungsweise hergeleitet werden, wobei der einfachste Fall darin besteht, fixierte Fahrtzeiten zwischen Start- und Zielpunkten anzunehmen (Narayanan et al., 2020). Eine mögliche Herangehensweise besteht darin, die einfache Fahrtzeit zwischen zwei Punkten ohne Berücksichtigung aktueller Verkehrssituationen mit einem sogenannten „Traffic Factor“ zu multiplizieren. Stau oder stockender Verkehr werden so implementiert, um reale Bedingungen möglichst genau zu simulieren (Jaeger et al., 2018). Eine weitere Option besteht darin, die Fahrtzeit zwischen zwei Punkten aus den durchschnittlichen Fahrtzeiten aus „Peak“- und „Off-Peak“-Zeit zu generieren (Fagnant & Kockelman, 2014). Mit der dritten Vorgehensweise werden Fahrtzeiten aus Daten von Diensten wie zum Beispiel Google Maps (Bauer et al., 2018) oder aus Daten der zuständigen Behörden ermittelt (Kondor et al., 2019, S. 2905). Auch Daten von Taxiunternehmen können verwendet werden. In diesem Fall müssen die dort genannten Fahrtzeiten mit einem „Distanzausweitungsfaktor“ (Distanz Expansion Factor) und einen „Stauausweitungsfaktor“ (Congestion Expansion Factor) multipliziert werden, um die Fahrtzeit an ein reservierungsbasiertes SAV-System anzupassen (Ma et al., 2017). Die wesentlichen Ansätze für die Verkehrsführung autonomer Fahrzeuge bestehen in analytischen Modellen, die auf den wardrop'schen Gleichgewichtsprinzipien basieren. Außerdem können auf diesen mathematischen Modellen beruhende, agentenbasierte Simulationen angewendet werden, um Verkehrsflüsse abzubilden und so nachvollziehbarer zu machen (Narayanan et al., 2020). Im Falle analytischer Routingmodelle bildet das klassische Vehicle Routing Problem (VRP) den Ausgangspunkt, das verschiedene Haltepunkte, ein Set aus verschiedenen Arcs, also Verbindungen, und eine Kostenmatrix beinhaltet. Die Kostenmatrix implementiert Distanz, Reisedauer und Reisekosten. Die Haltepunkte repräsentieren hierbei Kunden oder Kundenanfragen, die bedient werden müssen. Das mathematische Problem (hier ein VRP) besteht darin, für eine bestimmte Zahl identischer Fahrzeuge, stationiert in einem Depot, diejenigen Routen zu finden, die bei einmaligem Aufsuchen jedes Kunden die Gesamtkosten minimieren (Pillac et al., 2013). Im Gegensatz zur klassischen Definition des VRP sind in der realitätsnäheren Anwendung Informationen und deren „Evolution“ und „Qualität“ von besonderer Bedeutung. Das bedeutet zum einen, dass die verfügbaren Informationen sich während Ausführung der Route verändern können, zum Beispiel dann, wenn während der Route weitere Kundenanfragen hinzukommen. Zum anderen heißt das, dass die verfügbaren Informationen Ungenauigkeiten aufweisen dürfen, beispielsweise wenn die Kundennachfrage lediglich als Schätzung vorhanden ist. Des Weiteren können Routen in Abhängigkeit vom jeweiligen Problem und der verfügbaren technologischen Ausstattung entweder statisch, also im Vorhinein festgelegt, oder dynamisch geplant werden). Bei statischen und deterministischen Problemen ist der gesamte, in die Formel einfließende Input im Voraus bekannt und die Routen der Fahrzeuge ändern sich nicht während der Ausführung. Bei statischen und stochastischen Problemen liegt hingegen ein Teil des Inputs als Zufallsvariable vor, deren realer Wert sich erst während der Routenausführung zeigt. Auch hier stehen die Routen im Vorhinein fest, wobei jedoch geringfügige Änderungen der Route, beispielsweise das Auslassen einer Kundenanfrage, zulässig sind. Unsicherheiten können bei allen Variablen auftreten. Beispiele sind Kunden, die nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bedient werden müssen, Service- oder Reisezeit, die zufällig sind oder eine stochastisch ermittelte

Nachfrage. Im Falle von dynamischen und deterministischen Problemen ist der Dateninput teilweise oder komplett unbekannt und ergibt sich erst während der Routenausführung. Daher werden die entsprechenden Routen durchgehend neu definiert (Pillac et al., 2013). Auch bei dynamischen und stochastischen Problemen ist der Input nicht oder nur teilweise bekannt und ergibt sich erst bei Ausführung der Route. Anders als bei dynamischen und deterministischen Problemen liegen hierbei jedoch belastbare stochastische Informationen über die dynamisch entstehenden Gegebenheiten vor. Im Gegensatz zu statischen Problemen erfordert dynamisches Routing technologische Unterstützung durch Echtzeitkommunikation zwischen den Fahrzeugen, Mobiltelefone oder Systeme zur Standortbestimmung und Ähnliches (Pillac et al., 2013). Für das Routing innerhalb eines SAV-Systems sind aufgrund der größeren Realitätsnähe insbesondere dynamische Routingprobleme relevant (Narayanan et al., 2020).

Der nächste Baustein ist die SAV-Flotte selbst. Dieser beinhaltet die Flottengröße, also der Anzahl von SAV, die notwendig ist, um die Nachfrage im Untersuchungsgebiet zu bedienen. Die Ausgangsposition der Fahrzeuge im Untersuchungsgebiet wird ebenfalls im Rahmen dieses Moduls festgelegt (Narayanan et al., 2020). Auf konzeptioneller Ebene ist die Flottenorganisation von großer Bedeutung. Die Flotte kann entweder zentral, also ausgehend von einem zentralen Betriebshof oder Depot (Ma et al., 2017) oder im Rahmen des operativen Servicebetriebs dezentral über das Bediengebiet verteilt organisiert werden. Vor- und Nachteile beider Varianten werden im Kapitel Nummer 5 thematisiert. Zur Modellierung eines kombinierten Transports aus Gütern und Personen ist an dieser Stelle des Weiteren die technische Ausstattung der einzelnen Fahrzeuge zu berücksichtigen. In Abhängigkeit davon, ob der kombinierte Transport gleichzeitig im selben Fahrzeug oder zeitversetzt mittels des gleichen Fahrzeugs erfolgt, muss der Fahrzeuginnenraum entweder sowohl mit Sitzen als auch mit Transportfächern ausgestattet sein oder über Sitzmöglichkeiten verfügen, die im Falle eines Gütertransports schnell und automatisch zu einer Ladefläche umgestaltet werden können (Beirigo et al., 2018).

Die entsprechenden Daten zu Fahrzeugmenge und deren Ausgangsposition können über eine „Nachfrageoptimierung“ ermittelt werden, in deren Rahmen die benötigte Anzahl auf Basis der prognostizierten Nachfrage berechnet wird. So kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie viele SAV notwendig sind und wo diese idealerweise zu Modellstart platziert werden sollten, um die Nachfrage bedienen zu können (Fagnant & Kockelman, 2014). Alternativ wurden zudem bereits Expertenschätzungen von KEP-Dienstleistern und ÖPNV-Betreibern eingeholt, um die benötigte Flottengröße zu bestimmen. Zur Festlegung der Ausgangsposition der SAV gibt es neben der genannten „Nachfrageoptimierung“ verschiedene weitere Methoden. Wird zum Beispiel in einem Modell davon ausgegangen, dass ein zentrales Depot, also ein „Betriebshof“, für die Fahrzeuge existiert, befindet sich die Ausgangsposition der SAV dort (Ma et al., 2017). Alternativ können die SAV je nach Betriebsmodell zufällig, gleichmäßig oder entsprechend der Populationsdichte über das Untersuchungsgebiet verteilt werden (Narayanan et al., 2020).

Die Zuordnung von Fahrzeugen zu Kunden kann mittels Optimierungsalgorithmus oder auf bestimmten Regeln basierend erfolgen. Echtzeitoptimierungen ermöglichen in diesem Zusammenhang, mehrere Zielgrößen wie die Kundenwartezeit (Sozial), die Fahrtkosten (Ökonomisch) sowie die zurückgelegten Distanzen (Ökologisch) zu integrieren und minimieren. Außerdem kann Fahrzeugzuordnung je nach Betriebsmodell auch auf individuellen Regeln basieren. Demzufolge wird eine Nutzeranfrage oft dem nächstliegenden SAV zugeordnet, um Strecken und Wartezeiten zu minimieren (Narayanan et al., 2020). Im Rahmen dieses Projektes wurden sechs verschiedene relevante Methoden der Fahrzeugzuordnung identifiziert. Die Strategien unterscheiden sich stark in ihrer Komplexität, da es sich bei den Strategien drei bis sechs um kombinierte optimierungsbasierte Strategien handelt, wohingegen die Zuordnung bei den ersten zwei Strategien auf einer individuellen, einfachen Regelbasis beruht (Hyland & Mahmassani, 2018). Die Strategien 1 und 2 basieren auf der restriktiven Annahme, dass bereits zugeordnete Fahrzeuge nicht erneut zugeordnet werden können, dass ein Zu- oder Ausstieg während der festgelegten Route unmöglich ist und dass die Zuordnung sequenziell, also nacheinander nach dem Prinzip „First-Come-First-Served“ (FCFS) erfolgt. Der Unterschied zwischen den beiden Vorgehensweisen besteht darin, dass bei der ersten eine Anfrage dem jeweils am längsten wartenden SAV, bei der zweiten dagegen das jeweils nächstgelegene Fahrzeug zugeordnet wird. Bei den übrigen vier Strategien werden Anfragen nicht nach dem Prinzip „FCFS“, sondern distanzoptimiert und zusätzlich simultan zugeteilt, das heißt, dass zwei Anfragen parallel zugeordnet werden können. Die 3. Strategie verbietet weiterhin Neuordnung und Zu- oder Ausstieg während der festgelegten Fahrtstrecke, eine zugeordnete Anfrage wird demnach nicht mehr geändert. Der Unterschied

zur zweiten Strategie besteht in der simultanen Zuordnung. Strategie 4 erlaubt Neuordnung, verbietet jedoch weiterhin Zu- oder Ausstieg. Bei der fünften Strategie ist hingegen die Neuordnung verboten, Zu- oder Ausstieg während der Fahrt jedoch erlaubt. Die letzte und sechste Strategie erlaubt beide Vorgänge und bildet damit die komplexeste Herangehensweise an die Fahrzeugzuordnung (Hyland & Mahmassani, 2018). Ein Überblick über die vorgestellten Zuteilungsstrategien ist der Abbildung 6 zu entnehmen.

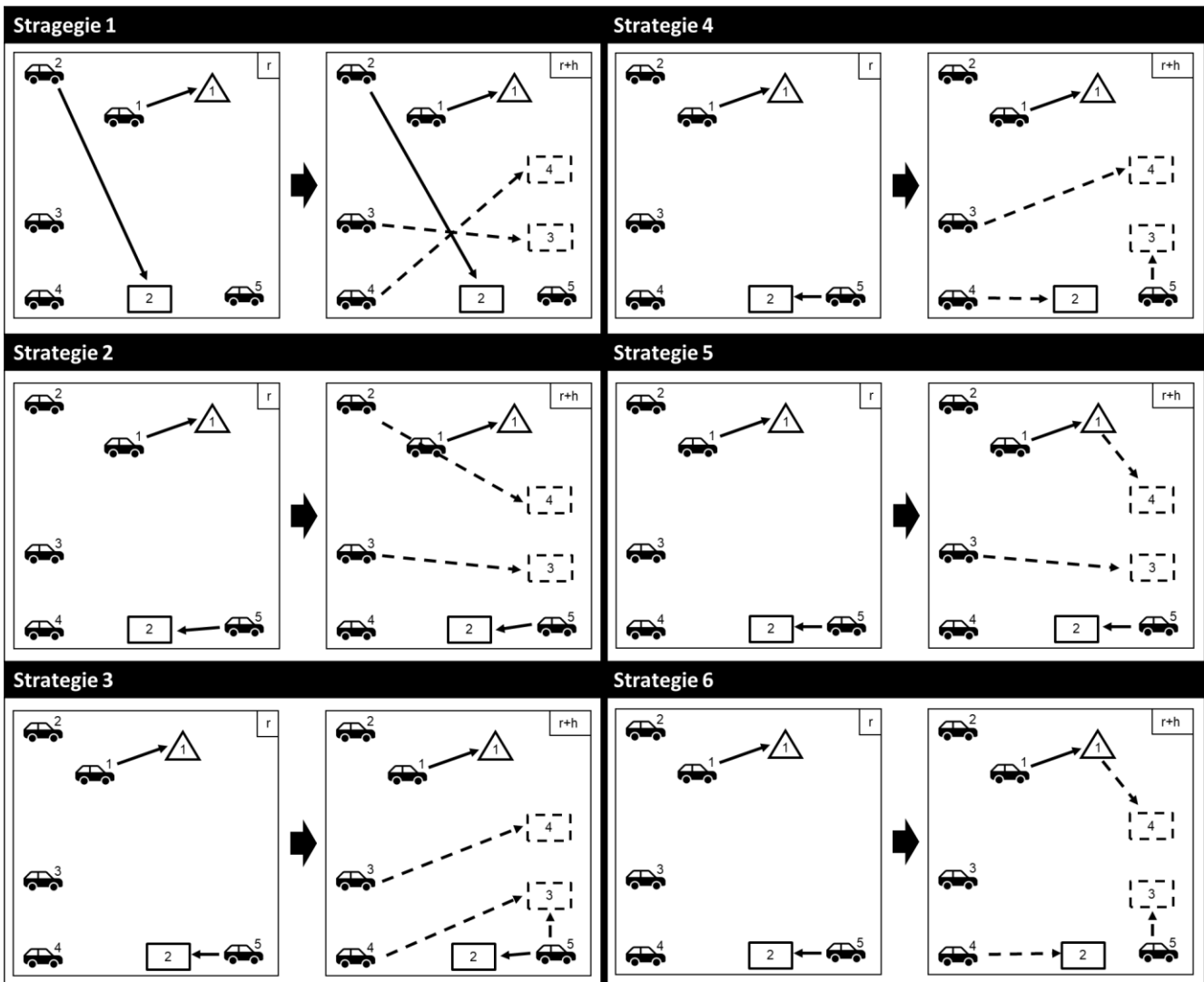


Abbildung 6: Fahrzeugzuordnungsstrategien (Eigene Darstellung nach Hyland & Mahmassani, 2018)

Bei nachfragebasierten Mobilitätsangeboten neigen die Fahrzeuge dazu, sich im Bediengebiet ungleichmäßig zu verteilen. Dieses Problem entsteht dadurch, dass sich die Fahrzeuge an beliebigen Zielpunkten wie beispielsweise Innenstädten ansammeln und dadurch in Wohngebieten als häufigen Ausgangspunkten für Fahrten nicht mehr in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen (Pavone, 2015). Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, können Fahrzeuge innerhalb des Nutzungsgebietes auf verschiedene Weise neu- beziehungsweise umverteilt werden. Bei der ersten von vier verschiedenen Neuverteilungsstrategien wird das Gebiet in relativ große virtuelle Blöcke unterteilt und eine sogenannte „Block-balance“ errechnet, die den erwarteten Bedarf pro Block prognostiziert. Befinden sich in einem Segment mehr Fahrzeuge als idealerweise benötigt, werden Fahrzeuge, die sich innerhalb eines bestimmten Zeitraums nicht bewegt haben, in angrenzende Blöcke verschoben. Sind weniger Fahrzeuge als benötigt verfügbar, werden ungenutzte Fahrzeuge aus angrenzenden Blöcken umplatziert. Dabei werden der Reihe nach zunächst die der „nachfragenden“ Zone am nächsten liegenden Fahrzeuge verschoben und dann immer weiter entfernte Fahrzeuge, bis die Nachfrage optimal bedient worden ist (Fagnant & Kockelman, 2014). Abbildung 7 veranschaulicht dieses Prinzip.

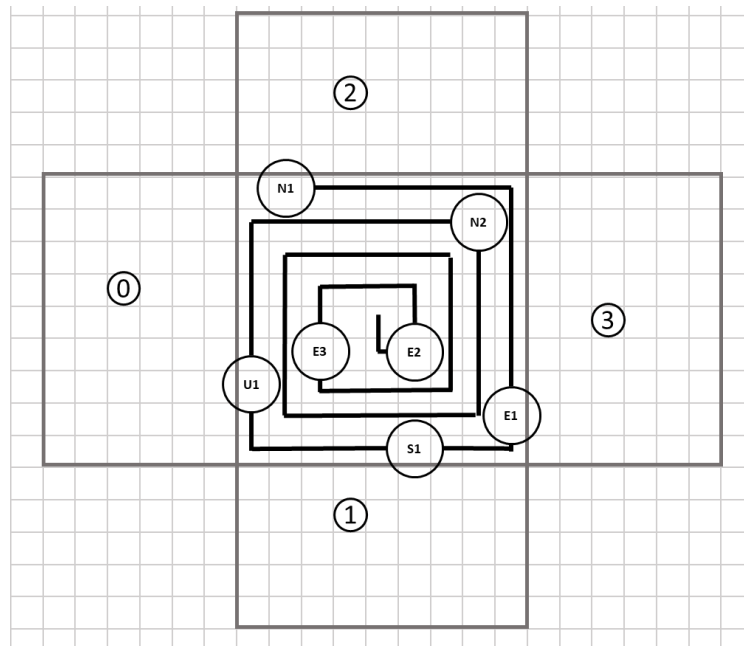


Abbildung 7: Fahrzeugneuverteilung gemäß Strategie 1 (Eigene Darstellung nach Fagnant & Kockelman, 2014)

Die innerhalb der kleineren Kreise stehenden Zahlen geben die in einem Segment benötigte Anzahl SAV an. Die einzelnen Fahrzeuge im zentralen Block sind mit einer Buchstaben-Zahlen-Kombination innerhalb größerer Kreise gekennzeichnet. Als Startpunkt für die Auswahl der zu verschiebenden SAV wurde die linke obere Ecke des zentralen Blocks zufällig gewählt. Demnach bewegt sich N1 zunächst in den nördlich liegenden Block. Darauf folgt gemäß Uhrzeigersinn E1 und bewegt sich in den östlichen liegenden Block. S1 bewegt sich nach Süden. Der tiefschwarzen Linie entsprechend werden immer weiter vom nachfragenden Segment entfernt liegende Zonen auf verschiebbare SAV geprüft und diese dann verschoben, bis die Nachfrage in den angrenzenden Blöcken erfüllt ist. Die 2. Strategie entspricht der ersten, außer dass hier das Einsatzgebiet feiner gerastert ist und dadurch die Distanzen kleiner sind. Insgesamt wird das System durch seinen kleinteiligeren Aufbau jedoch komplexer. Ziel der 3. Strategie ist es, „weiße“ Zonen, also solche, in denen keine Fahrzeuge verfügbar sind, im nächsten Zeitintervall jedoch voraussichtlich welche benötigt werden, zu minimieren. Hierzu werden alle voraussichtlich freien SAV aus einer Zone innerhalb eines bestimmten Radius, hier bis zu zwei Zonen weit, verschoben. Dabei wird nur in Zonen verschoben, in deren angrenzenden Zonen sich keine SAV befinden. Im Rahmen der 4. Strategie werden Fahrzeuge in angrenzende Bereiche verschoben, wenn die Ungleichverteilung zweier angrenzender Zonen drei oder mehr Fahrzeuge umfasst (Fagnant & Kockelman, 2014). Abbildung 8 veranschaulicht die Vorgänge der Strategie 3 und 4. Alle hier dargestellten Strategien arbeiten mit einem Raster aus Blöcken verschiedener Größe, die zwar die Um- beziehungsweise Neuverteilungslogik gut veranschaulichen und nachvollziehbar machen, jedoch von realen Bedingungen stark abweichen. Im Realbetrieb wäre im Rahmen der Strategie hauptsächlich festzulegen, über welche Distanz neu verteilt wird, ob Neuverteilung überhaupt notwendig ist und ob die Neuverteilung im Sinne einer klassischen Leerfahrt bei kombiniertem Verkehr umgangen werden kann, indem man diese Fahrten für den Gütertransport nutzbar macht.

Strategie 3							
1	0	0	1	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	4	0	1	0	0
0	0	2	2	0	1	0	1
0	1	0	1	0	0	3	0
1	1	1	0	2	2	1	0
2	3	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	2	0	0

Strategie 4							
2	2	1	1	1	4	0	4
3	2	4	1	1	1	1	2
2	2	1	1	2	1	3	2
1	1	1	2	0	1	2	3
2	3	0	1	1	1	1	1
0	4	1	0	1	1	3	1
2	4	1	1	1	0	1	1
2	5	1	0	2	3	0	1

Abbildung 8: Fahrzeugneuverteilung gemäß Strategie 3 und 4 (Eigene Darstellung nach Fagnant & Kockelman, 2014)

Der Konzeptbestandteil Parken umfasst zum einen den Bedarf an Parkraum, zum anderen die Parkstrategie (Narayanan et al., 2020). Der Bedarf kann durch Mobilfunkdaten abgeschätzt werden, die annäherungsweise Bewegungsprofile von Menschen abbilden und dadurch eine Prognostizierung des Bedarfs ermöglichen (Kondor et al., 2019). Um geeignete Parkplätze für unbeschäftigte SAV zu lokalisieren, können außerdem Optimierungsalgorithmen eingesetzt werden, die wahlweise weitere Faktoren wie die Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur am Stellplatz oder geeignete Einrichtungen für die Wartung von Fahrzeugen berücksichtigen (Azevedo et al., 2016). Elementar ist zudem die Frage, wie das Parken in Zeiten geringerer Systemauslastung zum Beispiel nachts auch über einen längeren, zusammenhängenden Zeitraum organisiert werden kann. Eine größere Zahl an über längere Zeit unbeschäftigten SAV kann entweder dezentral an geeigneten Orten über das Betriebsgebiet verteilt oder zentral, beispielsweise auf einem oder wenigen zentralen Fahrzeugdepots, abgestellt werden (Ma et al., 2017; Shen et al., 2018).

Die Batterien von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb müssen in regelmäßigen Zeitabständen beziehungsweise nach einer bestimmten Anzahl gefahrener Kilometer aufgeladen werden. Der Konzeptbestandteil „Flottenbeladung“ umfasst die verschiedenen Ladestrategien und die Positionierung der Ladeinfrastruktur. Auch für eine effiziente Flottenladung können Optimierungsalgorithmen genutzt werden, die sich beispielsweise am optimalen Energiepreis (Iacobucci et al., 2019) oder der optimalen Ladezeit in Bezug auf die Auslastung der Stromnetze orientieren (Jones & Leibowicz, 2019). Rudimentärere Strategien beschränken sich auf Maßgaben für die eigentliche Beladung. So sehen manche Studien vor, den Ladevorgang zu unterbrechen, um eine eingehende Transportanfrage zu bedienen (Bauer et al., 2018), während andere Konzepte vorgeben, dass ein Fahrzeug während des Ladezyklus dem Transportsystem nicht zur Verfügung steht (Chen et al., 2016). Die Ladestationen können entweder an stark frequentierten „Points of Interest“ (POI) oder an bestehenden Taxiständen oder ÖPNV-Haltestellen eingerichtet werden (Jaeger et al., 2017). Zur freieren Bestimmung geeigneter Positionen für die Ladeinfrastruktur können Sensitivitätsanalysen eingesetzt werden (Loeb et al., 2018).

Ein SAV-System kann entweder durch privatwirtschaftliche, weitestgehend unabhängige Anbieter oder durch bestehende ÖPNV-Anbieter betrieben werden. Im ersten Fall wird der Dienst von einem eigenständigen Akteur angeboten und koordiniert. In diesem Fall müssen auch Kundenschnittstelle und Ladeinfrastruktur durch den jeweiligen Anbieter finanziert, instandgehalten und verwaltet werden. Im zweiten Fall wird das SAV-System in den bestehenden ÖPNV integriert, sodass bestehende Strukturen wie der Schienenverkehr oder das Bussystem ergänzt oder nur teilweise ersetzt werden. Bei der Integration sind neben den Bereichen Planung, Regulation und gegebenenfalls Subvention durch eine öffentliche Behörde auch die Integration von Ticketsystemen, die verkehrsmittelübergreifende Information sowie die Kosten für die SAV-Fahrt zu beachten (Shen et al., 2018).

Für die Güterverteilung im Bedienebiet ist die Einrichtung eines oder mehrerer Distributionszentren notwendig. Hier sind ein einzelnes, zentrales Distributionszentrum oder mehrere gleichmäßig über das Einsatzgebiet verteilte denkbar. Auch ist es möglich, Distributionszentren in bestehende Strukturen zu integrieren um Synergieeffekte und Flächeneinsparungen zu erzielen. Im Rahmen der Distribution muss außerdem festgelegt werden,

ob ein Fahrzeug zeitgleich Personen und Güter im Nutzungsgebiet verteilt, also tatsächlich einen kombinierten Transport vornimmt (Beirigo et al., 2018), oder ob Güter und Passagiere zu unterschiedlichen Zeitpunkten mittels des gleichen Fahrzeugs transportiert werden. In jedem Fall muss eine Priorisierung darüber erfolgen, ob eine Personenanfrage oder eine Güteranfrage bevorzugt zu bedienen ist. Ebenfalls festzulegen ist die maximale Distanz, über die Güter durch ein SAV transportiert werden können. Die technische Ausstattung der Fahrzeuge muss je nach Vorgehen angepasst werden. Im Falle eines zeitgleichen Transports muss sowohl ein (komfortabler) Sitzbereich als auch ein separates Transportfach für Güter vorgesehen sein (Beirigo et al., 2018). Bei zeitversetztem Transport mittels desselben Fahrzeugs muss hingegen eine multifunktionelle Lösung avisiert werden, die beispielsweise Sitzplätze automatisiert und schnell zu adäquatem Lagerraum umgestaltet.

Der nächste Konzeptbestandteil besteht in der Schnittstelle zwischen SAV-System und Kunde. Er umfasst die Punkte Fahrplananforderung, Information über aktuelle Systembedingungen, Auslastung, Wartezeiten und Bezahlung. Eine Möglichkeit besteht darin, dass Mitarbeiter einer Telefonzentrale des Dienstes die Anfragen entgegennehmen und in das System übertragen. Eine alternative Lösung stellt eine internetbasierte App auf dem Smartphone dar. Über ein Kundenprofil werden dabei Fahrplananforderung, Warenbestellung und Zahlung abgewickelt. Die Kombination mit einer entsprechenden Internetseite kann dem Kunden neben dem Zugang per Smartphone auch den Zugang über einen Rechner ermöglichen.

Die Festlegung von Halte- beziehungsweise Auslieferungspunkten im Nutzungsgebiet ist ein weiterer wesentlicher Faktor für ein effizientes SAV-Konzept. Diese „Haltestellen“ können zum Beispiel umgeben von einem 100-Meter-Radius so über das bebaute Gebiet des Betrachtungsraums gelegt werden, dass möglichst alle Wohngebiete abgedeckt werden (Moerner, 2018). Alternativ können existierende Haltestellen des ÖPNV, hochfrequentierte POI oder reale Adressen im Sinne eines Tür-zu-Tür-Transports verwendet werden. Entscheidend ist, dass an den jeweiligen Punkten Personen aus- oder zusteigen und Güter abgeladen werden können. Problematischer als der Zu- und Ausstieg von Personen ist die Auslieferung der Güter. Es muss eine vollautomatische Lösung entwickelt werden, die der belieferten Person das zuvor im Fahrzeug transportierte Gut am Auslieferungspunkt zuzustellen, also das Gut aus dem Fahrzeug heraus in den Besitz des zu Beliefernden zu übermitteln. Dieser Vorgang muss auch dann durchführbar sein, wenn die zu beliefende Person zum Zeitpunkt der Auslieferung nicht am Auslieferungspunkt präsent ist. Hier wäre ein Konzept mit privaten Paketboxen, wie sie aktuell schon von verschiedenen Herstellern angeboten werden, denkbar.

Für die Bepreisung der SAV-Nutzung werden nachfolgend vier verschiedene Strategien vorgestellt, die sich in zwei sogenannte „traditionelle Schemata“ und zwei „fortgeschrittene Schemata“ unterteilen lassen. Erstere setzen sich aus einer verbindungs-basierten und einer distanzbasierten Abgabe zusammen. Mit der verbindungs-basierten Abgabe werden die meistgenutzten Streckenverbindungen beziehungsweise solche mit den meisten Stauungen zu Stoßzeiten bepreist. Die distanzbasierte Abgabe bemisst den Preis lediglich an der gefahrenen Strecke (Simoni et al., 2019). „Fortgeschrittene Schemata“ beinhalten zunächst eine „zeitvariablen-verbundungs-basierte Abgabe“ (time-varying link-based toll). Die Grundidee dieses Schemas ist, dass einem Reisenden die Extrakosten, die anderen Passagieren wegen längerer, durch seine Fahrt bedingte Reisezeiten entstehen, berechnet werden. Hierfür wird für jede Verbindung eine Kapazitätsgrenze festgelegt. Wird diese durch hohe Verkehrsdichte überschritten, sinkt die Reisegeschwindigkeit und es kommt zu Verspätungen. Gemäß dieser Herangehensweise wird eine Strecke dann teurer, wenn sie im Moment der Reise stark frequentiert ist und der Verkehr dadurch ins Stocken gerät oder sich staut. Das „Reisezeit-Staubasierte-Schema“ (Travel Time-Congestion-based scheme) stellt einem Reisenden ebenfalls die durch ihn entstandene Verspätung in Rechnung, jedoch in Abhängigkeit von Reisezeit und Verkehrsaufkommen im gesamten Netzwerk. Eine Strecke wird also dann teurer, wenn Fahrten zu Stoßzeiten und bei hohem Verkehrsaufkommen im Netzwerk unternommen werden (Simoni et al., 2019). Bei der Bepreisung kann zudem nach Personengruppen oder entsprechend der Größe des beförderten Guts differenziert werden. Personen könnten beispielsweise in Erwachsene, Kinder über drei Jahren, Kleinkinder unter drei Jahren und in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen beziehungsweise Rollstuhlfahrer sowie Senioren unterteilt werden (Beirigo et al., 2018). Aufgrund des jeweils unterschiedlichen Platzbedarfs ist hier eine differenzierte Bepreisung naheliegend, es muss jedoch beachtet werden, dass es nicht zu unzulässiger Preisdiskriminierung kommt. Bei transportierten Gütern kann beispielsweise nach Dokumentensendungen, kleinen Gegenständen wie Schmuck oder elektronischen Geräten, normalgroßen Gegenständen wie Rucksäcken und Handtaschen, großen Gegenständen wie Koffer und sehr große Sendungen wie Haushaltsgeräte

unterschieden werden (Beirigo et al., 2018). Werden Lebensmittel oder Güter des täglichen Bedarfs transportiert, ist neben dem Volumen der Sendung außerdem eine Bepreisung in Abhängigkeit von der Dringlichkeit der Sendung denkbar.

### Prozessablaufmodell

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Konzeptbausteine und Konzeptausprägungen sowie der analysierten Daten lassen sich Prozessmodelle für den Betrieb eines autonomen, kombinierten Transportangebotes für Personen und Güter im ländlichen Raum ableiten, die sowohl den Gesamtprozess sowie die immanenten Zusammenhänge zwischen den wichtigsten Betriebscharakteristiken beschreiben, als auch einzelne Konzeptbausteine und deren prozessualen und betrieblichen Eigenschaften. Die in Abbildung 9 farblich hervorgehobenen Prozessbausteine werden dabei nachfolgend exemplarisch in ihren Prozesseinzeleinheiten beschrieben (siehe Abbildung 10, Abbildung 11 und Abbildung 12)

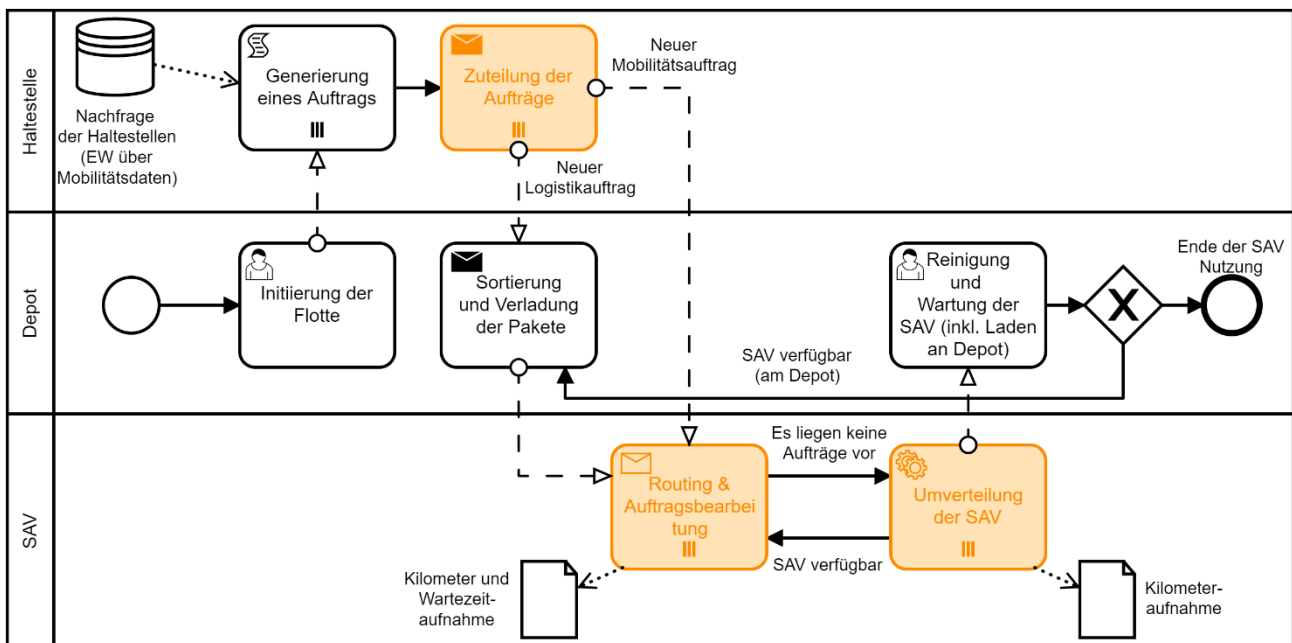


Abbildung 9: Gesamtprozess eines kombinierten, autonomen Transportkonzeptes nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung)

Wie in Abbildung 9 dargestellt, beginnt der Gesamtprozess mit der Initialisierung der SAV-Flotte am Depot. Anschließend werden Mobilitäts- und Logistikaufträge generiert, die auf der Nachfrage der einzelnen Haltestellen basieren. Dieser Nachfrage wiederum liegen nutzerspezifizierte Mobilitätsdaten (Prognosen basierend auf den Mobilitätsmodellen) zugrunde, aus denen Erwartungswerte gebildet und über eine Liste in das System eingespeist werden. Nächster Prozessschritt ist die Fahrzeugdisposition sowie Zuteilung der Aufträge auf die SAV-Flotte durch die Haltestellen. Handelt es sich bei einem zugeteilten Auftrag um einen Mobilitätsauftrag, wird das SAV zur Ausgangshaltestelle dieses Auftrags geroutet und der Auftrag bearbeitet. Das Fahrzeug nimmt also an der Starthaltestelle des Auftrags Passagiere auf und bringt diese zur gewünschten Zielhaltestelle. Liegen in dem Quadranten, in der sich das SAV zu diesem Zeitpunkt befindet, keine weiteren Aufträge vor, erfolgt eine Umverteilung der Fahrzeuge in Quadranten mit höherer Nachfrage. Routing und Auftragsbearbeitung finden dann von Neuem statt. Zweimal am Tag wird ein SAV nicht umverteilt (zeitgesteuerte Bedingung mit den Parametern Uhrzeit, Auftragslage, Zeit seit letzter Wartung und verbliebenes Sendungsvolumen), sondern stattdessen für Reinigung, Wartung, elektrische Beladung und Sendungsaufnahme zum Depot zurückgeführt. Hier endet die SAV-Nutzung oder es erfolgt die Sortierung und Verladung der Pakete mit anschließender Auslieferung im Rahmen der Auftragsbearbeitung. Handelt es sich bei der anfänglichen Auftragszuteilung um einen Auftrag vom Typ "Logistik", setzt die Sortierung und Verladung der Pakete schon dann ein und die Fracht wird anschließend direkt vom Depot zum Bestimmungsort gebracht. Der Gesamtprozess verfügt über variable Eingangsparameter, die bei der späteren Überführung in ein Simulationsmodell in Einklang mit dem zuvor erläuterten Konzeptausprägungen zu parametrisieren sind, um verschiedene, betriebsbedingte Besonderheiten zu untersuchen und



im Hinblick auf ihre räumlichen, zeitlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen hin zu quantifizieren. Dazu zählen geografische Besonderheiten wie sensible Zonen, die Anzahl und Größe der Quadranten, in die dieses Gebiet unterteilt ist, die Zahl und Lokation der Depots und Haltestellen sowie die Kapazität und Geschwindigkeit der SAV. So ist je nach Betriebsmodell beispielsweise ein Tür-zu-Tür-Zustellung möglich, bei der eine Haltestelle jede potentielle Start- und Zieladresse beschreiben würde. Bei haltestellenbasierten Konzepten hingegen werden Haltestellen und Serviceradien festgelegt, die dann als Start- und Zielpunkt für alle potentiellen Mobilitätsnachfrager und Sendungsempfänger innerhalb des spezifizierten Radius' agieren. Die zu parametrisierenden Größen werden in der nachfolgenden Beschreibung entsprechend gekennzeichnet.

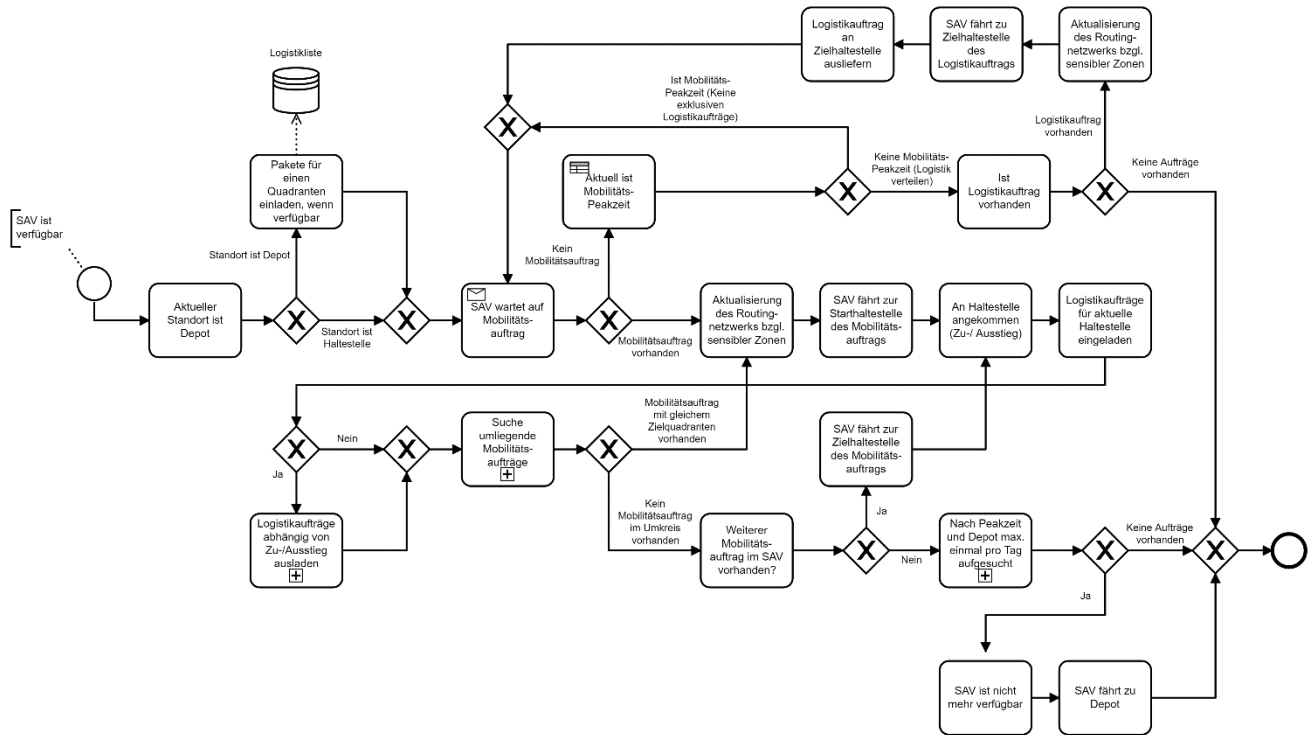


Abbildung 10 Routingprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung)

Der Subprozess *Routing und Auftragsbearbeitung* (Abbildung 10) beginnt mit der Bedingung, dass das autonome Fahrzeug verfügbar ist. Anschließend erfolgt die Prüfung, ob sich das SAV am zentralen Depot (parametrisiert) oder an einer der Haltestellen (parametrisiert) befindet. Ist ersteres der Fall, werden Pakete eingeladen, deren Zielhaltestellen alle im selben Quadranten (parametrisiert) liegen. Die Logistikaufträge werden dabei durch den Erwartungswert (kumulierte Logistknachfrage der Haushalte in Reichweite einer Haltestelle auf Basis der Daten von KEP-Dienstleistern) der einzelnen Haltestellen in eine Liste überführt. Anschließend wartet das SAV auf eingehende Mobilitätsaufträge. Befindet sich das Fahrzeug hingegen an einer der Haltestellen, wartet es direkt auf den Eingang von Mobilitätsaufträgen. Sind keine Mobilitätsaufträge vorhanden, wird geprüft, ob der aktuelle Zeitpunkt innerhalb eines Zeitfensters mit hohem Mobilitätsauftragsvolumen liegt, wobei der Schwellenwert für den Erwartungswert (parametrisiert) zur Abgrenzung von Zeitfenstern mit hohem Volumen parametrisiert werden soll um Szenarioanalysen zu ermöglichen. Liegt ein Zeitfenster mit Mobilitätservartungswerten über dem Schwellenwert vor, wird keine Verteilung von Logistikaufträgen vorgenommen, sondern stattdessen weiter auf Mobilitätsaufträge gewartet. Liegt der aktuelle Zeitpunkt jedoch außerhalb eines solchen Zeitfensters, wird geprüft, ob Logistikaufträge vorliegen. Ist dem nicht so, endet der Subprozess. Sind hingegen Logistikaufträge vorhanden, wird das Routingnetzwerk aktualisiert und auf quartiersspezifische, sensible Zonen hin untersucht. Während des darauffolgenden Transports der Pakete zur Zielhaltestelle werden diese sensiblen Zonen dann mittels einer dynamischen Routinganpassung umfahren. Ist das Paket ausgeliefert, wartet das SAV erneut auf eingehende Mobilitätsaufträge. Sind, während das SAV an Haltestelle oder Depot wartet, Mobilitätsaufträge vorhanden bzw. gehen diese ein, wird ebenfalls eine Aktualisierung des Routingnetzwerks hinsichtlich sensibler Zonen vorgenommen. Bei der anschließenden Fahrt zur Starthaltestelle des Mobilitätsauftrags werden diese Zonen dann umgangen. An der nächsten Haltestelle angekommen kommt es dann zum Zu- bzw. Ausstieg der

Passagiere. Hat das SAV zusätzlich zu Passagieren auch Sendungen geladen, die für die Haltestelle bestimmt sind an der sich das SAV zu diesem Zeitpunkt befindet, werden auch diese ausgeladen. Nachdem dies geschehen ist, oder für den Fall, dass sich keine Sendungen an Bord befinden, die die aktuelle Haltestelle zum Bestimmungsort haben, wird in den umliegenden Quadranten nach weiteren Mobilitätsaufträgen gesucht, die den gleichen Quadranten wie der soeben zugestiegene Mobilitätsauftrag zum Ziel haben. Sind entsprechende Aufträge vorhanden, wird erneut das Routingnetzwerk aktualisiert und die beschriebenen Prozessschritte wiederholen sich. Liegen in näherer Umgebung hingegen keine Mobilitätsaufträge vor, wird geprüft, ob an Bord des SAV ein weiterer Mobilitätsauftrag befindlich ist. Falls dem so ist, fährt das SAV zur Zielhaltestelle dieses Anschlussauftrags. Ist dort kein Mobilitätsauftrag vorhanden, erfolgt eine Prüfung, ob der aktuelle Zeitpunkt unmittelbar nach einem Zeitfenster mit hohem Mobilitätsaufkommen liegt und ob das Depot bisher maximal einmal pro Tag (parametrisiert) aufgesucht wurde. Treffen beide Bedingungen zu, ist das SAV nun nicht mehr verfügbar und fährt zum Depot, wo der Subprozess endet. War das SAV bisher jedoch bereits zweimal am selben Tag am Depot oder liegt der aktuelle Zeitpunkt unmittelbar vor oder in einem Hochfrequenzzeitfenster, endet der Subprozess ohne die Fahrt zum Depot und der Subprozess Umverteilung der SAV beginnt.

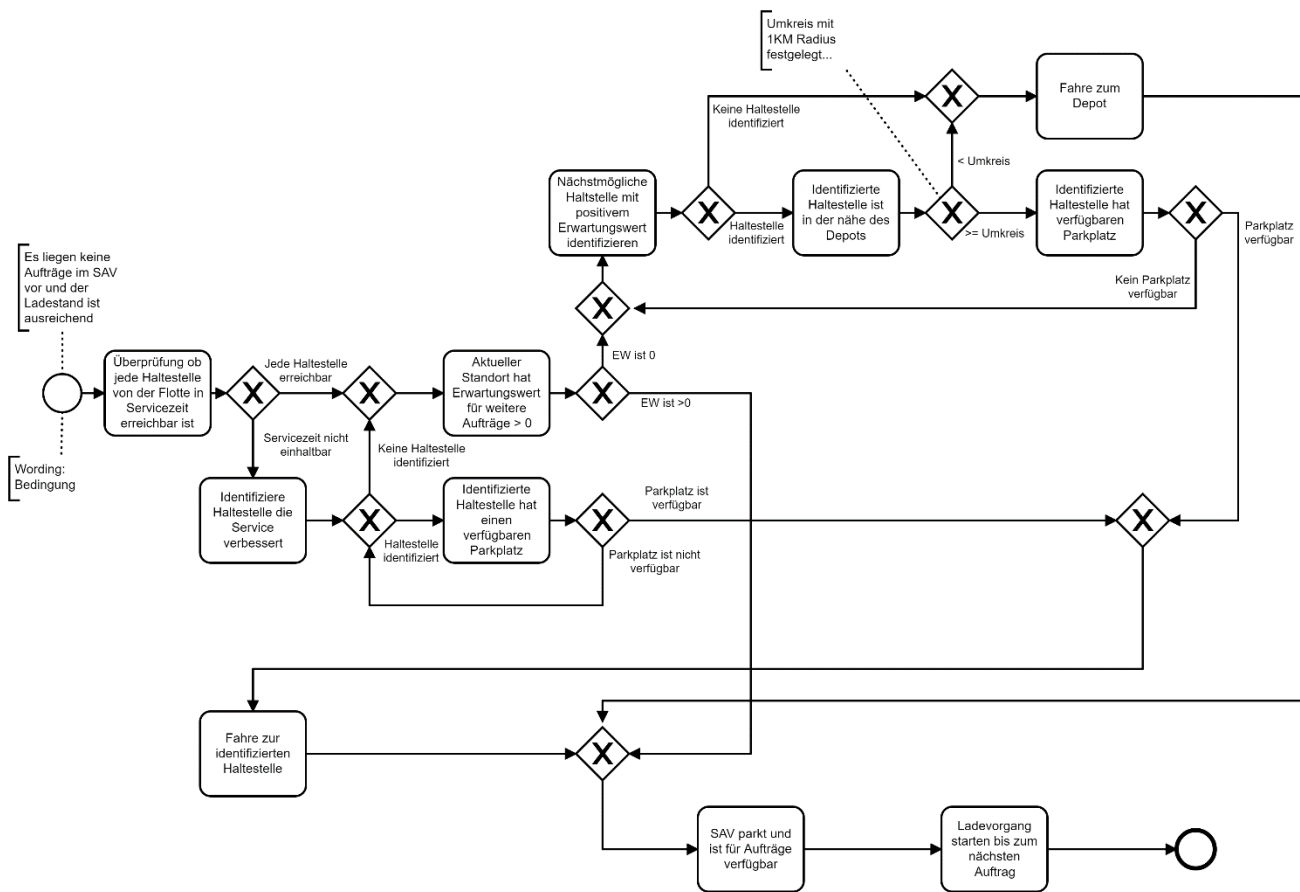


Abbildung 11 Umverteilungsprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung)

Der Subprozess *Umverteilung der SAV* beschreibt die Verteilung der Fahrzeuge im Bediengebiet und setzt voraus, dass ein SAV keine Mobilitäts- oder Logistikaufträge vorliegen sowie einen ausreichenden Ladestand (parametrisiert) zur Verfügung hat. Sind diese Bedingungen für ein oder mehrere SAVs erfüllt, findet zunächst eine Prüfung statt, ob jede Haltestelle innerhalb der spezifizierten Servicezeit (parametrisiert) erreichbar ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird berechnet, ob eine Verschiebung des SAV zu einer anderen Haltestelle die kumulative Servicezeit verbessert. Trifft diese Bedingung zu, wird für die Haltestelle, deren Einfluss auf die kumulative Servicezeit am stärksten ist, anschließend geprüft, ob diese bereits durch ein anderes Fahrzeug belegt bzw. von einem anderen Fahrzeug angesteuert wird. In letzterem Fall findet diese Prüfung für die Haltestelle(n) mit dem nächstgrößeren Einfluss statt, bis eine freie Haltestelle identifiziert wurde, zu der das Fahrzeug anschließend umverteilt wird. Sollten keine verfügbaren Haltestellen ermittelt werden können oder alle Haltestelle innerhalb der spezifizierten Servicezeit erreichbar sein, wird geprüft ob der Erwartungswert des aktuellen

Standorts für weitere Aufträge innerhalb eines zuvor bestimmten Wartezeitintervalls (parametrisiert) einen baldigen Auftrag verspricht (Erwartungswert größer 0). Sofern diese Bedingung erfüllt wird, verbleibt das Fahrzeug an seinem Standort bis ein neuer Auftrag angenommen oder das Wartezeitintervall überschritten wird. Lässt der Erwartungswert des aktuellen Standortes jedoch keine weiteren Aufträge innerhalb des Zeitintervalls vermuten (Erwartungswert gleich 0), wird die geografisch nächstgelegene Haltestelle mit positivem Auftragserwartungswert ausfindig gemacht. Kann keine, dieser Bedingung entsprechende Haltestelle ausfindig gemacht werden, fährt das Fahrzeug automatisch zum nächstgelegenen Depot, von wo der Umverteilungsprozess für dieses Fahrzeug erneut durchlaufen wird. Wurde hingegen eine Haltestelle mit positivem Erwartungswert erkannt, die nicht innerhalb eines spezifizierten Radius (parametrisiert) eines Depots liegt und nicht bereits durch ein anderes Fahrzeug belegt bzw. von einem anderen Fahrzeug angesteuert wird, wird das SAV zu dieser Haltestelle umgeleitet. Befindet sich die Haltestelle hingegen innerhalb des angegebenen Radius' vom Depot, wird das SAV zum Depot geleitet, wo es je nach verfügbarer Kapazität beispielsweise weitere Sendungen für zukünftige Logistikaufträge aufnehmen kann. Der Umverteilungsprozess wird kontinuierlich für jedes Fahrzeug durchgeführt. Zum Abschluss der Umverteilung sind die Fahrzeuge für die Auftragsannahme verfügbar und werden mit einer bestimmten Laderate (parametrisiert) geladen.

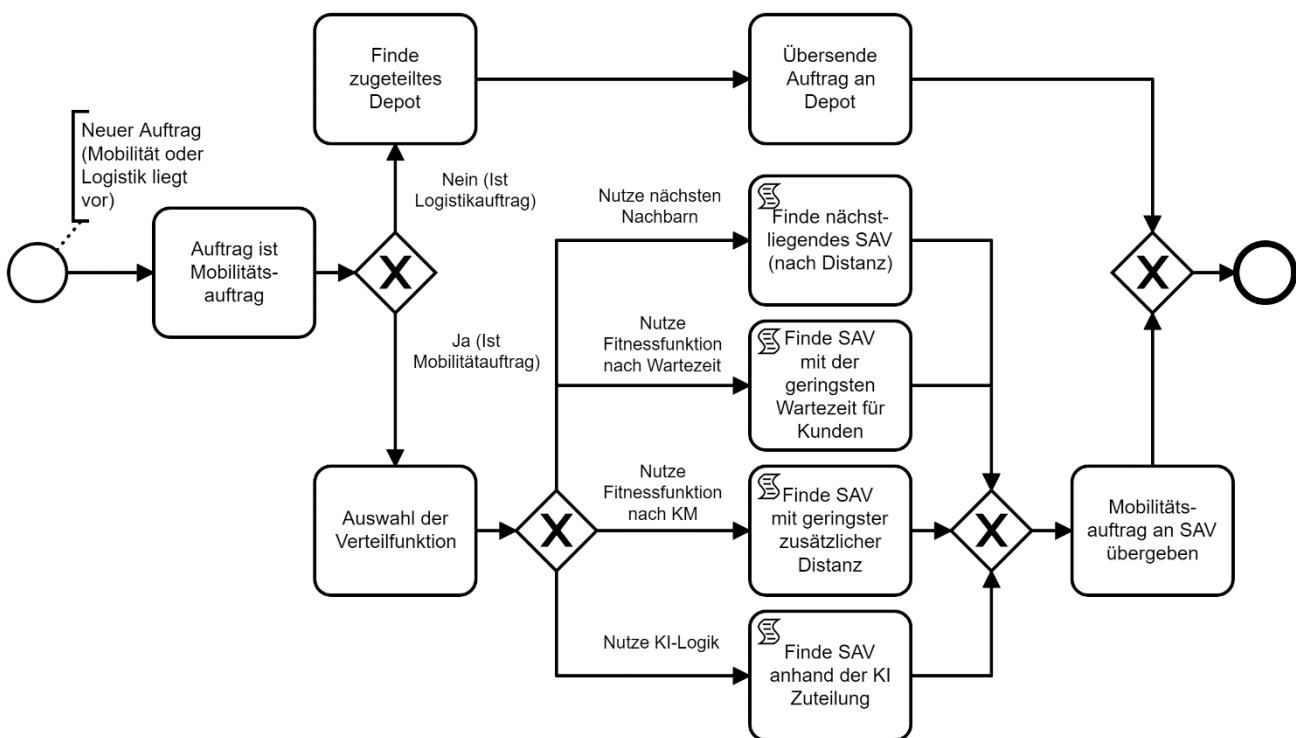


Abbildung 12: Fahrzeugzuteilungsprozess eines kombinierten, autonomen Fahrzeuges nach BPMN 2.0 (Eigene Darstellung)

Der Subprozess *Zuteilung der Aufträge* (Abbildung 12) beginnt mit der Bedingung, dass ein neuer Mobilitätsauftrag für den Transport einer oder mehrerer Personen oder ein neuer Logistikauftrag für die Zustellung einer oder mehrerer Sendungen vorliegt. Handelt es sich um einen Mobilitätsauftrag, wird eine zuvor spezifizierte Verteilfunktion gewählt, mit deren Hilfe die Aufträge den einzelnen Fahrzeugen zugeteilt werden. Die Zuteilung kann dabei auf Basis der geringsten Distanz zum Auftragsziel (Nearest Neighbor Algorithmus), einer zielfunktionsbasierten Überprüfung der assoziierten Wartezeit für die Kunden bis zum Eintreffen des SAV (Genetischer Algorithmus), einer zielfunktionsbasierten Überprüfung der geringsten Gesamtstrecke durch Anfahrt und Mobilitätsauftrag (Genetischer Algorithmus) oder eine intelligenten Zuteilung basierend auf der Kombination aus Anfahrtsstrecke, Wartezeit und Auftragsstrecke (Reinforcement Learning KI) erfolgen. Handelt es sich bei einem Auftrag hingegen nicht um einen Auftrag für die logistische Sendungszustellung, wird das nächstgelegene Depot zum Sendungsempfänger des Auftrages ausfindig gemacht und diesem Depot der Logistikauftrag zugeteilt, von wo der Auftrag im Tagesverlauf einem SAV zugeteilt wird.

## Datenmodellierung

Um den Status Quo der Mobilität sowie Sendungszustellungen in den Untersuchungsquartieren als spätere Vergleichsgröße abbilden und Prognosen für das Nachfragepotential eines autonomen, kombinierten Transportkonzeptes treffen zu können, wurden die in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Daten analysiert und für die beiden Untersuchungsräume im Landkreis Lahn-Dill in Hessen sowie im Landkreis Hildesheim in Hildesheim jeweils in eine Mobilitäts- und Logistikmodell überführt. Da für den Landkreis Hildesheim umfangreiche Mobilfunkdaten zu Verkehrsvolumina und -charakteristiken vorliegen, beruht das Mobilitätsmodell für dieses Gebiet überwiegend auf den Mobilfunkdaten für das Q4 2019 sowie das Q1 2020 und wurde zusätzlich um Daten zu Verkehrszwecken, ÖPNV-Nutzung, modalem Split und On-Demand-Verkehrsnutzung aus Studien (Zeitraum 2018-2020) sowie Ein-/Aussteigerdaten der Regionalverkehr Hildesheim GmbH (Zeitraum Q4 2019 und Q1 2020) angereichert. Das Mobilitätsmodell für den Landkreis Lahn-Dill hingegen erschließt sich ausschließlich auf Basis bestehender Studien (Zeitraum 2018 – 2020), Ein-/Aussteigerdaten der Verkehrsgesellschaft Lahn-Dill-Weil mbH sowie On-Demand Nutzungsdaten der Linne + Krause GmbH (Zeitraum Q4 2019 und Q1 2020). Die Logistikmodelle beider Untersuchungsgebiete basieren jeweils auf Datensätzen zu den Tourentimings, Sendungsvolumina und Kosteninformationen der unter 2.1.1 genannten KEP-Dienstleister für die Zeiträume Q4 2019 und Q1 2020. Der zeitliche Datenbezug wurde bewusst auf das Quartal 4 2019 sowie das Quartal 2020 festgesetzt, um etwaige Schwankungen und untypische Verhaltensmuster durch den Ausbruch der COVID-19 Pandemie ab dem Quartal 2 2020 aus der Analyse und Modellierung auszuschließen. Durch die Überführung und Aufarbeitung der Daten im Rahmen der Datenmodellierung wurden die Daten soweit anonymisiert und nivelliert, dass Geheimhaltungsrestriktionen der regionalen Verkehrsbetriebe und KEP-Dienstleister in Bezug auf die Rohdaten für die Datenmodelle nicht mehr gelten. Aus diesem Grund konnten die Datenmodelle abschließend frei veröffentlicht und auf der mCLOUD zur Verfügung gestellt werden.

Die Mobilitätsmodelle setzen sich aus den in Tabelle 61 genannten Metadaten zusammen.

Variable	Datentyp	Erläuterung
_tripID	Integer	Identifikationsnummer eines Wegstreckenclusters
_tripType	String	Zweck des zurückgelegten Wegstreckenclusters ohne Unterscheidung von Hin- und Rückwegen
_tripCount	Integer	Gesamtzahl der Fahrten eines Wegstreckenclusters
_startClusterID	Integer	Identifikationsnummer der Startkachel des Wegstreckenclusters
_startDistrict	String	Ortsteil des Ortes der Startkachel
_startZip	Postleitzahl	Postleitzahl des Ortes der Startkachel
_startLat	Dezimalgrad	Breitengrad des Mittelpunktes einer Startkachel (Centroid)
_startLong	Dezimalgrad	Längengrad des Mittelpunktes einer Startkachel (Centroid)
_distance	Double	Zurückgelegte Distanz in Kilometern
_endClusterID	Integer	Identifikationsnummer der Endkachel des Wegstreckenclusters
_endDistrict	String	Ortsteil des Ortes der Zielkachel
_endZip	Postleitzahl	Postleitzahl des Ortes der Zielkachel
_endLat	Dezimalgrad	Breitengrad des Mittelpunktes einer Zielkachel
_endLong	Dezimalgrad	Längengrad des Mittelpunktes einer Zielkachel
_mobilityMode	String	Verkehrsmittel mit dem das Wegstreckencluster zurückgelegt wurde
_weekday	String	Wochentag an dem das Wegstreckencluster zurückgelegt wurde
_timeslot	Integer	Uhrzeit zu Beginn des Wegstreckenclusters gerundet auf volle Stunden

**Tabelle 61: Metadaten der Mobilitätsmodelle (Eigene Darstellung)**

Für das Mobilitätsmodell wurden die gesammelten Daten auf Mobilitätsmuster in Abhängigkeit verschiedener Charakterisierungsmerkmale wie dem Wegezweck (\_tripType; z.B. Schulweg), dem modalen Split<sup>1</sup> (\_mobilityMode; z.B. PKW), dem Wochentag (z.B. \_weekday; z.B. Montag) und der Uhrzeit des Weges (\_timeslot; z.B.

<sup>1</sup> Gliedert sich in PKW-, ÖPNV- und Analogverkehre. Letztere kombinieren unmotorisierte Verkehre wie Radverkehre und Fußwege.

06:00 Uhr) in den Untersuchungsräumen hin untersucht und in eine übergreifende Datenbasis integriert. Dabei wurde jedes Untersuchungsgebiet in Mobilitätskacheln eingeteilt, zwischen denen die Verkehrsströme bestimmt (Quelle-Senke-Beziehung) und als Wegstreckencluster gespeichert wurden. Ein Wegstreckencluster beschreibt dabei die Menge aller Fahrten zwischen einer Quellen- und Senkenkachel mit gleicher Ausprägung der Variablen Wegezweck (`_tripType`), Distanz (`_distance`), Mobilitätsmittel (`_mobilityMode`), Wochentag (`_weekday`) und Startzeit des Weges (`_timeslot`). Die Entfernungen zwischen den Quellen- und Senkenkacheln wurde mit Hilfe der Simulationssoftware AnyLogic und des darin integrierten OpenStreetMap-Netzwerkes berechnet. Dazu wurde die straßennetzbasierte Distanz aller Centroidkoordinaten zueinander ermittelt, in einer Distanzmatrix gespeichert und als Distanzvariable für die entsprechenden Wegstreckencluster übernommen. Eine Unterscheidung zwischen Hin- und Rückwegen findet innerhalb eines Wegstreckenclusters nicht statt. Außerdem wurde die individuelle Infrastruktur der Untersuchungsgebiete in die Datenmodellierung einbezogen, indem Wegstreckencluster in Abhängigkeit von Wegezweck und Tageszeit mit den Verortungsdaten (Tabelle 66) synthetisiert wurden. Aufgrund der Mobilfunkdatenbasis für den Landkreis Hildesheim wurden für dieses Untersuchungsgebiet die sendemastbasierten Kacheln des Datenanbieters (Teralytics) für die Modellierung der Wegstrecken übernommen. Die Kacheln für das Gebiet Lahn-Dill wurden hingegen mittels eines statistischen Clusterverfahrens ermittelt, bei dem ein K-means Clustering auf die Längen- und Breitengradkoordinaten (implementiert in IBM SPSS Statistics v.26) angewendet wurde. Um dabei eine möglichst große Vergleichbarkeit zwischen den beiden Untersuchungsgebieten zu wahren, wurde die Anzahl der erforderlichen Cluster dabei mit Hilfe von Expertenschätzungen des Mobilfunkdatenanbieters festgelegt und orientiert sich entsprechend an der Anzahl der Sendemasten und dem vom Mobilfunkanbieter genutzten Kachelnetz in diesem Gebiet. Insgesamt ergaben sich auf diese Weise insgesamt 40 Kacheln für das Untersuchungsgebiet im Landkreis Hildesheim sowie 19 Kacheln für das Untersuchungsgebiet im Landkreis Lahn-Dill. Für die Ermittlung der Distanzen zwischen zwei Clustern wurden die Centroidkoordinaten aller Kacheln bestimmt und mittels Simulation eine Distanzmatrix basierend auf dem kürzesten Verkehrsweg zwischen allen Centroidkoordinaten erstellt. Um hierbei auch potentielle Umwege aufgrund diverser Einflussgrößen in der Praxis kalkulatativ zu berücksichtigen, wurde ein Verfahren implementiert, bei dem mit einer 20-prozentigen Wahrscheinlichkeit nicht der kürzeste Verkehrsweg zwischen den Centroidkoordinaten gewählt wurde, sondern eine zufällige Auswahl alternativer Verkehrswege mit einer maximalen Distanzabweichung zur kürzesten Strecke von 20 %. Die Kacheldetails inklusive der individuellen Centroidkoordinaten der einzelnen Kacheln sowie die kachelbasierten Verortungsdetails können der Tabelle 65 (Kacheldetails) sowie der Tabelle 66 (Verortungsdetails) in Anhang IV entnommen werden. Ein- und Auspendlerverkehre wurden in beiden Untersuchungsgebieten explizit nicht betrachtet und modelliert, um eine dedizierte Verkehrsbetrachtung innerhalb der Untersuchungsgebiete zu gewährleisten und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Untersuchungsräume zu sichern. Datenlücken und fehlende Informationen wurden mittels Interpolation ausgeglichen. Die Mobilitätsmodelle und Wegstreckencluster spiegeln die durchschnittliche Mobilität über einen Monat wider. Ein exemplarischer Ausschnitt des Mobilitätsmodells für den Landkreis Hildesheim ist der Abbildung 13 zu entnehmen.

tripID	tripType	tripCount	startClusterID	startDistrict	startZip	startLat	startLong	distance	endClusterID	endDistrict	endZip	endLat	endLong	mobilityMode	weekday	timeslot
1	Schulweg	4	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,48 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	6
2	Arbeitsweg	4	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,48 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	6
3	Arbeitsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,48 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	ÖPNV	Montag	6
4	Schulweg	2	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,48 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	6
5	Arbeitsweg	2	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,48 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	6
6	Schulweg	6	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	7
7	Arbeitsweg	6	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	7
8	Einkaufsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	7
9	Freizeitweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	7
10	Schulweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	ÖPNV	Montag	7
11	Arbeitsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	ÖPNV	Montag	7
12	Schulweg	3	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	7
13	Arbeitsweg	3	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,35 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	7
14	Schulweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	8
15	Arbeitsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	8
16	Einkaufsweg	2	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	8
17	Freizeitweg	5	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	8
18	Schulweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	8
19	Einkaufsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	8
20	Freizeitweg	3	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,54 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	Analog	Montag	8
21	Schulweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,27 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	9
22	Arbeitsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,27 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	9
23	Einkaufsweg	3	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,27 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	9
24	Freizeitweg	8	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,27 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	PKW	Montag	9
25	Arbeitsweg	1	100	Schulenburg	30982	52,2178899953493	9,8013465717908	1,27 km	101	Schulenburg	30982	52,2096797425936	9,7665840053772	ÖPNV	Montag	9

Abbildung 13: Exemplarischer Ausschnitt des Mobilitätsmodells für den Landkreis Hildesheim (Eigene Darstellung)

Die Logistikmodelle setzen sich aus den in Tabelle 62 genannten Metadaten zusammen.

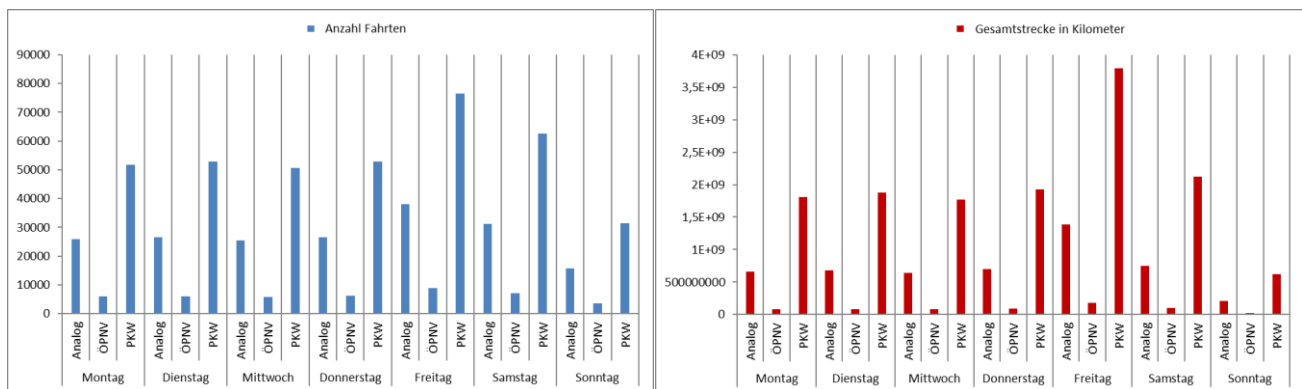
Variable	Datentyp	Erläuterung
_tourID	Integer	Individuelle Identifikationsnummer einer Zustellung
_DCDistrictC1	String	Ortsteils des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem größten Verteilvolumen
_DCDistrictC2	String	Ortsteils des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem zweitgrößten Verteilvolumen
_DCDistrictC3	String	Ortsteils des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem drittgrößten Verteilvolumen
_DCZipC1	Postleitzahl	Postleitzahl des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem größten Verteilvolumen
_DCZipC2	Postleitzahl	Postleitzahl des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem zweitgrößten Verteilvolumen
_DCZipC3	Postleitzahl	Postleitzahl des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem drittgrößten Verteilvolumen
_DCLatC1	Dezimalgrad	Breitengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem größten Verteilvolumen
_DCLatC2	Dezimalgrad	Breitengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem zweitgrößten Verteilvolumen
_DCLatC3	Dezimalgrad	Breitengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem drittgrößten Verteilvolumen
_DCLongC1	Dezimalgrad	Längengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem größten Verteilvolumen
_DCLongC2	Dezimalgrad	Längengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem zweitgrößten Verteilvolumen
_DCLongC3	Dezimalgrad	Längengrad des für die Belieferung zuständigen Verteilzentrums des KEP-Unternehmens mit dem drittgrößten Verteilvolumen
_shareC1	Prozent	Prozentualer Anteil des Verteilvolumens von C1 am Gesamtvolumen
_shareC2	Prozent	Prozentualer Anteil des Verteilvolumens von C2 am Gesamtvolumen
_shareC3	Prozent	Prozentualer Anteil des Verteilvolumens von C3 am Gesamtvolumen
_recipientDistrict	String	Ortsteil des Lieferempfängers
_recipientType	String	Klassifizierung des Lieferempfängers nach Gebäudekategorie
_recipientZip	Postleitzahl	Postleitzahl des Sendungsempfängers
_recipientLat	Dezimalgrad	Breitengrad des Sendungsempfängers
_recipientLong	Dezimalgrad	Längengrad des Sendungsempfängers
_deliveryRate	Prozent	Tägliche Belieferungswahrscheinlich je Zielkoordinate und Tag

Tabelle 62: Metadaten der Logistikmodelle (Eigene Darstellung)

Die Logistikmodelle beruhen primär auf Sendungsdaten der KEP-Dienstleister in den jeweiligen Untersuchungsgebieten. Abhängig von den Sendungsmengen der einzelnen Dienstleister in Q4 2019 und Q1 2020 wurde die durchschnittliche Belieferungswahrscheinlichkeit pro Tag (\_deliveryRate) jeder Adresskoordinate in den Untersuchungsgebieten bestimmt.

Datenanalyse

Um die Datenmodelle auf ihre Plausibilität hin zu prüfen und erste Einblicke in Bezug auf die bestehende Mobilität sowie das logistische Lieferverhalten in den Untersuchungsgebieten zu gewinnen, wurden die Datenmodelle hinsichtlich ihrer verkehrsbezogenen Auswirkungen ausgewertet und analysiert. So zeigt Abbildung 14 exemplarisch die durchschnittliche Anzahl an Fahrten sowie die zurückgelegte Gesamtstrecke in Kilometern im Untersuchungsgebiet im Landkreis Hildesheim in Abhängigkeit der Verkehrsmittel. Mit 76.417 PKW- und 8.945 ÖPNV-Fahrten sowie 38.082 analogen Verkehrswegen im Monatsdurchschnitt ist Freitag der verkehrsstärkste Tag im Untersuchungsgebiet, gefolgt von Samstag, mit 62.558 (PKW), 7.226 (ÖPNV) und 31.167 (Analog) Wegen. Unter Berücksichtigung des Fahrten-Strecken-Verhältnisses und der durchschnittlich zurückgelegten Wegstrecke pro Mobilitätsmittel und Fahrt wird deutlich, dass öffentliche Verkehrsmittel generell eher für durchschnittlich kürzere Wege genutzt werden, während PKWs für längere Wegstrecken eingesetzt werden. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, dass sich analoge Verkehre für durchschnittlich längere Wegstrecken verantwortlich zeigen, als ÖPNV-Verkehre, was ein Indiz für fehlende Anbindungen und Verfügbarkeiten darstellt.



**Abbildung 14: Fahrten und Strecken im Gebiet Hildesheim pro Monat nach Verkehrsmittel und Wochentag (Eigene Darstellung)**

Die Betrachtung der Fahrten in Abhängigkeit der Wegezwecke und Uhrzeiten macht deutlich, dass Arbeits- und Schulwege primär am Morgen in der Zeit von 5:00 bis 9:00 Uhr bestritten werden, während Freizeitwege vor allem zwischen 09:00 und 18:00 Uhr anfallen. Außerdem nimmt die Zahl der Arbeits-, Schul- und Einkaufswege am Wochenende substantiell ab, während Freizeitwege in diesem Zeitraum besonders häufig auftreten (Abbildung 15). Der hohe Anteil an Freizeitwegen im Vergleich zu anderen Wegezwecken im Untersuchungsgebiet lässt sich vor allem durch den gewählten Betrachtungsgrad erklären. Während Schul-, Arbeits- und Einkaufswege spezifisch definiert sind, umfassen Freizeitwege alle verbliebenen Wegezwecke inklusive privaten Erledigungen, Freizeitaktivitäten sowie das Bringen, Holen und Begleiten von anderen Personen. Rückwege werden in der Datenmodellierung nicht dediziert betrachtet, um eine feingranulare Betrachtung von Wegekopplungen bzw. kombinierten Wegezwecken zu ermöglichen. Somit wird für jeden Wegezweck die individuelle Senke einer Mobilitätsaktivität als Determinante für den Wegezweck festgesetzt, was darin begründet liegt, dass Rückwege, insb. von der Arbeit, häufig mit anderen Mobilitätszwecken kombiniert werden, indem beispielsweise zusätzlich Einkaufs- oder Freizeitaktivitäten erledigt werden (Götz & Stein, 2018). Entsprechend wird der Rückweg von der Arbeitsstelle nicht als Arbeitsweg klassifiziert, sondern als Einkaufs- oder Freizeitweg, je nach der spezifischen Senke des Zieles.

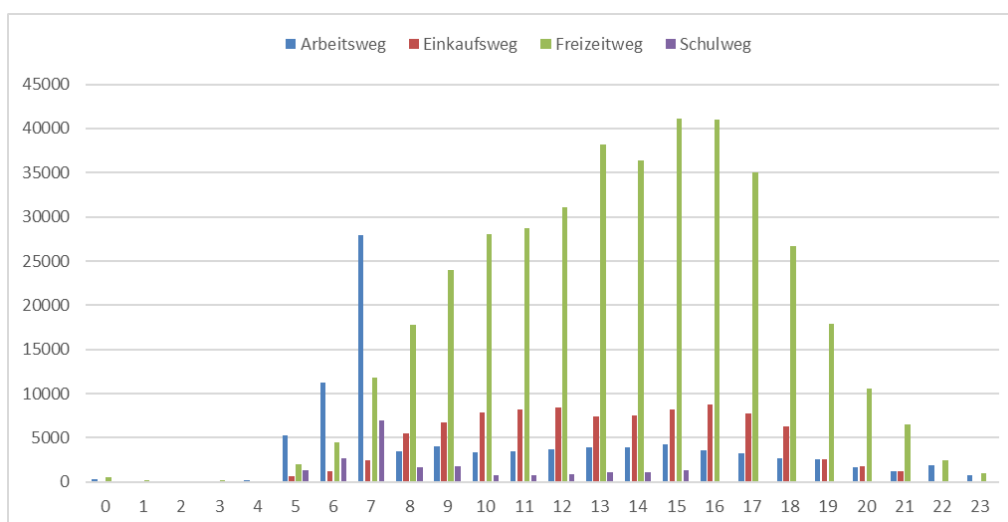


Abbildung 15: Fahrten im Gebiet Hildesheim pro Monat nach Wegezwecken und Startzeit des Weges (Eigene Darstellung)

Schaut man auf die Verkehre zwischen den Städten im Untersuchungsgebiet Hildesheim, wird deutlich, dass in Sarstedt und Nordstemmen jeweils ein Großteil der Wege im Monat innerhalb dieser Städte anfällt, während in Schulenburg, einem Ortsteil der Stadt Pattensen, eine großer Anteil der Wegstrecken in die umliegenden Städte Sarstedt und Nordstemmen führt (Abbildung 16). Dies lässt sich vor allem durch die Versorgungsstrukturen in diesen Städten erklären. Während Nordstemmen und vor allem Sarstedt ausgeprägte Versorgungsstrukturen in Bezug auf Mobilitäts- (z.B. Bahnhof), Einkaufs- (z.B. Supermärkte) und Freizeitbedürfnisse (z.B. Fitnessstudios) bieten und zahlreiche ansässige Arbeitgeber aufweisen, ist die Infrastruktur im sehr ländlich-geprägten Schulenburg weit weniger gut ausgebaut (siehe hierzu auch die Verortungsstrukturen in Tabelle 66), was den Bedarf für Fahrten in umliegende Gebiete erhöht.

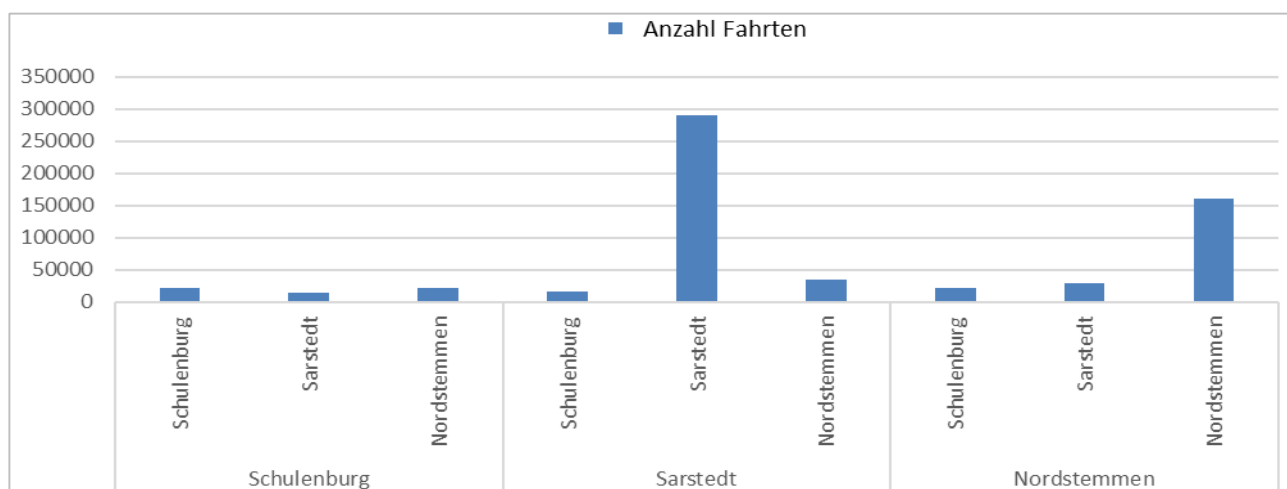


Abbildung 16: Anzahl Fahrten zwischen den Städten des Gebietes Hildesheim im Monat (Eigene Darstellung)

Im Untersuchungsgebiet Lahn-Dill ist die Streuung der Fahrten entlang der Wochentage weniger stark ausgeprägt als im Raum Hildesheim, sodass hier lediglich ein marginaler Unterschied zwischen den angefallenen Fahrten und zurückgelegten Strecken mit einem bestimmten Verkehrsmittel an Wochentagen ersichtlich ist (Abbildung 17). Am Wochenende hingegen sinkt das Fahrten- und Streckenvolumen signifikant, wobei der Sonntag den verkehrsschwächsten Tag darstellt. Der Anteil an Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln ist hier generell höher als im Gebiet Hildesheim, wobei PKW-Verkehre auch hier den größten Anteil am Verkehrsaufkommen ausmachen. Analoge Verkehrsmittel wie Fahrten mit dem Rad oder Fußwege sowie PKW-Verkehre fallen primär für kurze Wegstrecken von weniger als fünf Kilometer an, was sowohl am Fahrten-Strecken-Verhältnis als auch der durchschnittlich zurückgelegten Strecke aller Wege mit analogen Verkehrsmitteln (4,73 Kilometer) und PKWs (4,67 Kilometer) gegenüber den ÖPNV-Verkehren (6,11 Kilometer) deutlich wird.



Dies spricht dafür, dass aktuell kein adäquates, flexibles Alternativangebot zur Verfügung steht und Kurzstrecken deshalb häufig analog oder mit dem PKW zurückgelegt werden müssen, während ÖPNV-Verkehre primär für Länge Wegstrecken mit geringerem Zeitdruck in Frage kommen.

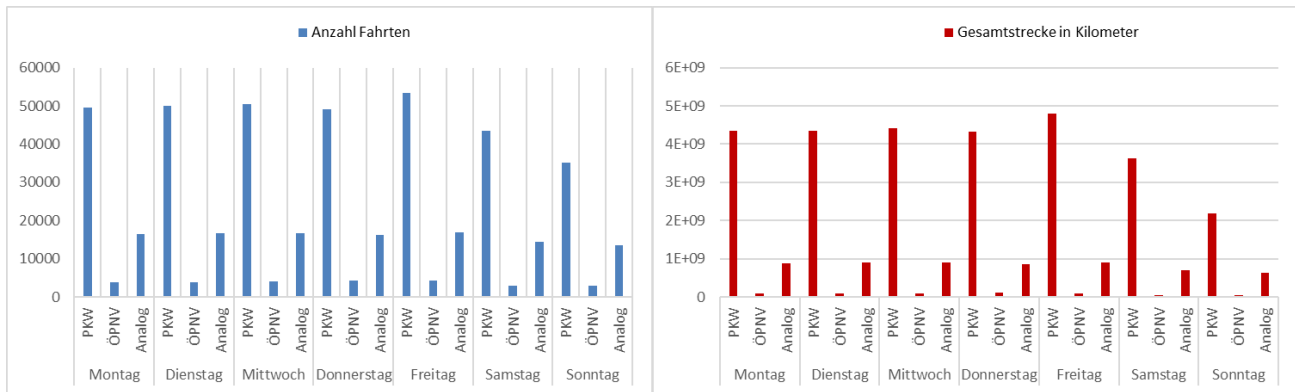


Abbildung 17: Fahrten und Strecken im Gebiet Lahn-Dill pro Monat nach Verkehrsmittel und Wochentag (Eigene Darstellung)

Die Analyse der Fahrten abhängig von Wegezwecken und Uhrzeiten verdeutlicht ähnlich wie im Raum Hildesheim, dass Arbeits- und Schulwege primär am frühen Morgen zurückgelegt werden. Der individuelle Anteil der Arbeits- und Schulweg im Vergleich zu Freizeit- und Einkaufswegen ist hierbei im allgemeinen Verhältnis allerdings wesentlich stärker ausgeprägt (Abbildung 18). Über den Tag verteilt nimmt dann der Anteil an Freizeitwegen substantiell zu, was teilweise auch daran liegt, dass diese einen großen Teil der Teilwege im Rahmen von Wegekopplungen ausmachen und somit häufig auch Rückwege von diversen Destinationen wie der Arbeit beschreiben. Insgesamt fallen unabhängig vom Wegezweck die meisten Verkehre im Untersuchungsgebiet Lahn-Dill im Zeitraum zwischen 05:00 Uhr und 15:00 Uhr, während Zeitfenster außerhalb dieser Rahmenbedingungen weitaus weniger Verkehrsvolumina aufweisen.

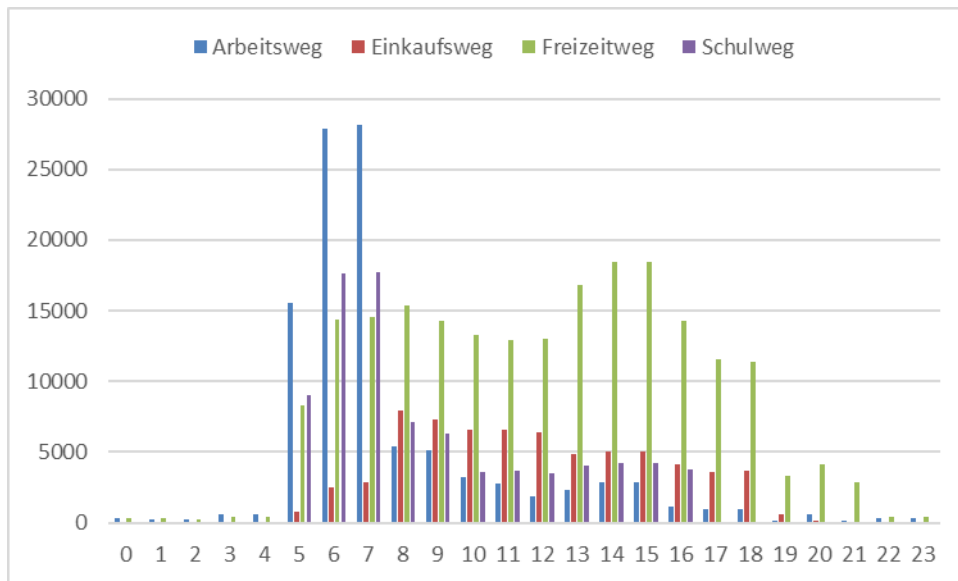


Abbildung 18: Fahrten im Gebiet Lahn-Dill pro Monat nach Wegezwecken und Startzeit des Weges (Eigene Darstellung)

In Bezug auf die Verkehre zwischen den Orten im Gebiet Lahn-Dill wird ersichtlich, dass trotz relativ ausgeglichener Clustereinteilung (hinsichtlich Anzahl und Größe) der einzelnen Ortschaften ein Großteil aller Fahrten innerhalb der Orte Mittenaar und Siegbach anfallen, während die weiteren Verkehrsströme zwischen den Orten relativ ausgeglichen sind (Abbildung 19). Dies lässt sich vor allem durch die strukturelle Beschaffenheit der Ortschaften erklären, weisen sowohl Mittenaar als auch Siegbach im Gegensatz zu Hohenahr und Bischoffen eine

ausgeprägte Versorgungsinfrastruktur auf, die neben Ladengeschäften, Restaurant und Supermärkten auch zahlreiche Gewerbeunternehmen, Schulen und Freizeitangebote (z.B. Vereine) umfasst.

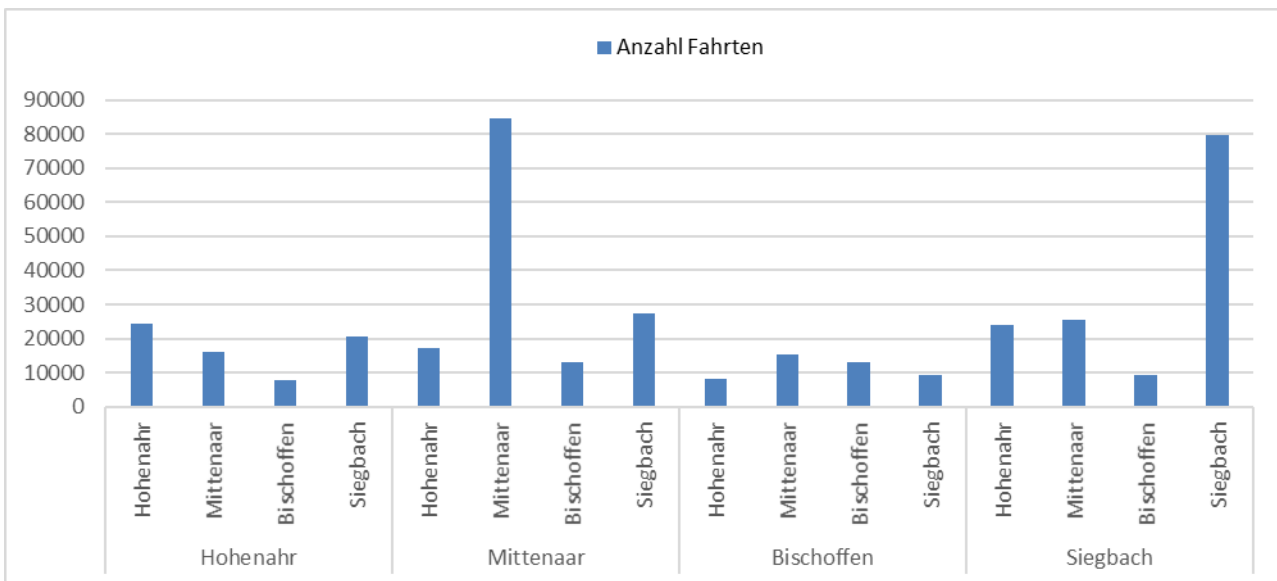


Abbildung 19: Anzahl Fahrten zwischen den Städten des Gebietes Lahn-Dill im Monat (Eigene Darstellung)

Bezüglich des Sendungsaufkommens von KEP-Dienstleistern im Untersuchungsgebiet Hildesheim zeigt das Logistikmodell, dass sowohl in Schulenburg als auch Sarstedt und Nordstemmen ein Großteil der Sendungen pro Tag an private Wohnhäuser geliefert wird (Abbildung 20).

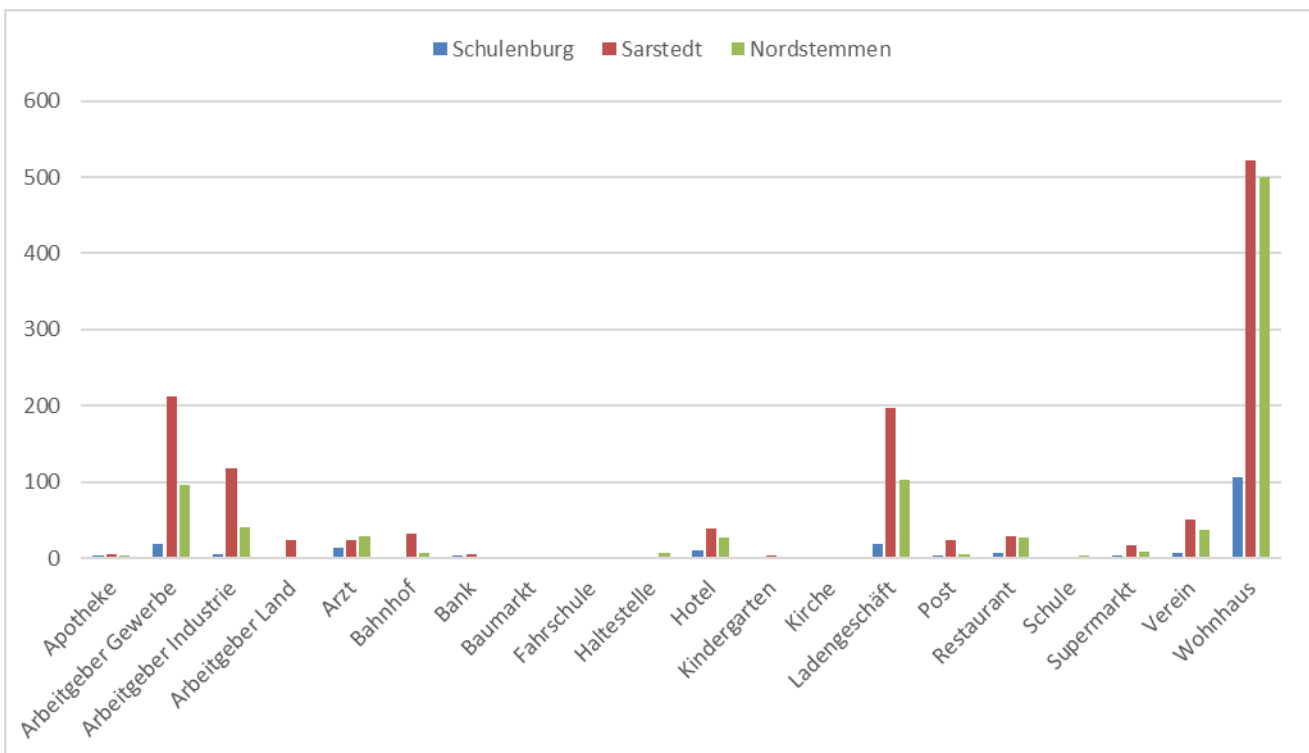


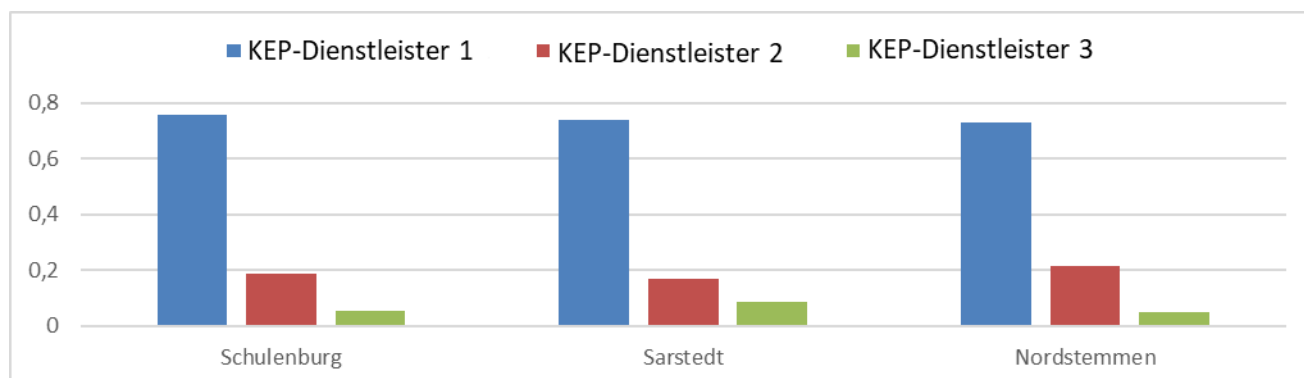
Abbildung 20: Sendungsmengen im Gebiet Hildesheim pro Tag nach Empfängertyp und Stadtteil (Eigene Darstellung)

Zwar ist die durchschnittliche Sendungsmenge pro Tag für andere Empfängertypen wie Apotheken, Ärzte oder diverse Arbeitgeberkategorien wesentlich höher als die der Wohnhausermpfänger (Tabelle 63), doch führen die Bebauungsstrukturen der Städte im Untersuchungsgebiet, welche sich alle primär aus Wohnhäusern zusammensetzen, dazu, dass das gesamte Sendungsvolumen für Wohnhäuser den größten Teil des Gesamtsendungsvolumens ausmacht.

Gebäudekategorie	Durchschnittliche Sendungsmenge pro Gebäude und Tag		
	Schulenburg	Sarstedt	Nordstemmen
Apotheke	2,47	2,24	3,06
Arbeitgeber Gewerbe	1,53	3,54	2,40
Arbeitgeber Industrie	2,62	2,10	1,35
Arbeitgeber Land	0,00	12,17	0,00
Arzt	2,18	1,38	2,34
Bahnhof	0,00	5,24	3,43
Bank	2,47	0,72	1,23
Fahrschule	0,00	1,62	0,00
Haltestelle	0,08	0,00	0,22
Hotel	2,32	1,92	2,12
Kindergarten	0,55	0,93	0,14
Kirche	0,00	0,00	0,22
Ladengeschäft	1,00	1,79	1,65
Post	1,63	3,86	1,53
Restaurant	1,46	0,92	1,63
Schule	0,59	0,30	0,83
Supermarkt	2,47	1,49	1,67
Verein	1,77	1,89	1,79
Wohnhaus	0,10	0,12	0,15

**Tabelle 63: Durchschnittliche Sendungsmenge pro Gebäude und Tag im Gebiet Hildesheim (Eigene Darstellung)**

Bezüglich der Verteilung des Sendungsvolumens der einzelnen KEP-Dienstleister hat sich gezeigt, dass in allen drei Städten ein ähnliches Dienstleister-Sendungsmengen-Verhältnis vorherrscht, wobei der KEP-Dienstleister mit dem größten Sendungsvolumen für etwa 75 % aller Sendungen verantwortlich ist, während der nächstgrößere Dienstleister etwa 20 % und der drittgrößte Dienstleister etwa 5 % aller Sendungen bearbeitet Abbildung 21.



**Abbildung 21: Anteil am Sendungsaufkommen der größten KEP-Dienstleister im Gebiet Hildesheim (Eigene Darstellung)**

Das Untersuchungsgebiet Lahn-Dill betreffend zeigt Abbildung 22 ein insgesamt geringeres Sendungsaufkommen im Vergleich zum untersuchten Raum im Landkreis Hildesheim, wobei im Ort Hohenahr ein besonders hohes Sendungsaufkommen durch das Bestellverhalten privater Haushalte entsteht. In Mittenaar und Bischoffen hingegen zeichnen sich Gewerbe- und Industriebetriebe für einen Großteil des Sendungsaufkommens verantwortlich.

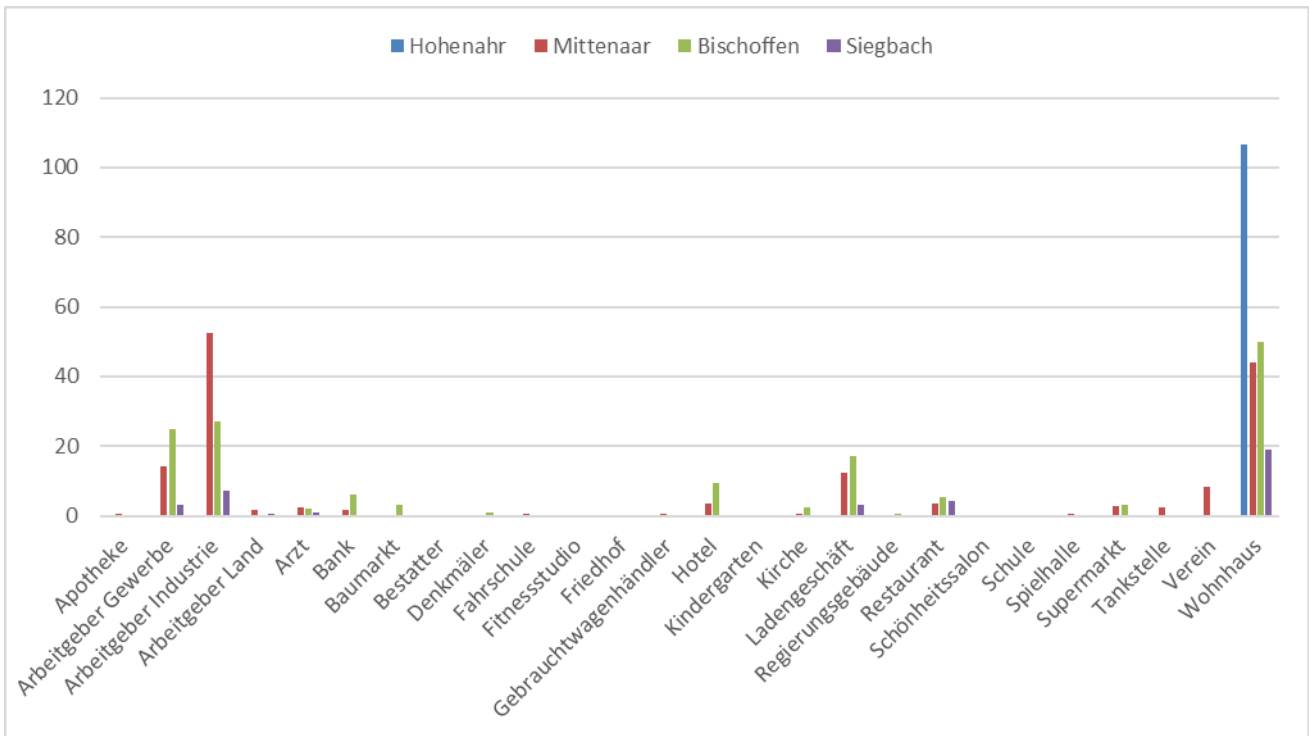


Abbildung 22: Sendungsmengen im Gebiet Lahn-Dill pro Tag nach Empfängertyp und Stadtteil (Eigene Darstellung)

Abbildung 23 hingegen zeigt, dass die Verteilstruktur in Lahn-Dill ein wenig ausgeglichener als im Raum Hildesheim ist, sodass der größte KEP-Dienstleister mit dem größten Sendungsanteil etwa 58 % aller Sendungen zu stellt, während der zweit- und drittgrößte Dienstleister für ca. 24 % bzw. 18 % verantwortlich ist. Da lediglich drei KEP-Dienstleister in die Analyse und Datenmodellierung für die Untersuchungsgebiete einbezogen wurden, ist es an dieser Stelle wichtig zu beachten, dass es sich bei den dargestellten Sendungsanteilen um relative Verteilungen handelt, die nicht direkt die gesamte Verteilstruktur und das gesamte Marktvolumen spiegeln.

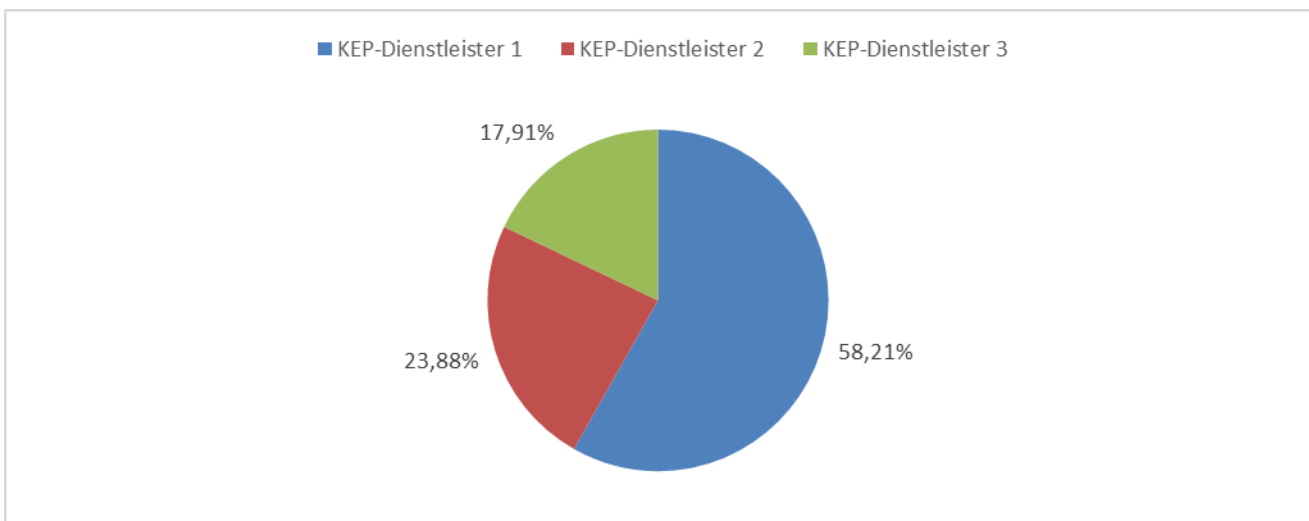


Abbildung 23: Anteil am Sendungsaufkommen der größten KEP-Dienstleister im Gebiet Lahn-Dill (Eigene Darstellung)

Die Sinnhaftigkeit der Datenanalyse und damit die auch die Plausibilität der Datenmodelle wurde abschließend mit Hilfe von Experten der öffentlichen Verkehrsbetriebe sowie KEP-Dienstleistern in den Untersuchungsgebieten überprüft und bestätigt.

### 2.1.4 Übertragbarkeit

In diesem Kapitel soll auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingegangen werden. Hierfür ist es notwendig auf die Definition und Typisierung des ländlichen Raumes einzugehen, die als Basis für eine erfolgreiche Übertragung dient. Somit können die Projektergebnisse kongruent auf ganz Deutschland angewandt werden. Ein methodischer Ansatz zur Abgrenzung und Typisierung untersucht, welche verschiedenen Gruppen vom Räumen existieren, was sie gemeinsam haben und was sie differenziert (Küpper, 2020). Die Erforschung des ländlichen Raums hat ihre Ursprünge aus geografischer Sicht zu Beginn der 1960er Jahre, insbesondere beeinflusst durch die Münchener Schule der Sozialgeographie. Mitte der 60er legte die Forschungseinrichtung den Fokus auf die Anwendbarkeit in der Raumplanung (Bross, 2021). Prinzipiell stellen die stark heterogenen ländlichen Räume Mitteleuropas eigenständige Kulturlandschaften dar, die sich nur schwer typisieren lassen. Grabski-Kieron (2007) unterscheidet strukturell-analytische, funktional-analytische und Definitionsansätze, die Funktionspotentiale zu Grunde legen. Alle Ansätze nehmen eine anwendungsorientierte Perspektive ein.

Strukturell-analytische Definition: Es wird versucht den städtischen vom ländlichen Raum mittels demographischer Daten (bspw. Einwohnerdichte), sozioökonomischer (bspw. Einkommen), oder mittels Siedlungsstruktur betreffender Daten abzugrenzen.

Funktional-analytische Definition: Auch hier wird versucht Stadt und Land zu trennen. Es wird allerdings eher an Funktionen der ländlichen Räume angeknüpft und wie diese mit Agglomerationsräumen in Verbindung stehen.

Auf Funktionspotentialen beruhende Definition: Dieser Ansatz geht etwas weiter, da er nicht nur Funktionen, sondern auch Funktionspotentiale miteinbezieht. Zu den in Frage kommenden Funktionen und Parametern gehören Wohnort, Arbeitsplatz, Produktionsfunktion, die Bereitstellung von Ressourcen, der Umweltschutz oder der Tourismus.

Grabski-Kieron (2007, S.605) schließt mit einer eigenen Definition, die die Ansätze weitestgehend kombiniert: „Der ländliche Raum ist Teil des Gesamtraumes, der durch eine in hohem Maße land- und forstwirtschaftlich genutzte oder zumindest geprägte Freiraumstruktur und durch vorherrschend frei-raumbezogene Ressourcennutzung gekennzeichnet ist. In ihm herrscht eine disperse Siedlungsstruktur mit vorrangig gering- bis mittelzentralen und azentralen Siedlungen vor“. Die Definition besteht allerdings zunächst nur auf der Metaebene und beinhaltet keine Richtwerte der Einteilung, diese wären in einer Typisierung selbst anzunehmen.

Nach Küpper (2020) werden ländliche Räume in einerseits wissenschaftlichen Diskursen, als auch auf verschiedenen politischen Ebenen (UN, OCED, EU, Bund, Länder) und innerhalb staatlicher Forschungsprogramme unterschiedlich definiert und abgegrenzt. Problematisch ist hierbei, dass sich viele der sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Merkmale, die früher mit ländlichen Räumen in Verbindung gebracht wurden, heute nicht mehr für eine räumliche Abgrenzung geeignet sind. Daher verwendet ein Großteil der Definitionen und Abgrenzungsmethoden siedlungsstrukturelle Merkmale, wie bspw. eine geringe Bevölkerungs- und Siedlungsdichte, hohe Anteile nicht besiedelter Flächen, kleine Orts- und Gemeindegrößen, als auch eine geringe Zentralität oder große Entfernung zu Zentren. In der Realität wird oftmals allerdings erst einmal abgegrenzt und definiert was städtisch und ein Verdichtungsraum ist, während die restlichen Räume als ländlich bezeichnet werden. Zusätzlich wird häufig nur diese Zweiteilung vorgenommen, was der Vielfalt der ländlichen Räume und dem Stadt-Land-Kontinuum nicht gerecht wird. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass regelmäßig unterschiedliche Indikatoren verwendet werden die meist schwach begründete Schwellenwerte nutzen, was zu einer hohen Divergenz der Anteile von ländlichen Räumen am Gesamtraum führt. Dadurch kommt es, je nach Abgrenzung, zu Anteilen des ländlichen Raums von 35% und 90% der Fläche, mit einem Anteil zwischen 15% und 60% der Gesamtbevölkerung (Küpper, 2020). Um eine geeignete, dem Forschungszweck dienliche und damit bedarfsorientierte Definition des ländlichen Raums zu finden, sollen im Folgenden verschiedene Ansätze vorgestellt und auf eine Anwendbarkeit im Projekt geprüft werden.

Das Institut für Kulturgeographie, Stadt- und Regionalforschung (KSR) der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main entwickelte im Jahr 2000 im Regionalatlas Rhein-Main eine Abgrenzung von Ordnungsräumen auf Basis von Pendlerverflechtungen als Abgrenzungskriterium. Die Methodik geht dabei auf die Unterteilung der Siedlungsstruktur der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) aus 1977 zurück. Es wird dabei nach

Kernstadt, Verdichtungsraum und Ordnungsraum unterschieden, wobei die festgelegten Begriffe die Siedlungsstruktur nicht nur beschreiben, sondern auch Vorgaben für die zukünftige Entwicklung machen sollen. Die Methodik beruht daher auf Länder-, Regierungsbezirks- und Landeskreisgrenzen, sowie einem Entwicklungsplan, anstatt auf definierten Kriterien mit festgelegten Schwellenwerten (Institut für Kulturgeographie, Stadt- und Regionalforschung, 2000). Diese Methodik der Raumtypologie ist als Basis für eine Ergebnisübertragung in Kombinom nicht geeignet, da die Entwicklungspläne der Länder und Kommunen in Deutschland nicht einheitlich sind und sich dadurch sehr inkohärente Gebiete trotz Anwendung der selben Definition ergeben würden.

Viele Raumtypisierungen wurden in verschiedenen Veröffentlichungen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) entwickelt (BBSR, 2012). Auf der höchsten Ebene setzt die „Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen städtischer und ländlicher Raum“ an. Hier wird lediglich eine übergeordnete Definition einheitlich festgelegt: „Alle kreisfreien Großstädte sowie die städtischen Kreise bilden den Städtischen Raum, alle ländlichen Kreise bilden den Ländlichen Raum.“ (BBSR, 2021a). Da hier keinerlei bedarfsorientierte, dedizierte siedlungsstrukturelle, demografische oder sozioökonomische Kriterien in Betracht gezogen werden, ist diese Typisierung zu generell für die in Kombinom notwendige Granularität zur validen Übertragung der Ergebnisse auf andere Kommunen und Regionen. Eine weitere, tiefergehende Raumtypisierung des BBSR (2021b) ist die „Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Siedlungsstrukturelle Kreistypen“ welche primär als Analyseraster für amtliche Regionalstatistik genutzt wird. Hier sind nicht die 401 Stadt- und Landkreise selbst, sondern die 361 Kreisregionen die räumliche Ebene zur Bildung der Kreistypen. Als Siedlungsstrukturmerkmale werden der Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten, die Einwohnerdichte der Kreisregion und die Einwohnerdichte der Kreisregion ohne Berücksichtigung der Groß- und Mittelstädte herangezogen. Dadurch kann Deutschland in die vier Gruppen „Kreisfreie Großstädte“, „Städtische Kreise“, „Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen“ und „Dünn besiedelte ländliche Kreise“ eingeteilt werden (BBSR, 2021b). Auch diese Typisierung ist in ihrer Form nicht granular genug, um ein valide Übertragbarkeit gewährleisten zu können. Noch detaillierter und auf den bisherigen Ansätzen aufbauend, wurde 2010 die „Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Raumtypen 2010“ als Weiterentwicklung der „Raumstrukturtypen ROB 2005“ eingeführt. Die Raumtypen 2010 dienen laut BBSR (2021c) allerdings analytischen Zwecken im Rahmen der Erarbeitung des kommenden Raumordnungsberichts im BBSR und nicht als planerische Festlegung. Dennoch soll der hier verfolgte Ansatz kurz dargelegt werden. In diesem Konzept werden nun zwei räumliche Basisstrukturmerkmale betrachtet, denn neben der Besiedlung (ländlich, teilweise städtisch, überwiegend städtisch) wird auch die Lage (sehr peripher, peripher, zentral, sehr zentral) in Betracht gezogen. Klassifiziert wird hier nach Bevölkerungsdichte, Siedlungsflächenanteil und potentiell erreichbarer Tagesbevölkerung. Die Typisierung selbst ist weitgehend unabhängig von (veränderlichen) administrativen Grenzen und flächendeckend für das gesamte Bundesgebiet. So soll durch die Aggregation auf Gemeinden und Gemeindeverbände ein kleinräumiges Analyseraster zu Raumbbeobachtungszwecken als Ergänzung zu bestehenden Raumabgrenzungen zur Verfügung gestellt werden (BBSR, 2021c). Für Kombinom ist jedoch auch diese Einteilung noch zu grob und zudem fehlen hier jegliche Kriterien, die Bedarfe der Bevölkerung widerspiegeln.

Als weitere Herangehensweise des BBSR, auf Pendlerverflechtungen (wie auch beim KSR) und Erreichbarkeiten basierenden Kriterien, findet sich zudem die „Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Stadt-Land-Regionen“, welche eine gemeindebezogene, flächendeckende funktionale Regionalisierung des Bundesgebiets bildet (BBSR, 2021d). Ziel ist es der Vorstellung der regionalen Identität im Sinne sozialökonomischer Verflechtungsräume (Krätke, 1995) möglichst nahe zu kommen und gleichzeitig komplexe ökologische, wirtschaftliche und soziale Zusammenhänge in ihrer räumlichen Dimension abzubilden (Sinz, 1995). Die genaue Methodik wird durch das BBSR (2021d) beschrieben. Hierbei wird zunächst von einer Auswahl an vorläufigen Kernen ausgegangen, die eine Mindestmaß an Zentralität und Größe nach bestimmten Kriterien aufweisen. Diese Kriterien umfassen die Arbeitsplatzzentralität, das Verhältnis von Auspendlern zu Beschäftigten mit Wohnsitz in der Gemeinde, einem Bedeutungsüberschuss an Beschäftigten im tertiären Sektor, Verwaltungssitze von Landkreisen, eine minimale Tagbevölkerung von 15.000. Durch das Einbeziehen der sozialversicherungspflichtigbeschäftigten Pendler werden so Aktionsräume der Menschen abgebildet, basierend auf der Daseinsgrundfunktion Wohnen und Arbeiten. Zudem kann das Erreichbarkeitsmodell des BBSR herangezogen werden, um potentielle Aktionsräume zu erfassen. Faktisch wird so jede Gemeinde einem Kern und damit einer Region zugeordnet, selbst wenn die tatsächliche Verflechtung eher gering ausgeprägt ist. Dadurch kann die innere Homogenität

einer Region theoretisch sehr divers ausgeprägt sein (BBSR, 2021d). Eine geeignete Typisierung des ländlichen Raums müsste für Kombinom allerdings feingranularer aufgebaut sein, da auch Konzepte für einzelne Kommunen und nicht nur für gesamte ländliche Regionen entwickelt werden.

Um bereits angesprochene Defizite bestehender Ansätze und Definitionen zu beheben, wurde von Küpper (2016) eine Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume am Thünen-Institut für Ländliche Räume entwickelt. Bei der Thünen-Typisierung ländlicher Räume wird zunächst ein Index gebildet, um die „Ländlichkeit“ einer Region zu messen. Dies geschieht anhand siedlungsstruktureller Merkmale wie der Siedlungsdichte, dem Anteil an land- und forstwirtschaftlichen Flächen, dem Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser, der Bevölkerungszahl im Umkreis besiedelter Flächen und je weiter abgelegen die Region von (großen) Zentren ist. Die Berechnung des Index durch eine Hauptkomponentenanalyse erfolgt dadurch auf der regionalen Ebene und nicht, wie bei vielen traditionellen Sichtweisen, in den Zentren. In einem zweiten Schritt soll weiter differenziert werden, um die Vielfalt weiter abzubilden. Durch eine zweite Dimension, der sozioökologischen Lage, wird neben der Dimension der Ländlichkeit der ländliche Raum nicht nur von nicht-ländlichen Räumen getrennt, sondern zusätzlich in vier ländliche Räume eingeteilt: eher ländlich und gute sozioökonomische Lage, eher ländlich und weniger gute sozioökonomische Lage, sehr ländlich und gute sozioökonomische Lage, sehr ländlich und weniger gute sozioökonomische Lage. Die Dimension „sozioökonomische Lage“ wird nach der gleichen Methodik mit einem Index abgebildet, wobei hier neun Indikatoren aus den Bereichen öffentliche Finanzen, Einkommen, Gesundheit, Bildung und Arbeitslosigkeit im Index vereint werden (Küpper, 2016). Auch wenn diese Einteilung und Definition des ländlichen Raums durch die zusätzliche Untergliederung innerhalb des ländlichen Raums schon weit über die traditionellen Einteilungen hinausgeht, wird nicht auf Bedürfnisse eingegangen. Die für Kombinom notwendige Typisierung umfasst allerdings eine Einteilung auch anhand von Mobilitätsbedürfnissen und Bestellverhalten.

Auch seitens des BMVI gibt es verschiedene Definitionen und Typisierungen, welche in unterschiedlichen Publikationen erarbeitet wurden. So wurde seitens BMVI (2016) die Publikation „Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen“ als Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen veröffentlicht. Zur Angebotsplanung wird hier zunächst von Raum- und Siedlungsstruktur ausgegangen, zudem werden aber auch vorhandene Infrastruktur wie Straßen- und Schienennetze, sowie die Verkehrsnachfrage berücksichtigt. Basierend auf der Annahme, dass das ÖPNV-Netz der gerichteten Nachfrage nach Quellen und Zielen folgt, wird die Theorie der zentralen Orte zugrunde gelegt. Nach der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) sind zentrale Orte „Städte und Gemeinden, die über den Bedarf ihrer Wohnbevölkerung hinaus Versorgungsfunktionen für die Bevölkerung im Versorgungsbereich wahrnehmen sollen. Sie sind bevorzugte Standorte für öffentliche und private Dienstleistungseinrichtungen und Wirtschafts-, Arbeitsplatz- und Ausbildungsstandorte. Gemeinden ohne zentralörtliche Aufgaben sind auf das Versorgungsangebot der Orte mit zentralörtlicher Funktion angewiesen“ (FGSV 2009, S. 9). Durch eine anschließende Verbindung benachbarter zentraler Orte ergeben sich Achsen einer sogenannten „Verbindungsfunktionsstufe“, d.h. Orte welche die verkehrliche Bedeutung der Achsen widerspiegeln. Je höher dabei die Zentralität, desto bedeutender die Verbindungsfunktion und damit die angenommene Verkehrsnachfrage. Dieses System aus raumspezifischen Merkmalen zur Ableitung von zentralen Orten und einer daraus projizierten Verkehrsnachfrage bildet die Basis der Raumdefinition, welche in drei Schritte aufgeteilt wird: (1) Festlegung des Planungs- und Untersuchungsraums, sowie der Zentren im Untersuchungsraum; (2) Definition von „Korridoren“ zwischen den zuvor festgelegten Zentren; (3) Definition von „Achszwischenräumen“ im Untersuchungsraum. Durch diese Raumdefinition können im weiteren Vorgehen geeignete Angebotsformen zu den zuvor definierten Raumtypen zugeordnet werden (BMVI, 2016). Auch in dieser Methodik werden zunächst Zentren definiert und darauf basierend Zwischenräume, zudem wird die Verkehrsnachfrage nur für die Hauptverkehrsachsen prognostiziert und nicht dediziert für den ländlichen Raum. Für das Projekt Kombinom ist die Betrachtung des ländlichen Raums damit nicht fein genug um eine belastbare Übertragbarkeit zu gewährleisten.

Eine weitere Herangehensweise wurde durch das BMVI (2018a) in der Publikation „Sicherung von Versorgung und Mobilität im ländlichen Raum“ veröffentlicht. In der Darstellung des Modellvorhabens „Langfristige Sicherung von Versorgung und Mobilität in ländlichen Räumen“ wurden 18 Modellregionen herausgearbeitet, die in ihrer Bevölkerungsdichte, Siedlungsstruktur, Wirtschaftskraft und geografischen Lage äußerst heterogen sind.

Als gemeinsames Merkmal wurde hier der demografische Wandel aufgegriffen, da der ländliche Raum häufig überdurchschnittlich von diesem betroffen ist. Zu den üblichen Infrastrukturdaten wurde daher verstärkt auf den Bestand an Daseinsvorsorgeeinrichtungen geachtet, während demografische Daten um den Punkt der Bevölkerungsvorausberechnung erweitert wurde. Auch Versorgungszentren und Erreichbarkeitsanalysen wurden in die Modellentwicklung einbezogen (BMVI, 2018a). Während das erarbeitete Modell bereits eine sehr gute Grundlage für die Infrastruktur und insbesondere die zukünftige Entwicklung des ländlichen Raums legt, fehlt für die Verwendung in Kombinom der konkrete Bezug zu Bedürfnissen und dadurch entstehendem Verkehr. Erst durch die Zuweisung von Mobilitätsbedürfnissen zu den identifizierten Daseinsvorsorgeeinrichtungen, kann das Modell der Übertragbarkeit anhand spezifischer Modellquartiere erarbeiteter Ergebnisse gerecht werden.

Da das BMVI (2018b) Arbeiten in verschiedenen Bereichen, wie der digitalen Infrastruktur, der Raumordnung, und insbesondere der Verkehrsplanung, -politik und -infrastruktur zu bewältigen hat, benötigt es hierfür jeweils zielgenaue Analysen und belastbare Daten. Durch unterschiedliche Anforderungen und Voraussetzungen zwischen und innerhalb von Regionen, als auch im kleinen Maßstab zwischen und innerhalb von Gemeinden sowie Städten, müssen daher möglichst präzise Daten vor Ort und für jeden Ort vorliegen. Um diese Herausforderung zu adressieren, haben das BMVI zusammen mit dem BBSR daher inhaltlich und methodisch eine neue Regionalstatische Raumtypologie (RegioStaR) entwickelt. Ziel dieser Raumtypologie ist es Wirkungszusammenhänge zwischen Verkehr und räumlichen Strukturen zu analysieren und differenzierte Mobilitätskennwerte anhand mehrerer aufeinander aufbauenden siedlungsstruktureller Raumtypen zu ermitteln. Auch RegioStaR geht zunächst den Weg über eine hierarchische Typisierung, in welcher zunächst nach Großstädten und deren Verflechtungsbereiche sowie Einzugsgebiete inklusive Pendlerverflechtungen kategorisiert wird. Alles außerhalb dieser definierten Regionen gilt zunächst als ländlicher Raum, welcher in einem weiteren Schritt zu stadtrahennahen ländlichen Regionen und peripheren ländlichen Regionen weiter differenziert wird. Für eine Kleinstunterscheidung wird das Bevölkerungspotential innerhalb geografischer Gitterzellen mit einer Auflösung von 1km x 1km ermittelt. So können selbst Unterschiede innerhalb von Städten berücksichtigt, als auch Ergebnisse auf die Ebene der Gemeinden übertragen werden (BMVI, 2018b). Auch wenn die Betrachtungstiefe und Auflösung von RegioStaR weit über die zuvor entwickelten Modelle und Raumtypisierungen hinausgeht, vereint es nicht alle für Kombinom nötigen Aspekte. Um im späteren Projektverlauf konzept- und szenarienspezifische Einflussgrößen übergreifend und mit hoher Übertragbarkeit untersuchen zu können, müssen mikroskopische Raumprototypen erstellt werden, mit denen unterschiedliche Untersuchungsgebiete nachgebildet werden können. Die Räume sollen daher nicht nur auf Basis ihrer siedlungsstrukturellen Eigenschaften definiert werden, sondern ebenfalls demografische Gegebenheiten, verkehrliche Situationen, Umwelt- und Verkehrsdaten, sowie Informationen zur Flächennutzung beinhalten. Durch statistische Verfahren der deskriptiven sowie Interferenzstatistik können so Korrelationen und deren Stärke untersucht werden, um Rückschlüsse über die Zusammenhänge der individuellen Einflussgrößen zu ziehen. Auf diese Weise können feingliedrige Typisierungskacheln für den ländlichen Raum abgeleitet werden, die eine ganzheitliche und detaillierte Betrachtung sowie Analyse der zu untersuchenden Transportkonzepte auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Zielgrößen ermöglicht. Der Umfang der Raumtypologien muss also die RegioStaR 17+ Typologien aufgreifen und um eine nutzungsorientierte Ebene erweitern. Diese Betrachtungstiefe über klassische Siedlungsstrukturen hinaus ist notwendig, um den nutzerspezifischen Einflussgrößen wie Nachfragevolumina Rechnung zu tragen und die Übertragbarkeit innerhalb Deutschlands zu sichern.

Um die Übertragbarkeit der Simulationsvorbereitungen zu sichern und somit zukünftige Simulationsprojekte im Bereich der kombinierten Verkehre im ländlichen Raum zu unterstützen wurden die konzeptionellen Grundlagen sowie einzelne Systembausteine umfassend eruiert und beschrieben (Siehe Kapitel 2.1.3). Konzeptspezifische Einflussfaktoren für den Betrieb des Transportkonzeptes lassen sich anhand erster Datenanalysen, die mit Hilfe der zuvor beschriebenen Datenmodelle erstellt wurden, sowie Einschätzungen von Fachexperten aus den Bereichen ländliche Mobilität und Logistik der Abbildung 24 gemäß klassifizieren.



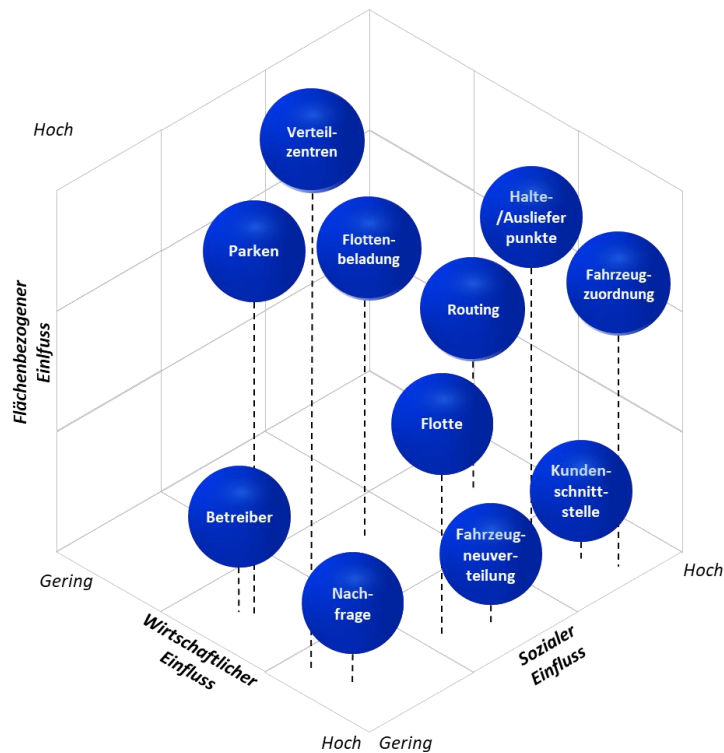


Abbildung 24: Einfluss der Konzeptausprägungen auf die Potentiale eines kombinierten Transportkonzeptes (Eigene Darstellung)

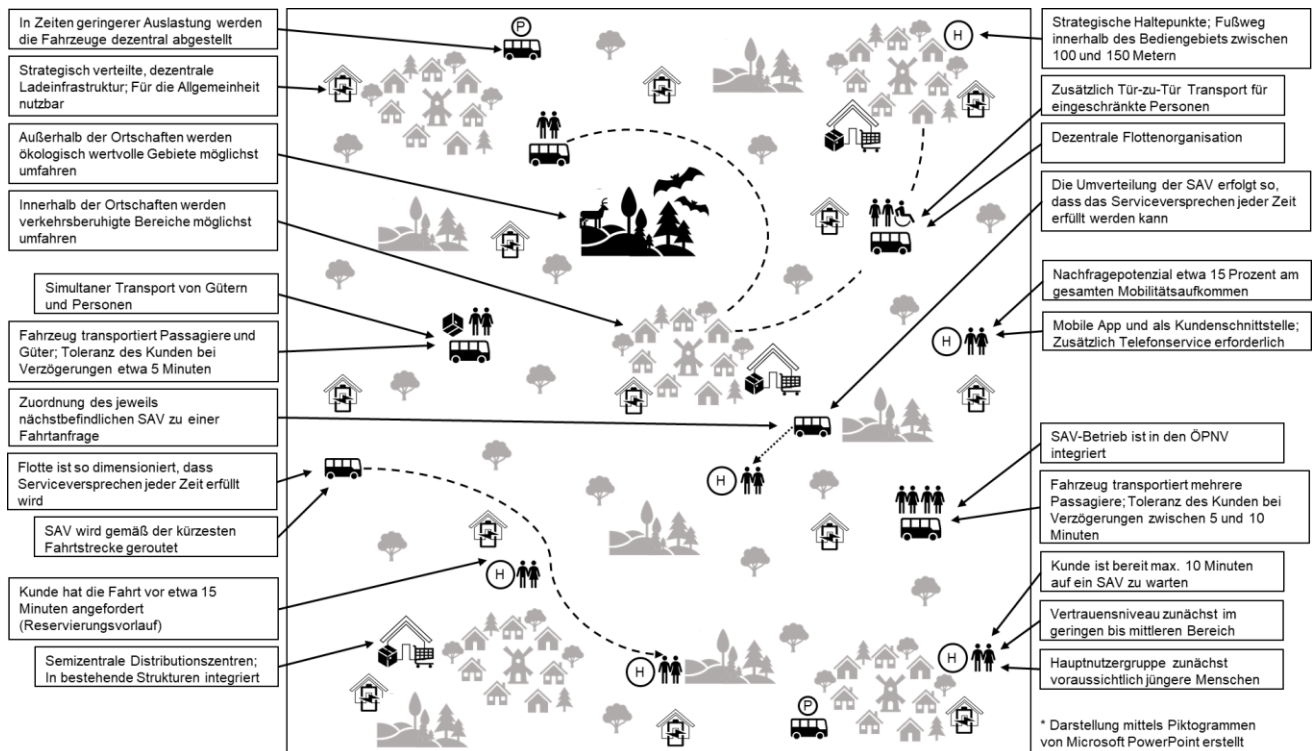
Hierbei wird deutlich, dass die **Nachfrage** einen großen Einfluss auf das wirtschaftliche Erfolgspotential des Konzeptes ausübt, da Nutzungsfrequenz und Kundenvolumen einen direkten Einfluss auf den Return on Investment sowie die Skalierungsmöglichkeiten seitens des Betreibers haben. Soziale und flächenbezogene Einflüsse sind durch die Nachfrage selbst hingegen nicht zu erwarten. Stattdessen übt die Wahl der **Halte-/ Auslieferungspunkte** einen großen Einfluss auf die sozialen Mehrwerte sowie die Flächenbedarfe aus. Hierbei entsteht ein Zielkonflikt, da ein dichtes Halte-/Ausliefernetzwerk einen großen Flächenbedarf für die einzelnen Halte-/Auslieferungspunkte impliziert, während es gleichzeitig einen hohen sozialen Mehrwert bietet und das kombinierte Transportkonzept auch für immobile Personengruppen nutzbar macht. Ein grobmaschiges Netzwerk hingegen resultiert in geringen Flächenbedarfen, kann entsprechend aber nur von Bevölkerungsgruppen genutzt werden, die mehrere hundert Meter zu Fuß oder mit einem anderen Verkehrsmittel zu den spezifizierten Haltepunkten zurücklegen können. Die **Kundenschnittstelle** wirkt in diesem Fall ebenfalls auf die potentiellen Mehrwerte des Konzeptes für die Gesellschaft ein, da diese implizit beeinflusst, welche Kundengruppen angesprochen werden (z.B. im Rahmen der demografischen Merkmale - ältere Kundengruppen sind einer App-Nutzung tendenziell weniger zugeneigt sind). Gleichzeitig resultiert aus der Entwicklung, Implementierung, Wartung und dem Betrieb der Kundenschnittstelle ein hoher Kostenfaktor, der wirtschaftlich berücksichtigt werden und in Einklang mit der avisierten Nachfrage und dem prognostizierten Return on Investment gebracht werden sollte. Die **Flotte** stellt hierbei ebenfalls einen hohen Kostenfaktor in Bezug auf Anschaffung und Betrieb dar und hat einen indirekten Einfluss auf prognostizierte Wartezeiten, Verfügbarkeit und Flächendeckung des Transportangebotes (sozialer Einfluss). Zudem wirken sich Flottengröße und -organisation auf den Flächenbedarf resultierend aus dem Abstellbedarf für die Fahrzeuge zu Inaktivitätszeiten aus. Bezüglich der **Fahrzeugneuverteilung** lässt sich konstatieren, dass diese in Zusammenspiel mit der Flotte und der Fahrzeugzuordnung ebenfalls soziale Parameter wie Wartezeiten und Fahrzeugverfügbarkeiten beeinflusst, dabei selbst jedoch keine unterschiedlich stark ausgeprägten Flächenbedarfe impliziert. Außerdem gehen mit der Fahrzeugneuverteilung wichtige wirtschaftliche Entscheidungsgrößen einher, da diese diverse Kostenfaktoren, wie Benzin-/Wartungs- und Verschleißkosten, bestimmt, sodass geringere Umverteilungsvolumina mit geringeren Fahrtstrecken und somit geringeren Kosten einhergehen, während hohe Umverteilungsvolumina höhere Verfügbarkeiten und, bei entsprechender Nachfrage daraus resultierend, mehr potentielle Einnahmen bedeuten, dabei aber auch höhere Kosten verursachen. Ähnlich sieht die Sachlage beim **Routing** aus, wobei in diesem Fall der direkte Einfluss auf wirtschaftliche Fakto-

ren wie Einnahmen, Investitionen und Betriebskosten lediglich moderat ausgeprägt ist. Der soziale Einfluss hingegen kommt an dieser Stelle besonders stark zum Tragen, da das Routing nicht nur einen Einfluss auf die Wartezeiten und Verfügbarkeiten ausübt, sondern darüber hinaus auch auf die allgemeine Lebensqualität der Bürger\*innen einwirkt, indem zum Beispiel Naturschutzzonen oder verkehrsstarke Gebiete gezielt umfahren werden. Ein vergleichbarer Einfluss gilt auch für die **Fahrzeugzuordnung**, wobei die wirtschaftlichen Implikationen aufgrund der direkten Wechselwirkung zwischen Wartezeit, Fahrzeugzuordnung sowie Kundenakzeptanz und den damit verbundenen Umsatzpotenzialen stärker als beim Routing ausgeprägt sind, während soziale (Wartezeiten, Verfügbarkeiten, Vernetzung) und flächenbedarfsbezogene Auswirkungen äquivalent einzuschätzen sind. Unabhängig vom **Betreiber** stehen wirtschaftliche Ziele aus Anbietersicht im Vordergrund, sodass in jedem Fall ein profitabler Betrieb sichergestellt werden muss, wobei sich unterschiedliche Betreiberinstanzen nur geringfügig in Bezug auf ihre wirtschaftlichen Ziele unterscheiden. Spezifische, direkte oder indirekte Auswirkungen auf die Gesellschaft oder die benötigten Flächen sind nicht bzw. nur in sehr geringem Ausmaß zu erwarten. Exemplarisch ist hier die potentielle Nutzung von bestehender Infrastruktur durch verschiedene Betreiber zu nennen. Hinsichtlich der Betriebsgröße **Parken** wird angenommen, dass im ländlichen Raum bei allen Fahrtinstanzen ausreichend öffentliche, kostenfreie Parkmöglichkeiten zur Verfügung stehen und das Parken selbst somit keinen Einfluss auf den wirtschaftlichen Betrieb des kombinierten Verkehrskonzeptes darstellt. Abhängig davon ob eine dezentrales oder zentrales Parkkonzept gewählt wird, unterscheidet sich der individuelle Flächenbedarf jedoch substantiell, was besonders bei dezentralem Angebot weitere soziale Einschränkungen nach sich zieht, da der öffentliche Parkraum durch die Parkvorgänge der autonomen Kleinbusse verringert wird und somit nicht mehr uneingeschränkt von den Individual- und Wirtschaftsverkehren genutzt werden kann. Diesbezüglich gilt es auch die **Flottenbeladung zu berücksichtigen**, wobei diese noch weitreichendere Wechselwirkungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Einflussgrößen bedingt, da die elektrische Beladung wiederum das Routing, die Fahrzeugneuverteilung sowie die Fahrzeugumverteilung indirekt beeinflusst und gleichzeitig strukturelle Faktoren wie Instandhaltungs- und Investitionskosten (z.B. für neue Fahrzeuge aufgrund von Batterieverschleiß) tangiert. Abschließend ist die Einschätzung der Distributions- bzw. **Verteilzentren** in Bezug auf die gesellschaftlichen und flächenbedarfsmäßigen Auswirkungen analog zur Betriebsgröße Parken zu sehen. Die wirtschaftlichen Implikationen hingegen sind für diesen Konzeptbestandteil als besonders einflussreich zu sehen, da die Wahl der Distributionsstruktur einerseits mit hohen Investitionskosten für die Errichtung oder Renovierung geeigneter Verteilzentren einhergeht und andererseits einen indirekten Einfluss auf die Betriebskosten durch Routing, Parken, Fahrzeugneuverteilung, Fahrzeugumverteilung und Flottenbeladung haben.

Entsprechend der geschaffenen Simulationsgrundlagen sowie der aufgezeigten Konzeptionsbausteine sollten zukünftige Modellierungs- und Simulationsprojekte sicherstellen, dass die möglichen Konzeptausprägungen sowie ihre Interdependenzen ganzheitlich abgebildet werden. Die konzeptionelle Gestaltung ist dabei unabhängig von der räumlichen Beschaffung eines Untersuchungsgebietes und kann daher auf zahlreiche Untersuchungskontexte übertragen werden. Die Datenmodelle dienen dabei einerseits als direkte Grundlage für die Simulation und Analyse des kombinierten Verkehrskonzeptes in den spezifizierten Untersuchungsgebieten und andererseits als Blaupause für andere Projekte, um die erforderlichen Daten und Informationsstrukturen zur Planung oder Analyse diverser Mobilitäts- und Logistikkonzepte zu bestimmen.

### 2.1.5 Empfehlungsübersicht

Basierend auf den erhobenen Daten sowie den Simulationsvorbereitungen, ersten Simulationstestläufen und der Datenmodellierung des bestehenden Mobilitäts- und Belieferungssystems lassen sich einerseits die Potenziale zur Abbildung eines kombinierten autonomen Verkehrskonzeptes im ländlichen Raum mittels datengestützter Analyseverfahren wie Computersimulationen sowie andererseits die wirtschaftlichen, räumlichen und sozialen Auswirkungen des Konzeptes einschätzen. Der individuelle Einfluss einzelner Konzeptbausteine auf diese Dimensionen wurde bereits in Kapitel 2.1.4 dargelegt, weshalb an dieser Stelle nun eine holistische Einordnung des Gesamtkonzeptes gemäß der in Abbildung 25 dargestellten Konzeptausprägungen stattfindet.



**Abbildung 25: Konzeptentwurf für den Betrieb kombinierter, autonomer Kleinbusse im ländlichen Raum (Eigene Darstellung)**

Dieser Konzeptentwurf spiegelt die bisherigen analytischen Erkenntnisse sowie Experteneinschätzungen zum optimalen Einsatz von autonomen Kleinbussen im ländlichen Raum zum kombinierten Transport von Personen und Gütern wieder und muss nun in einem Folgeprojekt simulationsgestützt analysiert und mit anderen Konzeptentwürfen sowie bestehenden Verkehrsstrukturen verglichen werden.

Eine allgemeine Bewertung der für die Modellierung und Simulation benötigten Mobilitäts-, Sendungs- und Nutzerdaten sowie der, den in Abbildung 25 erläuterten Konzeptentwurf betreffenden Auswirkungen auf Flächen-nutzung (räumliche Dimension), Verkehrsaufkommen (räumliche und soziale Dimension), Schadstoffemissionen (soziale Dimension), ländliche Versorgungsgüte (soziale Dimension) sowie Kosten und Profite (wirtschaftliche Dimension), findet sich in Abbildung 26. Hier wird deutlich, dass die Datenverfügbarkeit besonders im Hinblick auf die bestehenden Mobilitätsstrukturen (räumliche Anordnung der Aktivitäten Wohnen, Arbeit, Konsum, Freizeit) in unterschiedlichen Räumen sowie die prognostizierte Nutzerakzeptanz und damit einhergehende Angebotsnachfrage eingeschränkt ist und für eine umfassende und zuverlässige Betrachtung zusätzlicher Erhebungen bedarf. Mobilitätsvolumina (Verkehrsmengen in spezifischen Gebietsabschnitten), Sendungsstrukturen (Art und Zusammensetzung von logistischen Sendungen einer Kundengruppe oder Kundengesamtheit) und Sendungsvolumina (Sendungsmengen in spezifischen Gebietsabschnitten) hingegen stehen über öffentliche Verkehrs-betriebe, Taxi-Unternehmen, Mobilitätsstudien und Mobilfunkdaten (Mobilitätsdaten) sowie Logistikdienstleister wie KEP-Unternehmen (Sendungsdaten) in ausreichender Quantität mit hoher Qualität und Trennschärfe zur Verfügung und sollten in Zukunft verstärkt genutzt und eingebunden werden, um innovative Verkehrskonzepte für unterschiedliche Räume digital zu erproben. Bezüglich der Konzeptauswirkungen lässt sich erkennen, dass der Betrieb autonomer Kleinbusse zum kombinierten Verkehr von Personen und Gütern im ländlichen Raum vor allem einen positiven Einfluss auf das Verkehrsaufkommen ausübt, indem motorisierte Individualverkehre substituiert und minimiert werden, sowie auf die ländliche Versorgungsgüte, indem immobile Bevölkerungsgruppe die Möglichkeit bekommen, ein alternatives Mobilitätsangebot zu nutzen, das wesentlich günstiger ist als Taxi- verkehre sowie flexibler und bedarfsgerechter als bestehende öffentliche Verkehrsangebote (welche im ländlichen Raum oft nur tagsüber in Studententaktung verkehren). Weiterhin verspricht das Konzept zahlreiche wirtschaftliche Vorteile, da einerseits aufgrund der bereits erwähnten mangelnden Versorgungsstrukturen im ländlichen Raum eine hohe Nachfrage zu erwarten ist und andererseits Effizienzgewinne durch Synergieeffekte zwischen Güter- und Personentransportprozessen sowie Personal- und Betriebskosteneinsparungen durch die Nutzung autonomer Fahrzeuge erzielt werden können. Schadstoffemissionen lassen sich hingegen nur bedingt

reduzieren, da der Betrieb der autonomen Kleinbusse zwar Verkehrsemissionen durch Individualverkehre und KEP-Verkehre je nach Elektrifizierungsgrad der autonomen Kleinbusflotte unterschiedlich stark verringert, gleichzeitig jedoch mit einem erhöhten Emissionsausstoß der Kleinbusse aufgrund ihrer Fahrzeugtypologie und der Vielzahl an Start- und Stoppaktivitäten sowie hoher, produktionsbedingter Schadstoffemissionen für energieintensive Komponenten wie Fahrzeugbatterien, Kommunikationsmodule und KI-Schnittstellen einhergeht (Alam & Habib, 2018; Beirigo et al., 2018; Chen et al., 2016; Fagnant & Kockelman, 2014; Iacobucci et al., 2019; Jones & Leibowicz, 2019; Kondor et al., 2019; Krueger et al., 2016; Loeb et al., 2018; Narayanan et al., 2020; Shen et al., 2018). Hinsichtlich der Flächenbedarfs zeigen erste Simulationsansätze, Experteneinschätzungen und Literaturrecherchen, dass kombinierte Transportkonzept sogar zu einer Belastung der Flächenverfügbarkeit in ländlichen Räumen führen, da zahlreiche infrastrukturelle Voraussetzungen wie semizentrale Distributionszentren, strategisch verteilte Haltepunkte und dezentrale Parkmöglichkeiten für die Umsetzung und den Betrieb des Konzeptes geschaffen werden müssen (Chen et al., 2016; Kondor et al., 2019; Narayanan et al., 2020).

## Datenverfügbarkeit



## Auswirkungen



Abbildung 26: Zusammenfassende Einschätzung zu Datenverfügbarkeit und Konzeptauswirkungen kombinierter Verkehre im ländlichen Raum (Eigene Darstellung)

Als abschließende Empfehlung für die Analyse, Planung und Umsetzung kombinierter Transportkonzepte im ländlichen Raum wurde eine Individualübersicht über die identifizierten Konzeptausprägungen der zuvor erläuterten und in Abbildung 24 wirkungsbezogen eingeordneten Konzeptbausteine in Bezug auf ihre räumlichen, wirtschaftlichen und sozialen Potenziale erstellt. Entsprechende Empfehlungen können der Abbildung 27 entnommen werden, um somit in Zukunft zielgerichtet bedarfs- und kontextgerechte Konzepte zu entwickeln und virtuell bzw. praktisch zu erproben. Die Einflusspotentiale signalisieren den individuellen Einfluss eines Konzeptbausteins auf die jeweilige Potenzialdimension des zugehörigen Konzeptbausteins und helfen somit den Wirkungsgrad auf verschiedene Dimension durch die Wahl zielkonformer Ausprägungen zu bestimmen. Dabei ist zudem zu beachten, dass einige Konzeptausprägungen sich gegenseitig ausschließen (z.B. Parken: Dezentral und zentraler Betriebshof), während bei anderen Konzeptausprägungen auch eine Kombination einzelner Ausprägungen denkbar und möglich ist (z.B. Kundenschnittstelle: App, Website und Telefonzentral; Fahrzeugneuverteilung: Nutzung für Gütertransporte und strategische Neuverteilung). Dahingehend exklusive Konzeptausprägungen innerhalb eines Konzeptbausteins werden entsprechend schraffiert dargestellt.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Datenlage für die untersuchten Gebiete zur virtuellen Abbildung und Analyse eines autonomen, kombinierten Verkehrskonzeptes moderat ausgeprägt ist. Besonders im Hinblick auf die Daten zum öffentlichen Personenverkehr besteht akutes Verbesserungspotential, da diesbezüglich bisher insgesamt sehr wenig Daten erhoben (z.B. Ein- und Aussteigerdaten) und diese oftmals manuell gesammelt oder ausgewertet werden (z.B. Fahrgastzählungen). Hier sollte in Zukunft mehr auf die Nutzung digitaler Technologien zur Durchführung automatisierter Datenerhebungen gesetzt werden, um nicht nur die Analyse und Entwicklung innovativer Verkehrskonzepte wie eines kombinierten Personen- und Güterverkehrs zu unterstützen, sondern dem ÖPNV selbst einen größeren und fundierten Handlungsspielraum in Bezug auf die Streckenplanung und den Kundenservice zu bieten. Im Gegensatz dazu stehen auf Logistikseite umfassende Daten bereit, die im

Rahmen des Projektes über zahlreich KEP-Dienstleister bezogen und für die Potentialanalyse aufbereitet werden konnten. Entsprechend ist es vor der finalen Planung und Festlegung eines kombinierten Transportkonzeptes wichtig, fehlende Daten zu Mobilitätsstrukturen und Nutzerakzeptanz zu erheben, um geeignete Konzeptausprägungen und -parameter zu bestimmen und somit sowohl den potenziellen Einflussgrad als auch die sozialen, räumlichen und wirtschaftlichen Mehrwerte zu optimieren.

Die akquirierten Daten, die Modellierungs- und Simulationsvorbereitungen sowie die analysierten Potentiale versprechen zahlreiche Verbesserungspotenziale durch autonome Kleinbusse zum kombinierten Verkehr von Personen und Güter. Diese wurden gleichermaßen durch Verkehrs- und Logistikexperten bestätigt. Zudem wurde sowohl seitens der eingebundenen Kommunen als auch der ÖPNV- und KEP-Dienstleister ein großes Interesse an der ganzheitlichen Entwicklung einer derartigen Verkehrslösung geäußert, sodass eine detaillierte, tiefgreifende Betrachtung nicht nur sinnvoll erscheint, sondern im Rahmen eines Folgeprojektes umfassend vorangetrieben werden sollte.

Baustein		Einflusspotenziale ( + : positiv   o : neutral   - : negativ)									
Flotte	Ausprägung	Größe Flotte	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Dezentrale Organisation	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Zentrale Organisation	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Nachfrage	Ausprägung	Langer Vorlauf	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Vielfältige Kundenmerkmale	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Hohes Nachfragepotenzial	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Halte-/Auslieferungspunkte	Ausprägung	Nachfragebasiert	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		ÖPNV-Haltepunkte	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	POIs	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Flottenbelastung	Ausprägung	Strategische Beladung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Dezentrale Beladung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Zentrale Beladung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Fahrzeugzuordnung	Ausprägung	Räumliche Nähe	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Zeitliche Nutzung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Echtzeitoptimierung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Routing	Ausprägung	Strukturelle Faktoren	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Kürzeste Fahrtstrecke	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Kürzeste Fahrtdauer	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Distributionszentren	Ausprägung	Integrativ	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Dezentral	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Zentral	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Kundenschnittstelle	Ausprägung	App	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
		Telefonzentrale	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
	Website	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Parken	Ausprägung	Dezentral	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
	Zentraler Betriebshof	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Betreiber	Ausprägung	ÖPNV	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
	Unabhängig	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	
Fahrzeugneuverteilung	Ausprägung	Nutzung für Gütertransporte	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss		
			+	o	-	+	o	-	+	o	-
	Strategische Neuverteilung	Sozialer Einfluss			Räumlicher Einfluss			Wirtschaftlicher Einfluss			
		+	o	-	+	o	-	+	o	-	

Abbildung 27: Einflusspotenziale individueller Konzeptausprägungen (Eigene Darstellung)

## 2.2 Zielerreichung

Die Zielerreichung wurde anhand festgelegter Meilensteine (MS) kontrolliert und sichergestellt. Insgesamt wurde jedem AP ein MS zugeordnet, sodass fünf MS erreicht werden mussten. Die Inhalte und Fristen wurden wie folgt festgelegt:

MS 1: Sichtung und Evaluation themenrelevanter Projekte abgeschlossen	(10/2021)
MS 2: ÖPNV-Datenüberprüfung vollständig	(04/2021)
MS 3: Güterverkehrsdatenüberprüfung vollständig	(04/2021)
MS 4: Simulationsvorbereitungen abgeschlossen	(06/2021)
MS 5: Empfehlungen erstellt	(09/2021)

Alle MS wurden vollständig und im avisierten Zeitplan erarbeitet. Die im Antrag skizzierten Risiken (fehlende Daten, mangelnde Zusammenarbeit der Projektpartner) konnten durch entsprechende Präventivmaßnahmen abgefangen werden. Zusammenfassend wurden alle Ziele vollständig und dem Zeitplan entsprechend erreicht.

## 2.3 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Position	Entstandene Ausgaben		Gesamtfinanzierungsplan	
	Frankfurt UAS	HS Hannover	Frankfurt UAS	HS Hannover
<b>Gesamtfinanzierungsplan</b>				
Beschäftigte E12 – E15	26.891,23	31.599,45	38.258,76	35.589,81
Beschäftigte E1 – E12	0,00	0,00	0,00	0,00
Beschäftigungsentgelte	4.478,91	7.507,90	3.737,51	3.556,80
Dienstreisen Inland	0,00	539,98	1.000,00	840,00
Dienstreisen Ausland	0,00	0,00	0,00	0,00
Investitionen/Sachkosten	0,00	0,00	0,00	0,00
Mieten/Leasing	0,00	0,00	0,00	0,00
Unteraufträge	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige Ausgaben	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	31.370,14 €	39.647,33	42.996,27 €	39.986,61 €

Tabelle 64: Übersicht der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises in Euro (Eigene Darstellung)

## 2.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

**AP 1.1 & AP 1.2** – Sowohl für die Datenerhebungen als auch die Potentialanalyse und die Datenerhebung war es zunächst notwendig, bestehende Projekte und Studien in ähnlich gelagerten Themengebieten zu sichten und eruiieren, um zusätzliche Datenquellen zu identifizieren und bestehende (Teil-)Ergebnisse und (Teil-)Analysen zu kombinierten, autonomen Verkehren zu sichten, die im weiteren Projektverlauf für die Gestaltung der Konzeptbausteine und -ausprägungen sowie modellbezogene Plausibilitätsprüfungen eingesetzt werden können.

**AP 2.1 & AP 2.2** – Durch die Sichtung bestehender und historischer Projekte und Studien zur Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in den definierten Untersuchungsräumen sowie die enge Zusammenarbeit mit regionalen Verkehrsbetrieben und die Analyse von Mobilfunkdaten konnte eine umfassende Datenbasis zum mobilitätsrelevanten Verhalten der Einwohner\*innen geschaffen werden. Eine solche, konsolidierte Datenbasis stand in dieser Form für keinen der beiden Untersuchungsräume zur Verfügung, weshalb es essentiell war, diese im Rahmen des Projektes zu erheben. Die Datenbasis kann nun sowohl für Ist-bezogene Analysen des Mobilitätsverhaltens verwendet werden, als auch für zukünftige Projekte als Benchmark für die bestehenden Mobilitätsströme im Vergleich zu innovativen Konzepten (wie ein kombiniertes Transportkonzept).

**AP 2.3** – Da die Simulation, Analyse und Bewertung eines kombinierten Transportkonzeptes in Bezug auf räumliche, zeitliche und wirtschaftliche Zielgrößen eine große, vielschichtige Datenbasis voraussetzt, die nicht alleine über bestehende Datenquellen gedeckt werden kann, sondern teilweise aktuelle Erhebungen (z.B. in Bezug auf die Nutzerakzeptanz) bedingt, müssen für diese Daten geeignete Erhebungskonzepte erstellt werden, um sie bei Bedarf anwendungsspezifisch, schnell und flexibel erheben und nutzen zu können.

**AP 3.1 & AP 3.2** – Durch die Sichtung bestehender und historischer Projekte und Studien zur Nutzung von KEP-Dienstleistern bzw. zu Bestell- und Sendungsmengen in den definierten Untersuchungsräumen sowie die enge Zusammenarbeit mit großen KEP-Dienstleistern konnte eine umfassende Datenbasis zum logistikrelevanten Verhalten der Einwohner\*innen geschaffen werden. Eine solche, konsolidierte Datenbasis stand in dieser Form für keinen der beiden Untersuchungsräume zur Verfügung, weshalb es essentiell war, diese im Rahmen des Projektes zu erheben. Die Datenbasis kann nun sowohl für Ist-bezogene Analysen des Bestellverhaltens verwendet werden, als auch für zukünftige Projekte als Benchmark für die bestehenden und im Rahmen verschiedener, logistikbezogener Transportkonzepte zuzustellenden Sendungsmengen.

**AP 3.3** – Da die Simulation, Analyse und Bewertung eines kombinierten Transportkonzeptes in Bezug auf räumliche, zeitliche und wirtschaftliche Zielgrößen eine große, vielschichtige Datenbasis voraussetzt, die nicht alleine über bestehende Datenquellen gedeckt werden kann, sondern teilweise aktuelle Erhebungen (z.B. in Bezug auf die Nutzerakzeptanz) bedingt, müssen für diese Daten geeignete Erhebungskonzepte erstellt werden, um sie bei Bedarf anwendungsspezifisch, schnell und flexibel erheben und nutzen zu können.

**AP 4.1** – Da die gesichteten und erhobenen Daten aus einer Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen und von unterschiedlichen Stakeholdern stammen, waren Datenformate (z.B. Textdateien, CSV, XLS, Shapefiles), Bezugsgrößen (z.B. zeitliche Bezug auf Monate oder Tage, räumlicher Bezug auf Stadtteile oder Postleitzahlgebiete) und Nutzungsrechten (z.B. Open-Source, Geschützt) sehr divers und vielschichtig. Um spätere Simulationsstudien und Analysen auf Basis dieser Daten zu ermöglichen, war es daher essentiell, diese aufzubereiten und zu nivellieren, sodass sie in einem einheitlichen Format mit vergleichbaren Bezügen vorliegen und zum Ende des Projektes auf der mCLOUD veröffentlicht werden können. Dieser Schritt wurde hierbei primär durch die Überführung der Informationen in einheitliche, mobilitäts- und logistikbezogene Datenmodelle für die beiden Untersuchungsräume verwirklicht.

**AP 4.2 & AP. 4.3** – Um weiterführende Simulationen und Analysen vorzubereiten, wurden auf Basis des akquirierten Datenmaterials sowie Einblicken in andere Studien und Projekte umfassende Konzeptmodelle für den (virtuellen) Betrieb eines kombinierten, autonomen Transportkonzeptes erarbeitet. Diese dienen als Grundlage für die Erarbeitung späterer Simulationsmodelle und definieren sowohl essentielle Rahmenparameter als auch konzeptspezifische Systemgrenzen. Da autonome, kombinierte Verkehre im ländlichen Raum in der Praxis bisher keine Anwendung gefunden haben und auch in Forschung und Theorie bisher nur wenig beachtet wurden, waren diese konzeptionellen Vorarbeiten unabdingbar, um ein inhaltliches Rahmengerüst zu schaffen, dass in einem Folgeprojekt tiefgreifend analysiert und effizient in ein digitales Modell (Simulationsmodell) überführt werden kann, ohne betriebsrelevante Größe außer Acht zu lassen oder betriebsirrelevante Größen fälschlicherweise in die Betrachtung miteinfließen zu lassen. So werden am Ende sowohl die Validität als auch der Realitätsgrad zukünftiger Modellierungs- und Analyseschritte unterstützt. Um die Übertragbarkeit der Modelle und Ergebnisse für zukünftige Projekte und andere Untersuchungsräume zu sichern, wurde zudem eine umfassende Verortung vorgenommen, die auf einzelne Teilgebiete (Kacheln) der Untersuchungsräume umgelegt wurden und für andere Untersuchungsräume adaptiert werden können, um den Nutzen der erfolgten Arbeiten und entwickelten Datenmodelle zusätzlich zu steigern.

**AP 5.1** – Um einen möglichst breiten Nutzen der erfolgten Arbeiten für die Allgemeinheit zu sichern, war es essentiell, die Richtigkeit und Übertragbarkeit der erhobenen Daten (teilweise erfolgt durch Nivellierung und Datenmodellierung) auf qualitativer Ebene mit Hilfe von Expertenmeinungen zu prüfen.

**AP 5.2** – Um zukünftige Projekte an den Daten und Ergebnissen des Projekts Kombinom teilhaben zu lassen, wurden diese in aufbereiteter Form auf der mCLOUD zur freien Nutzung und Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt.



**AP 5.3** – Um die Nutzbarkeit von Statistiken bzgl. der Auslastung autonomer Kleinbussysteme im ländlichen Raum zu verbessern, wurde die erzielten Erkenntnisse in einer kompakten Empfehlungsübersicht zusammengefasst. Aufgrund der Neuheit des kombinierten Transportkonzeptes gibt es bisher kaum Einblicke und Empfehlungen für deren Implementierung oder Betrieb. Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen sollen relevanten Akteure als erste Orientierungsstütze bei entsprechenden Planungen als Entscheidungshilfe für den Einsatz von autonomen Kleinbussen in einem definierten Bedienungsraum zum kombinierten Transport von Waren und Personen dienen und die zukünftige Auseinandersetzung mit diesem Konzept forcieren. Außerdem fungiert sie als Ergebniskonsolidierung für die in Kombinom erarbeiteten Inhalte und erzielten Erkenntnisse.

## 2.5 Ergebnisverwertung

Die Ergebnisse des Projekts werden aktiv in bestehende Bachelor- und Masterstudiengänge eingearbeitet. Veröffentlichungen in deutschen und internationalen Fachzeitschriften sind fest geplant und werden zudem als Teil einer kumulierten Promotion verwendet. Zudem wurden und werden die Ergebnisse in verschiedenen Formaten präsentiert und diskutiert (siehe Punkt 2.7 Begleitforschung und Veröffentlichungen). Alle erhobenen Daten und berechneten Werte wurden – in Absprache mit dem Datenschutzbeauftragten der Frankfurt UAS – dokumentiert und auf der mCLOUD veröffentlicht. Dies umfasst die Datenbank, sowie erstellte Modelle und Konzepte. Alle Daten werden nach den grundsätzlichen Eigenschaften von Open-Data (elektronisch, maschinenlesbar, gesammelt, strukturiert und standardisiert) bereitgestellt. Hierbei wird stets auf die Einhaltung des Datenschutzes und damit einhergehende Maßnahmen (wie Anonymisierung und Aggregation) geachtet. Alle bereitgestellten Daten unterliegen der Creative Commons Non-Commercial Share-Alike 4.0 Lizenz (CC BY-NC-SA 4.0) und werden ohne eine zeitliche Restriktion bereitgestellt. Somit haben alle interessierten Personen die Möglichkeit die aufbereiteten Daten und Erkenntnisse in weiteren Anwendungsfällen zu nutzen. Zudem werden die Daten als Basis in einem Folgeprojekt, Kombinom\_2, verwendet und damit eine direkte Anwendung finden. Durch die in Kombinom vorgenommene Sichtung der Datenlage und Simulationsvorbereitung ist somit der Grundstein für die in den Handlungsempfehlungen gegebenen Maßnahmen gelegt.

## 2.6 Fortschritte auf dem Forschungsgebiet während der Projektlaufzeit

Im Forschungsgebiet wurden während der Projektlaufzeit weitere Fortschritte erzielt. So wurde 2021 ein neues, autonomes Shuttleangebot in Soest über das BMVI-Forschungsprojekt „Sofia“ im Rahmen der „Ride4all - Inklusion per Shuttle“-Initiative gestartet (BMVI, 2021). Insgesamt laufen laut dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) demnach 59 Projekte zu autonomen Shuttlebussen in Deutschland (VDV, 2021). Eine Übersicht über die Standorte der Projekte kann der Abbildung 28 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** entnommen werden. Auch seitens Güterverkehr wird weiter in Richtung autonomer Belieferung geforscht, wie beispielsweise die Übernahme des Robo-Taxi-Herstellers „Zoox“ durch Amazon zeigt (Auto Motor Sport, 2020). Aber auch auf Bundes- und Landesebene wird in Deutschland verstärkt der Fokus auf diesen Bereich der Forschung gelegt, so z.B. im angestrebten Reallabor Baden-Württemberg der Arbeitsgruppen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft zum automatisierten Güter- und Lieferverkehr (Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden-Württemberg, 2021). In einem Discussion Paper der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V (FFE) (2021) wurden zudem die energiewirtschaftlichen Auswirkungen autonomer Fahrtechnologie auf den Verkehrssektor untersucht. Während die Untersuchung Personen- und Warenverkehr getrennt betrachtet, können in einem Personenverkehrsszenario Energieverbräuche, Emissionen und Gesamtkosten erheblich reduziert werden. Innerhalb des Güterverkehrs gilt einerseits das Gleiche, jedoch inkludiert dieses Szenario die Möglichkeit eines Modal Shifts von der Schiene zur Straße durch kostengünstigere und flexiblere Lieferungsmöglichkeiten durch autonome Lkw und macht darauf aufmerksam, dass dadurch Energiebedarfs-, Emissions- und Kostenerhöhungen die Folge sein können (FFE, 2021). Eine kombinierte Untersuchung liegt nicht vor. Lediglich ein neues, laufendes Projekt mit kombiniertem Ansatz konnte identifiziert werden, allerdings befasst sich Projekt „AVATAR“ mit autonomen Stadtschiffen zum Transport von Personen und Gütern, weshalb eine Übertragung auf ländlichen Straßenverkehr nicht möglich ist (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 2021)



Abbildung 28: Projekte zu autonomen Shuttlebussen in Deutschland (VDV 2021)

## 2.7 Begleitforschung und Veröffentlichungen

Die Veröffentlichung der Projektergebnisse erfolgt einerseits auf den Webseiten der Hochschulen, zudem in der Technische Informationsbibliothek (TIB) Hannover sowie der mCLOUD:

### Logistikmodell Hildesheim

[https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group\\_ige-iplug-mcloud/4D254769-69FC-4187-9015-9620DE1B5A75/Kombinom\\_Logistikmodell\\_LK-HI.csv](https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group_ige-iplug-mcloud/4D254769-69FC-4187-9015-9620DE1B5A75/Kombinom_Logistikmodell_LK-HI.csv)

### Logistikmodell Lahn-Dill

[https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group\\_ige-iplug-mcloud/8AF00896-FB72-43BC-8DDB-FED9254384C5/Kombinom\\_Logistikmodell\\_LK-Lahn-Dill.csv](https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group_ige-iplug-mcloud/8AF00896-FB72-43BC-8DDB-FED9254384C5/Kombinom_Logistikmodell_LK-Lahn-Dill.csv)

### Mobilitätsmodell Hildesheim

[https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group\\_ige-iplug-mcloud/8817AC68-2CC3-4E14-900B-E20C909F941F/Kombinom\\_Mobilit%C3%A4tsmodell\\_LK-HI.csv](https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group_ige-iplug-mcloud/8817AC68-2CC3-4E14-900B-E20C909F941F/Kombinom_Mobilit%C3%A4tsmodell_LK-HI.csv)

### Mobilitätsmodell Lahn-Dill

[https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group\\_ige-iplug-mcloud/8817AC68-2CC3-4E14-900B-E20C909F941F/Kombinom\\_Mobilit%C3%A4tsmodell\\_LK-Lahn-Dill.csv](https://editor.mcloud.de/ingrid-portal-mdek-application/rest/document/ingrid-group_ige-iplug-mcloud/8817AC68-2CC3-4E14-900B-E20C909F941F/Kombinom_Mobilit%C3%A4tsmodell_LK-Lahn-Dill.csv)

Auch wurden erste Ergebnisse als Teil einer kumulativen Promotion im Tagungsband der ASIM-Fachtagung veröffentlicht und dort einem breiten Publikum aus Wissenschaft und Praxis vorgestellt, das Berichtsblatt ist Anlage V zu entnehmen (Staritz et al., 2021). In der Begleitforschung, wurde das Projekt Kombinom bereits auf dem 3. Forum Leine Weser zum Thema „Mobilität der Zukunft gestalten“ präsentiert. Zudem werden die Ergebnisse im Format „Mobilität 2100“ zum Thema autonomes Fahren, sowie auf der mFUND Konferenz vom 19.10.2021 präsentiert. Weitere Veröffentlichungen sind geplant.

### III. Quellenverzeichnis

- ADAC; IGES (2016): Mobilität sichert Entwicklung - Herausforderungen für den ländlichen Raum; online verfügbar unter <https://www.adac.de/-/media/pdf/vek/fachinformationen/urbane-mobilitaet-und-laendlicher-verkehr/mobilitaet-sichert-entwicklung-laendlicher-raum-adac-studie.pdf>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Alam, M. J.; Habib, M. A. (2018): Investigation of the Impacts of Shared Autonomous Vehicle Investigation of the Impacts of Shared Autonomous Vehicle Operation in Halifax, Canada Using a Dynamic Traffic Microsimulation Model. *Procedia Computer Science*, 130, S. 496–503.
- Auto Motor Sport (2020): Autonomes Robo-Taxi für Mensch und Paket; online verfügbar unter <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/amazon-zoox-autnome-transporter/>; zuletzt aufgerufen am 12.08.2021.
- AVENUE (2020): European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme; online verfügbar unter <https://h2020-avenue.eu/summery/>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Azevedo, C. L.; Marczuk, K.; Raveau, S.; Soh, H.; Adnan, M.; Basak, K.; Loganathan, H.; Deshmunkh, N.; Lee, D.-H.; Frazzoli, E.; Ben-Akiva, M. (2016): Microsimulation of Demand and Supply of Autonomous Mobility On Demand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2564(1), S. 21–30.
- Bauer, G. S.; Greenblatt, J. B.; Gerke, B. F. (2018): Cost, Energy, and Environmental Impact of Automated Electric Taxi Fleets in Manhattan. *Environmental science & technology*, S. 4920–4928.
- Beirigo, B.; Schulte, F.; Negenborn, R. (2018): Integrating People and Freight Transportation Using Shared Autonomous Vehicles with Compartments. *IFAC-PapersOnLine*, 51(9), S. 392–397.
- Bross, F. (2021): Der ländliche Raum; online verfügbar unter [http://fabianbross.de/l%C3%A4ndlicher\\_raum.html](http://fabianbross.de/l%C3%A4ndlicher_raum.html); zuletzt aufgerufen am 21.07.2021.
- BBSR (2012): Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR. *Analysen Bau.Stadt.Raum*, Band 6.
- BBSR (2021a): Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Städtischer und Ländlicher Raum; online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/kreise/staedtischer-laendlicher-raum/kreistypen.html>; zuletzt aufgerufen am 23.07.2021.
- BBSR (2021b): Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Siedlungsstrukturelle Kreistypen; online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/kreise/siedlungsstrukturelle-kreistypen/kreistypen.html;jsessionid=0AF1B0C1035A3B88FC022ED9562D486E.live21301?nn=2544954>; zuletzt aufgerufen am 23.07.2021.
- BBSR (2021c): Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Raumtypen 2010; online verfügbar unter [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010\\_vbg/Raumtypen2010\\_alt.html](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010_vbg/Raumtypen2010_alt.html); zuletzt aufgerufen am 23.07.2021.
- BBSR (2021d): Laufende Raumbbeobachtung – Raumabgrenzungen Stadt-Land-Regionen; online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/regionen/StadtLandRegionen/StadtLandRegionen.html>; zuletzt aufgerufen am 23.07.2021.
- Bergold, J.; Thomas, S. (2020): Partizipative Forschung. In: Mey, G.; Mruck, K. (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie – Band 2: Design und Verfahren*. 2.Aufl., Springer, Wiesbaden, S. 113-134.
- Birke, P.; Mayer-Ahuja, N. (2017): Sekundäranalyse Qualitativer Sekundärdaten; in: Liebig, S.; Matiaske, W.; Rosenbohm, S. (Hrsg.): *Handbuch Empirische Organisationsforschung*. Wiesbaden.
- BMEL (2016): Bericht der Bundesregierung zur Entwicklung der ländlichen Räume 2016; online verfügbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_laendliche-Regionen/Regierungsbericht-Laendliche-Raeume-2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_laendliche-Regionen/Regierungsbericht-Laendliche-Raeume-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=3); zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- BMVI (2016): Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen - Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen; online verfügbar unter [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-neu.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-neu.pdf?__blob=publicationFile); zuletzt aufgerufen am 26.07.2021.
- BMVI (2018a): Sicherung von Versorgung und Mobilität - Strategien und Praxisbeispiele für gleichwertige Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen; online verfügbar unter

[https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/abschlussbericht-versorgung-mobilitaet-laendlicher-raum.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/abschlussbericht-versorgung-mobilitaet-laendlicher-raum.pdf?__blob=publicationFile); zuletzt aufgerufen am 26.07.2021.

- BMVI (2021): Ride4All – Entwicklung eines integrierten und inklusiven Verkehrssystems für autonom fahrende Busse; online verfügbar unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/AVF-projekte/ride4all.html>; zuletzt aufgerufen am 12.08.2021.
- Bortz, J.; Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation*. 4. Aufl., Springer.
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (2021): AVATAR - Nachhaltiger städtischer Güterverkehr mit autonomen Null-Emissions-Schiffen; online verfügbar unter <https://uol.de/sao/projekte/avatar>; zuletzt aufgerufen am 12.08.2021.
- Chen, D.; Kockelman, K.; Hanna, J. (2016): Operations of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: Implications of vehicle & charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, S. 243–254.
- Drinkmann, A. (1990): *Methodische Untersuchungen zur Metaanalyse*. Deutscher Studien Verlag, Weinheim.
- Fagnant, D. J.; Kockelman, K. M. (2014): The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, S. 1–13.
- FfE (2021): *Energiewirtschaftliche Auswirkungen autonomer Fahrtechnologie auf den Verkehrssektor*. FfE Discussion Paper 2021-01.
- FGSV (2009): *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung RIN*. Ausgabe 2008, FGSV-Verlag, Köln.
- Glass, G.V. (1976): Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5, S. 3-8.
- Götting KG (2013): *Abschlussbericht des Forschungsprojekts „SaLSA - sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich“*; online verfügbar unter <https://www.goetting.de/news/2013/salsa-abschluss>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Götz, K.; Stein, M. (2018): Freizeitmobilität und-verkehr. In *Verkehrspolitik* (pp. 323-346). Springer VS, Wiesbaden.
- Grabski-Kieron, U. (2007): Geographie und Planung ländlicher Räume in Mitteleuropa; in: Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U. & Reuber, P. (Hrsg.): *Geographie - Physische Geographie und Humangeographie*. München, S. 602-615.
- Guba, E.G.; Lincoln, Y.S. (1989): *Fourth generation evaluation*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Häder, M. (2014): *Delphi-Befragungen - Ein Arbeitsbuch*. Springer VS, Wiesbaden.
- HUB CHAIN (2021): *Konzept*; online verfügbar unter <https://www.hubchain.de/projektvorhaben/konzept/>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Hussy, W.; Schreier, M.; Echterhoff, G. (2013): *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg.
- Huwer, U. (2003): *Kombinierte Mobilität gestalten - Die Schnittstelle ÖPNV – CarSharing*; online verfügbar unter <https://d-nb.info/96728273X/34>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Hyland, M.; Mahmassani, H. (2018): Dynamic autonomous vehicle fleet operations: Optimization-based strategies to assign AVs to immediate traveler demand requests. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 92, S. 278–297.
- I-AT (o.J.): *I-AT Interreg Automated Transport*; online verfügbar unter <https://www.i-at.eu/iatdeutsch>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Iacobucci, R.; McLellan, B.; Tezuka, T. (2019): Optimization of shared autonomous electric vehicles operations with charge scheduling and vehicle-to-grid. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 100, S. 34–52.
- Infas (2019): *Mobilität in Deutschland – MiD – Ergebnisbericht*; online verfügbar unter [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf); zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Institut für Kulturgeographie, Stadt- und Regionalforschung (2000): *Regionalatlas Rhein-Main: Natur – Gesellschaft – Wirtschaft*. Rhein-Mainische Forschungen Heft 120.
- International Association of Public Transport (o.J.): *SHOW*; online verfügbar unter <https://show-project.eu/objectives/>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Interreg (o.J.): *TERMINAL*; online verfügbar unter <https://terminal-interreg.eu>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- ioki (2019): *Ein Jahr ioki Hamburg: innovativer Shuttle-Service erfolgreich etabliert*; online verfügbar unter <https://ioki.com/ein-jahr-ioki-hamburg-innovativer-shuttle-service-erfolgreich-etabliert/>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.

- Jaeger, B.; Brickwedde, C.; Lienkamp, M. (2018): Multi-Agent Simulation of a Demand-Responsive Transit System Operated by Autonomous Vehicles. *Transportation Research Record*, S. 764–774.
- Jones, E.; Leibowicz, B. (2019): Contributions of shared autonomous vehicles to climate change mitigation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 72, S. 279–298.
- Kardoff, E.v.; Schönberger, C. (2020): Qualitative Evaluationsforschung; in: Mey, G.; Mruck, K. (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. 2. Auflage, Wiesbaden.
- Kenia, D. (1995): *Improving Group Decisions: Designing and Resting Techniques for Group Decision Support Systems Applying Delphi Principles*. Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Kondor, D.; Zhang, H.; Tachet, R.; Santi, P.; Ratti, C. (2019): Estimating Savings in Parking Demand Using Shared Vehicles for Home–Work Commuting. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(8), S. 2903–2912.
- König, J. (2000): *Einführung in die Selbstevaluation*. Lambertus, Freiburg.
- Krätke, S. (1995): Die vielfach geteilte Stadt - Sozialökonomische Spaltungen im Innern der Städte. *Stadt / Raum / Ökonomie: Stadtforschung aktuell*, 53.
- Krueger, R.; Rashidi, T. H.; Rose, J. M. (2016): Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 69, S. 343–355.
- Küpper, P. (2016): Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume - Thünen Working Paper 68; online verfügbar unter [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn057783.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn057783.pdf); zuletzt aufgerufen am 23.07.2021
- Küpper, P. (2020): Was sind eigentlich ländliche Räume?; online verfügbar unter <https://m.bpb.de/izpb/laendliche-raeume-343/312687/was-sind-eigentlich-laendliche-raeume>; zuletzt aufgerufen am 21.07.2021.
- Linstone, H.A.; Turoff, M. (1975): *The Delphi Method: Techniques and Applications*. London Reading, Addison-Wesley.
- Loeb, B.; Kockelman, K.; Liu, J. (2018). Shared autonomous electric vehicle (SAEV) operations across the Austin, Texas network with charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 89, S. 222–233.
- Ma, J.; Li, X.; Zhou, F.; Hao, W. (2017): Designing optimal autonomous vehicle sharing and reservation systems: A linear programming approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 84, S. 124–141.
- Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden-Württemberg (2021): Chancen für autonomes Fahren im Güter- und Warenverkehr; online verfügbar unter: <https://im.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse-und-oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilung/pid/chancen-fuer-autonomes-fahren-im-gueter-und-warenverkehr/>; zuletzt aufgerufen am 12.08.2021.
- Moerner, M. von. (2018). *Sammelerkehr mit autonomen Fahrzeugen im ländlichen Raum [Dissertation]*. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.
- Narayanan, S.; Chaniotakis, E.; Antoniou, C. (2020): Shared autonomous vehicle services: A comprehensive review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, S. 255–293.
- Northern Periphery Programme (2012): RTS – Rural Transport Solutions 4.5; online verfügbar unter <https://www.northernperiphery.eu/en/projects/show/&tid=70>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Pavone, M. (2015): Autonomous Mobility-on-Demand Systems for Future Urban Mobility. In M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Hg.), *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* (S. 399–416). Springer Berlin Heidelberg.
- Phillips, N.; Hardy, C. (2002): *Discourse Analysis - Investigating Processes of Social Construction*. Sage, Thousand Oaks.
- Pillac, V.; Gendreau, M.; Guéret, C.; Medaglia, A. (2013): A review of dynamic vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 225(1), S. 1–11.
- raumkom Institut für Raumentwicklung und Kommunikation (o.J.): *Innovation mit Tradition*; online verfügbar unter <http://kombibus.de/prinzip>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Röbken, H.; Wetzels, K. (2019): *Qualitative und quantitative Forschungsmethoden*; 7. Auflage; Oldenburg (2019).
- Schmidt, W. (2017): Dokumentenanalyse in der Organisationsforschung; in: Liebig, S.; Matiaske, W.; Rosenbohm, S. (Hrsg.): *Handbuch Empirische Organisationsforschung*. Wiesbaden.
- Scriven, M. (2011): Evaluating evaluations - A meta-evaluation checklist; online verfügbar unter [http://michaelscriven.info/images/EVALUATING\\_EVALUATIONS\\_8.16.11.pdf](http://michaelscriven.info/images/EVALUATING_EVALUATIONS_8.16.11.pdf); zuletzt aufgerufen am 28.07.2021.

- Seeger, T. (1979): Die Delphi-Methode: Expertenbefragungen zwischen Prognose und Gruppenmeinungsbildungsprozessen: Überprüft am Beispiel von Delphi-Befragungen im Gegenstandsbereich Information und Dokumentation. Hochschulverlag Freiburg, Freiburg.
- Selvini Palazzoli, M.; Anolli, L.; Di Blasio, P.; Gioi, L.; Pisano, J.; Ricci, C. (1984): Hinter den Kulissen der Organisation. Klett-Cotta, Stuttgart.
- Shen, Y.; Zhang, H.; Zhao, J. (2018): Integrating shared autonomous vehicle in public transportation system: A supply-side simulation of the first-mile service in Singapore. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, S. 125–136.
- Simoni, M.; Kockelman, K.; Gurumurthy, K.; Bischoff, J. (2019): Congestion Pricing in a World of Self-driving Vehicles an analysis of different Strategies in alternative future Scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, S. 167–185.
- Sinz, M. (1995): Region; in: ARL (Hrsg.): *Handwörterbuch der Raumordnung*. Hannover, S. 805-808.
- Sohjoa, B. (2020): Starting Your Own Pilot; online verfügbar unter <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/346329/OIVA%2024%20Sohjoa%20Baltic%20Starting%20Your%20Own%20Pilot.pdf?sequence=2&isAllowed=y>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Stadt Iserlohn (o.J.): a-BUS Iserlohn - New Mobility Lab; online verfügbar unter <https://www.iserlohn.de/wirtschaftsstadtentwicklung/stadtentwicklung/a-bus-iserlohn>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Staritz, J.; Auf der Landwehr, M.; Trott, M.; von Viebahn, C. (2021): Entwicklung eines anwendungsorientierten Bausteinkastens zur Simulation kombinierter Transportmodelle mittels autonomer Fahrzeuge. In *Simulation in Produktion und Logistik 2021*, herausgegeben von Jörg Franke und Peter Schuderer, S. 525–534. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Statista (2021): Transportaufkommen im Straßenverkehr in Deutschland bis 2024; online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/205940/umfrage/prognose-zum-transportaufkommen-im-strassenverkehr-in-deutschland/>; zuletzt aufgerufen am 05.09.2021.
- Strauss, H.J.; Zeigler, L.H. (1975): The Delphi Technique and Its Uses in Social Science Research. In: *The Journal of Creative Behavior*, 9(4), S. 253-259.
- Technische Universität Berlin (o.J.): AutoNV-OPR – das Vorhaben; online verfügbar unter <https://www.autonv.de/forschungsvorhaben/>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Technische Universität München (2018): Abschlussbericht des Projekts „Schlussbericht OTS 1.0 - Optimiertes Transportsystem Basierend auf selbstfahrenden Elektrofahrzeugen“; online verfügbar unter <https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2019-01/OTS%201.0%20Abschlussbericht.pdf>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Toyota Deutschland GmbH (2021): e-Palette; online verfügbar unter <https://www.toyota.de/startyourimpossible/e-palette>; zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.
- Unger, H.v. (2014): *Partizipative Forschung - Einführung in die Forschungspraxis*. Springer VS, Wiesbaden.
- VDV (2021): Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland; online verfügbar unter <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>; zuletzt aufgerufen am 12.08.2021.
- Wadsworth, Y. (1998): What is Participatory Action Research?. In: *Action Research International*, Paper 2; online verfügbar unter: <http://www.aral.com.au/ari/p-ywadsworth98.html>; zuletzt aufgerufen am 09.09.2021.
- Wenninger, G. (Hrsg.) (2000): *Lexikon der Psychologie*. Band 1 bis 5, Spektrum, Heidelberg Berlin.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2006): Abschlussbericht des Forschungsprojekts „MultiBus – Das Nahbussystem für den ländlichen Raum“; online verfügbar unter [https://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/MultiBus\\_Schlussbericht.pdf](https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MultiBus_Schlussbericht.pdf); zuletzt aufgerufen am 04.08.2021.

## IV. Anlagen

### i. Übersicht der Vergleichsprojekte

Projekttitle	Zeitraum	Land	Untersuchungsgebiet	autonome Fahrzeuge?	kombinierter Transport?	ländlicher Raum?	on-demand?
MultiBus	11/2001 - 09/2005	Deutschland	Nähe Wuppertal (Gangelt, Seifkant, Waldfeucht)		x	x	x
MULI (Buslorry with multiple use goods and passenger transport) EU-Projekt	1998/1999	Deutschland und Schweden	Berlin und Schweden		x		
SHOW - Shared automation Operating models for Worldwide adoption	2020 - 2024	Europa	20 Städte in ganz Europa (u.a. in DE, SP, AU, IT,...)	x	(x)		x
ioki-Shuttle Hamburg / Reallabor : ReallabHH (10 Teilprojekte)	07/2020 - 12/2021	Deutschland	ländl. Raum um Hamburg (Lurup, Osdorf, Billbrook, Ahrensburg, Storman, Südereibe/Winsen)	x		x	x
iMona (intelligente Mobilität und Nahversorgung für den Landkreis Freyung-Grafenau	03/2017 - 03/2021	Deutschland	LK Freyung-Grafenau			x	x
KombiBus	seit 2012	Deutschland	Uckermark		x	x	
MoLa.opt	05/2016 - 04/2017	Deutschland	Hessen			x	(x)
Hub Chain	2018 - 2020	Deutschland	Ländlicher Raum, Osnabrück und Eide-Quellgebiet	x		x	x
AutoNV-opr	2018 - 06/2020	Deutschland	Umland Berlin (Wusternhausen/Dosse)	x		x	x
AVENUE (EU-founded)	05/2018 - 04/2022	Europa	Genf, Lyon, Kopenhagen und Luxemburg	x			x
Sohjoa Baltic Project	10/2017 - 09/2020	Finland, Estonia,Sweden, Latvia, Poland, Norway and Denmark	Large scale: Helsinki, Tallinn, Kongsberg	x			(x)
OTS 1.0	2017 - 2018	Deutschland	Small scale: Gdansk, Zerngale, Vejle (cancelled)	x			(x)
I-AT	2018 - 2021	Deutschland	Gelände der Simens AG in München perlach	x			(x)
a-BUS Iserlohn - New Mobility Lab	seit 05/2020	Deutschland	Aachen	x	(x)	x	
FABULOUS	04/2018 - 10/2020	Norway, Finland, Estonia, Greece, Netherland	Iserlohn	x			
TERMINAL	01/2019 - 12/2021	Deutschland, Frankreich, Luxemburg	Gjesdal, Helsinki, Tallinn, Lamia, Helmond	x		x	x
Garantiert mobil!	08/2017 - 09/2019	Deutschland	Überherrn (bei Saarlsruhe)	x		x	x
Hopper	seit 06/2019	Deutschland	Odenwaldkreis			x	x
MainzRIDER	2020	Deutschland	Offenbach			x	x
MOD	seit 10/2016	USA	Mainz	x			x
PERHT - Parking Green Services for Better Environment in Historic Towns	10/2012 - 03/2016	Italien	Washington			x	
URBeLOG - Urban Electronic Logistics	06/2015 - 12/2017	Italien	Treviso				x
IRMA - Integrated Real-time Mobility Assistant	2011 - 2014	Italien	Mailand, Turin		(x)		(x)
Kombinierte Mobilität gestalten: Die Schnittstelle ÖPNV – CarSharing	2000 - 2003	Deutschland	Italien				(x)
marion - Mobile autonomous, cooperative robots in complex value chains	08/2010 - 07/2013	Deutschland	Mannheim, Aachen		x	(x)	x
Salsa - Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich	03/2010 - 04/2013	Deutschland	Bremen	x			
Decentralized, agent-based self-control of automated guide vehicle systems	07/2011 - 06/2013	Deutschland	Göttingen	x	x		
ITS - Intelligent Transport Systems	seit 10/2016	Griechenland	Hannover	x			
SMARTA - Smart rural transport areas	seit 03/2020	Europa	Attiki, Kentriki Makedonia, Kriti	x		x	x
SMARTA 2 - Sustainable Rural Mobility	seit 09/2020	Europa	Alle Mitgliedsstaaten der EU			x	x
Innovationen für die Zukunft logistischer Transportdienstleistungen in ländlich geprägten Räumen in Baden-Württemberg	01/2020 - 01/2021	Deutschland	Tirol, Trikala, Agueda, Brasov	(x)		x	
Landlogistik - Landlogistik für das Land Brandenburg	12/2016 - 06/2018	Deutschland	Baden-Württemberg			x	
RTS - Rural Transport Solutions 4.5	09/2009 - 08/2012	Europa	Brandenburg		x	x	(x)
			Finland, Schweden, Schottland, Island		x	x	

## ii. Datenübersicht

Kategorie	Unterkategorie	Information	Datenformat	vorhanden Hessen	vorhanden Nieders.	Forschungsdesign der Datenerhebung	Erhebungsmethode / Auswertungsverfahren	Ergebnisse (Roh-)Daten	Kosten frei Erwerb	bestehender Zugang frei auf Anfrage	Quelle
Logistik	Operationen	KEP Touren timings	CSV	(X)	(X)	Deskriptive Feldforschung [unternehmensintern]	Beobachten; Messen; Inferenzstatistik; Deskriptivstatistik	X	X	X	Studie, KEP-Dienstleister (prinzipiell Daten vorhanden, ggf. mit NDA)
Logistik	Planung	KEP Sendungsvolumen	CSV	X	X	[unternehmensintern]	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	X	Daten von drei großen KEP-Dienstleistern
Logistik	Operationen	KEP Kostenstruktur	Spreadsheet	(X)	(X)	[unternehmensintern]	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	(X)	X	(X)	Kostenaufteilung von KEP-Dienstleister
Logistik	Operationen	Personalkosten	Spreadsheet	(X)	(X)	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Inferenzstatistik	X	X	X	Studien, Tarifvergütungen
Verhalten/Mobilität	On-Demand	Nutzung Anrufmientaxi	CSV	(X)	(X)	[unternehmensintern]	Deskriptivstatistik	X	X	X	ÖPNV-Betreiber (auf Anfrage)
Verhalten/Mobilität	On-Demand	Nutzung Rufbus	CSV	(X)	(X)	[unternehmensintern]	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	X	ÖPNV-Betreiber (auf Anfrage)
Mobilität	ÖPNV	Fahrpläne	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Computergestützte Auswertung	X	X	X	ÖPNV-Betreiber (Webseite, App, auf Anfrage)
Mobilität	ÖPNV	Fahrgastzählung	CSV	X	X	Feldforschung	Beobachten; Messen	X	X	X	ÖPNV-Betreiber (auf Anfrage)
Mobilität	ÖPNV	Preise	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptivstatistik	X	X	X	ÖPNV-Betreiber (auf Anfrage)
Mobilität	ÖPNV	Auslastung	Zu erheben	X	X	Deskriptive Feldforschung	Beobachten; Messen	X	X	X	Experteninterviews; Studie
Mobilität	ÖPNV	Kosten	Zu erheben	X	X	[unternehmensintern]	Deskriptivstatistik	(X)	X	(X)	ÖPNV-Betreiber; Studie
Geografisch	Verortung	koordinatengenaue Verortung	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Computergestützte Auswertung	X	X	X	Google Maps, OpenStreetMaps, Handelsregister, Bundesgeoportale
Verhalten	Bevölkerung	Untersuchungsgebiete	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	(X)	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Haushalte (Demografie, ökon. Status, Ausstattung)	CSV	X	X	Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Personen (Verkehrsmittelnutzung, Mobilität, Einkaufen, Zufriedenheit)	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Wege (Wege Zweck, Begleiter)	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Auto (Wege, Fahrzeit, Personen)	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Reisen (Übernachtungen, Verkehrsmittel, Personen)	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	MID 2017
Verhalten	Bevölkerung	Mobilitätsbefragung Hildesheim (Mobilitätsströme, Verkehrsmittel)	CSV	(X)	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse; Umfrageforschung	Deskriptiv- & Inferenzstatistik; Codierung; Befragung; Datenerhebung (Internet)	X	X	X	Studie
Mobilität	Mobifunktaten	Kreis Hannover und Hildesheim	GeoJSON; Shapefile; CSV	X	X	Deskriptive Feldforschung; [unternehmensintern]	Beobachten; Messen; Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	Kauf bei Anbietern von Mobifunktaten und Datenmodellierung
Mobilität	Mobifunktaten	deutschlandweit (Mobilitätsströme)	Zu erheben	X	X	Deskriptive Feldforschung; [unternehmensintern]	Beobachten; Messen; Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X		Kauf bei Anbietern von Mobifunktaten und Datenmodellierung
Mobilität	On-Demand	Kosten SAV-Betrieb	Spreadsheet	(X)	(X)	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	X	Studie; Projekte
Mobilität	On-Demand	Kostenstruktur, Kosten/km	Spreadsheet	(X)	(X)	Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	Angebotsanfrage bei Anbietern
Geografisch	Verortung	Standorte Verteilzentren KEP-Dienstleister	GeoJSON; Shapefile; CSV	X	X	[unternehmensintern]	Angebote	X	X	X	Maps, KEP-Dienstleister (Webseite, auf Anfrage)
Verhalten/Logistik	Planung	Lieferpräferenzen	Spreadsheet	(X)	(X)	Sekundäranalyse	Computergestützte Auswertung Befragung; Datenerhebung (Internet)	X	X	X	Studie
Verhalten	On-Demand	Nutzerzufriedenheit On-Demand / autonome Fahrzeuge	Spreadsheet	(X)	(X)	Umfrageforschung	Befragung; Datenerhebung (Internet)	X	X	X	Studien
Verhalten	Bevölkerung	Demografiedaten	CSV	X	X	Dokumenten- & Sekundäranalyse	Deskriptivstatistik	X	X	X	statistisches Bundesamt, Landkreise, MID
Mobilität	On-Demand	Taxi Tourengewinnung, Kundenstruktur	Spreadsheet	(X)	(X)	Umfrageforschung; Dokumentenanalyse	Befragung; Datenerhebung (Internet); Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	(X)	Taxigutachten Rheingau-Taunus-Kreis
Mobilität/Logistik	Modellierung	On-Demand Nachfragemodell	CSV	X	X	Sekundäranalyse	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	X	Ergebniskonsolidierung
Mobilität/Logistik	Modellierung	On-Demand Betriebsmodell	CSV, JPEG	X	X	Datenmodellierung	Deskriptiv- & Inferenzstatistik	X	X	X	Ergebniskonsolidierung
						Konzeptmodellierung	Qualitative Inhaltsanalyse	X	X	X	



### iii. Strukturelle Daten der Untersuchungsquartiere und Datenmodelle

Landkreis Hildesheim				Landkreis Lahn-Dill			
ID	Ort	PLZ	Centroid	ID	Ort	PLZ	Centroid
100	Schulenburg	30982	52.2178899953493, 9.80134657179076	200	Siegbach	35768	50.7786220115797, 8.44432497789096
101	Schulenburg	30982	52.2096797425936, 9.76658400537717	201	Siegbach	35768	50.7549319477124, 8.41060326134878
102	Schulenburg	30982	52.1922564441507, 9.76714444604196	202	Mittenaar	35756	50.6941466004114, 8.37877568001567
103	Schulenburg	30982	52.2220543676674, 9.76734448354342	203	Hohenahr	35644	50.6599249776897, 8.49301624113484
104	Nordstemmen	31171	52.1930421029372, 9.80476216888361	204	Hohenahr/ Bischoffen	35644/ 35649	50.7048839410841, 8.45019901585671
105	Nordstemmen	31171	52.1911345956868, 9.83303144609907	205	Bischoffen	35649	50.7266188414746, 8.51663770701892
106	Nordstemmen	31171	52.1848751115112, 9.72529647621661	206	Mittenaar	35756	50.6843467300263, 8.36609394982497
107	Nordstemmen	31171	52.1781364963534, 9.82348476259231	207	Bischoffen	35649	50.7058196171838, 8.50977447382352
108	Nordstemmen	31171	52.1689483905969, 9.77995154823234	208	Mittenaar	35756	50.6688097408212, 8.42437698382161
109	Nordstemmen	31171	52.1711304028603, 9.8025240322844	209	Siegbach	35768	50.721654338149, 8.42507709539698
110	Nordstemmen	31171	52.163662226936, 9.84061526049035	210	Mittenaar	35756	50.6987097600285, 8.41486463069382
111	Nordstemmen	31171	52.1477689316124, 9.81008809726724	211	Hohenahr/ Bischoffen	35644/ 35649	50.6969335483891, 8.48561053545862
112	Nordstemmen	31171	52.1595007188463, 9.77950826404951	212	Siegbach	35768	50.7342972191448, 8.40667988640898
113	Nordstemmen	31171	52.1577784652488, 9.78788370970949	213	Hohenahr	35644	50.674245246644, 8.52725104663452
114	Nordstemmen	31171	52.1598825500409, 9.7866102719082	214	Bischoffen	35649	50.6984231183131, 8.53413359948555
115	Nordstemmen	31171	52.1437252525582, 9.84484510226829	215	Hohenahr	35644	50.6520029625788, 8.51624401666816
116	Nordstemmen	31171	52.1395285692064, 9.76590387224889	216	Mittenaar	35756	50.690246228212, 8.38456035072599
117	Nordstemmen	31171	52.1537927775213, 9.78513478206008	217	Siegbach	35768	50.7348292472671, 8.41585513059424
118	Nordstemmen	31171	52.1447288734215, 9.79589526088116	218	Hohenahr	35644	50.6795966019263, 8.45901455591261
119	Sarstedt	31157	52.2578686207572, 9.8761781324997				
120	Sarstedt	31157	52.2485792620591, 9.86054857832161				
121	Sarstedt	31157	52.2404846611481, 9.84297394419157				
122	Sarstedt	31157	52.2428151780878, 9.85584337378272				
123	Sarstedt	31157	52.2419086710995, 9.88039279913609				
124	Sarstedt	31157	52.2412363867036, 9.86501371141768				
125	Sarstedt	31158	52.239334511963, 9.85143468664446				
126	Sarstedt	31159	52.2359274186999, 9.87693134696087				
127	Sarstedt	31160	52.2373091929391, 9.85207587959773				
128	Sarstedt	31161	52.2339628188219, 9.85935446268444				
129	Sarstedt	31162	52.2290772847582, 9.84126383336338				
130	Sarstedt	31163	52.2358954023715, 9.86577348071539				
131	Sarstedt	31164	52.2271411302949, 9.82860365055137				
132	Sarstedt	31165	52.2249368186329, 9.8550216502259				
133	Sarstedt	31166	52.2212532635568, 9.8423308862383				
134	Sarstedt	31167	52.2120364653311, 9.83988884768863				
135	Sarstedt	31168	52.2414220308146, 9.90024629501277				
136	Sarstedt	31169	52.2578430526592, 9.84655024394167				
137	Sarstedt	31170	52.2529036521256, 9.91438139276506				
138	Sarstedt	31171	52.2500657830611, 9.82114439199177				
139	Sarstedt	31172	52.2364770761574, 9.80023158580617				

Tabelle 65: Kacheldetails der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung)

Kachel	Apotheke	Arbeitgeber Gewerbe	Arbeitgeber Industrie	Arbeitgeber Land	Arzt	Bahnhof	Bank	Baumarkt	Bestatter	Denkmäler	Fahrschule	Fitnessstudio	Friedhof	Gebr.-wagenhändler	Haltestelle	Hotel	Kindergarten	Kirche	Ladengeschäft	Post	Regierungsgebäude	Restaurant	Schönheitssalon	Schule	Spielhalle	Supermarkt	Tankstelle	Verein	Wohnhaus	
100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	204	
101	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	8	1	0	0	0	78	0	0	0	1	163	
102	1	5	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	9	1	0	3	0	29	0	1	0	2	622	
103	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	86	
104	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	2	0	31	0	0	0	1	210	
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	2	278	
106	0	4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	0	6	0	0	0	0	80	0	0	0	1	315	
107	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0	1	0	3	226	
108	0	2	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	117	
109	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	203
110	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158
111	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	318	
112	1	3	0	0	3	0	1	2	0	0	1	0	0	0	2	2	0	1	15	2	0	5	0	0	0	2	0	3	168	
113	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	231	
114	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	250	0	0	0	1	101	
115	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174
116	0	6	4	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	342
117	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	2	0	1	297	
118	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	175
119	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	421	
120	0	5	17	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	16	0	0	1	0	0	0	1	0	0	228	
121	1	6	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	1	23	0	0	8	0	200	0	1	0	8	159	
122	0	10	15	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	569	0	0	0	0	234	
123	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	
124	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	363
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	377
127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
128	1	9	0	0	9	1	6	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	2	26	2	0	17	0	382	0	3	0	5	484	
129	0	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	12	0	0	2	0	0	0	2	0	2	200	
130	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	252	
131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	51	
132	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	157
133	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	217
134	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162
135	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
136	0	2	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	265
137	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	164
138	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	88	
139	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	180	
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
201	0	3	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	395
202	0	7	11	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3	6	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	301
203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268
204	0	4	1	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	393	
205	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113

<b>206</b>	0	5	20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	1	1	1	2	0	4	562
<b>207</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	158
<b>208</b>	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	132
<b>209</b>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	183
<b>210</b>	0	7	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	1	0	0	0	2	1	3	492
<b>211</b>	1	7	4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	5	0	0	1	0	1	0	1	0	641
<b>212</b>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	51
<b>213</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	649
<b>214</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	2	0	0	0	152
<b>215</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286
<b>216</b>	1	6	16	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	307
<b>217</b>	0	6	6	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	3	0	1	0	0	0	371
<b>218</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291

Tabelle 66: Verortungsdetails der Untersuchungsgebiete (Eigene Darstellung)

## iv. Erfolgskontrollbericht

FKZ: **19F1072A**

### 1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen, auch zwecks Evaluierung von Förderprogrammen/-schwerpunkten/-konzepten

Das Forschungsvorhaben „Kombinom“ analysiert das Potential bzgl. der Verarbeitung, Generierung und Aufbereitung von Fachdaten aus dem Bereich des Personenverkehrs und der Logistik im ländlichen Raum hinsichtlich einer vollumfänglichen Simulation kombinierter Verkehrskonzepte. Durch die geschaffene Datengrundlage können fundierte Simulationsmodelle entwickelt und Simulationsstudien durchgeführt werden, um in Zukunft sowohl eine Konzeptbewertung vorzunehmen als auch Daten anhand eines digitalen Modells eigenständig zu erzeugen und zu bewerten. Diese Daten zur Simulationsvorbereitung sind im Sinne des Open Data-Ansatzes der Allgemeinheit auf der mCLOUD, in Form von Mobilitäts- und Logistikmodellen für jeweils ein ländliches Untersuchungsgebiet im Landkreis Hildesheim und im Landkreis Lahn-Dill zur Verfügung gestellt worden. Die Ergebnisse des Projekts tragen somit insbesondere zum förderpolitischen Ziel von „smarten“ Daten bei, indem zahlreiche, bereits verfügbare aber bislang getrennt betrachtete Daten homogenisiert und zu entsprechenden „smarten“ Daten verknüpft wurden. Politisch werden durch das Projekt die Ziele 9, 11 und 13 der „Sustainable Development Goals“ (SDGs) innerhalb der Agenda 2030 adressiert. Auch bezüglich des aktuellen Koalitionsvertrages wird auf die Ziele einer modernen und sauberen Mobilität und die Anbindung an den ländlichen Raum im Hinblick auf den demografischen Wandel, sowie digitale Innovationen, automatisiertes Fahren und die Förderung alternativer Antriebe eingegangen. Gerade die Möglichkeit neue Konzepte, basierend auf den im Projekt erstellten Mobilitäts- und Logistikmodellen, zu entwickeln, unterstützt die eben genannten Ziele der Bundesregierung. Durch eine Simulation können somit erarbeitete Konzepte für den ländlichen Raum zunächst digital evaluiert werden, wodurch zudem eine bestmögliche Basis für Pilotprojekte geschaffen wird.

### 2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens im Vergleich zu den ursprünglichen Zielen, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte wesentliche Erfahrungen

Das Ziel des Projekts Kombinom lag in der Erstellung einer Potenzialanalyse für die Generierung und Zusammenstellung von Bedarfs- und Nachfragedaten im Bereich ÖPNV und Logistik im ländlichen Raum hinsichtlich der Möglichkeit der Evaluierung eines entsprechenden Vorhabens vor dessen eigentlicher Detailerprobung und Umsetzung. Da das kombinierte Verkehrskonzept starke Interdependenzen, Zielkonflikte zwischen räumlichen (z.B. Einwohnerdichte, Verkehrsinfrastruktur) und zeitlichen (z.B. Mobilitätsbedürfnisse, ÖPNV-Angebot) Einflussgrößen aufweist, die in ihrer Gänze ein vielschichtiges, komplexes Realsystem ergeben, und sowohl wirtschaftliche, als auch soziale und ökologische Auswirkungen bestimmt werden sollen, bietet sich zur Detailanalyse der Konzeptauswirkungen eine dynamische Verkehrs- und Verhaltenssimulation an. Diese setzt wiederum eine fundierte Datenbasis bzgl. der Einflussparameter und Strukturgrößen sowie der konzeptionellen Gestaltungs- und Betriebsmöglichkeiten voraus, welche im Rahmen dieses Projektes analysiert und geschaffen werden sollte.

Folgende Forschungsfragen wurden innerhalb des Forschungsvorhabens bearbeitet und vollständig beantwortet:

- Welche Erfolgsfaktoren benötigt ein kombiniertes und autonomes Transportkonzept von Personen und Gütern im ländlichen Raum?
- Welche Daten sind bereits vorhanden?
- Welche Daten müssen noch erhoben werden?
- Wie können diese Daten genutzt werden, um das realtypische System in einem Simulationsmodell mit relevanten Systemgrenzen nachzubilden?
- Wie kann eine Übertragbarkeit der Simulation auf andere Gebiete gewährleistet werden?

Alle Ziele wurden vollumfänglich erreicht. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Datenlage für die untersuchten Gebiete zur virtuellen Abbildung und Analyse eines autonomen, kombinierten Verkehrskonzeptes moderat ausgeprägt ist. Besonders im Hinblick auf die Daten zum öffentlichen Personenverkehr besteht akutes Verbesserungspotential, da diesbezüglich bisher insgesamt sehr wenig Daten erhoben (z.B. Ein- und Aussteigerdaten) und diese oftmals manuell gesammelt oder ausgewertet werden (z.B. Fahrgastzählungen). Hier sollte in Zukunft mehr auf die Nutzung digitaler Technologien zur Durchführung automatisierter Datenerhebungen gesetzt werden, um nicht nur die Analyse und Entwicklung innovativer Verkehrskonzepte wie eines kombinierten Personen- und Güterverkehrs zu unterstützen, sondern dem ÖPNV selbst einen größeren und fundierten Handlungsspielraum in Bezug auf die Streckenplanung und den Kundenservice zu bieten. Im Gegensatz dazu stehen auf

Logistikseite umfassende Daten bereit, die im Rahmen des Projektes über zahlreich KEP-Dienstleister bezogen und für die Potentialanalyse aufbereitet werden konnten. Entsprechend ist es vor der finalen Planung und Festlegung eines kombinierten Transportkonzeptes wichtig, fehlende Daten zu Mobilitätsstrukturen und Nutzerakzeptanz zu erheben, um geeignete Konzeptausprägungen und -parameter zu bestimmen und somit sowohl den potenziellen Einflussgrad als auch die sozialen, räumlichen und wirtschaftlichen Mehrwerte zu optimieren.

### 3. Fortschreibung des Verwertungsplans.

3a. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom AN oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten

*Es sind keine Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen bzw. erteilte Schutzrechte im Rahmen von Kombinom erfolgt.*

3b. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Auftragende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/ Industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien

*Im Rahmen des Projekts gab es kein wirtschaftliches Interesse von Seiten der Frankfurt UAS oder HS Hannover.*

3c. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Auftragende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für weitere öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen

*Die Frankfurt UAS, als auch die HS Hannover, werden sich an der Verbreitung der im Projekt erzielten Ergebnisse beteiligen und die gewonnenen Erkenntnisse dem wissenschaftlichen Fachpublikum vorstellen. So wurden die Ergebnisse bereits auf dem 3. Forum Leine Weser zum Thema „Mobilität der Zukunft gestalten“ präsentiert. Eine weitere Präsentation der Ergebnisse ist im Format „Mobilität 2100“ zum Thema autonomes Fahren geplant. Weiterhin wurden die Ergebnisse bereits in einem Abschlussbericht auf den eigenen Webseiten der Hochschulen und innerhalb der Hochschul-Newsletter, als auch durch die Veröffentlichung der Daten in der mCLOUD einem breiten Publikum zur Verfügung gestellt. Zum Projektende wurde bereits einer von zwei Artikeln in einer Fachzeitschrift verfasst und als Teil einer kumulativen Promotion im Tagungsband der ASIM-Fachtagung publiziert. Außerdem wurden im Hinblick auf die wissenschaftliche Verwertbarkeit alle Projekteinhalte in allgemeingültige Erkenntnisse umgewandelt, um so auch eine Verbreitung der Ergebnisse in Lehre und Forschung zu erleichtern. Dies schließt neue Lehrinhalte im betriebs-, volks-, sozial-, ingenieur- und naturwissenschaftlichen Bereich ein.*

3d. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte

*Die akquirierten Daten, die Modellierungs- und Simulationsvorbereitungen sowie die analysierten Potentiale versprechen zahlreiche Verbesserungspotenziale durch autonome Kleinbusse zum kombinierten Verkehr von Personen und Güter. Diese wurden gleichermaßen durch Verkehrs- und Logistikexperten bestätigt. Zudem wurde sowohl seitens der eingebundenen Kommunen als auch der ÖPNV- und KEP-Dienstleister ein großes Interesse an der ganzheitlichen Entwicklung einer derartigen Verkehrslösung geäußert, sodass eine detaillierte, tiefgreifende Betrachtung nicht nur sinnvoll erscheint, sondern im Rahmen eines Folgeprojektes umfassend vorangetrieben werden sollte. Durch die Einbindung weiterer makroskopischer Daten auf Bundesebene, können die bereits erarbeiteten Ergebnisse genutzt und innerhalb eines dreijährigen Zeithorizontes ausgeweitet werden. Da auch während der Projektlaufzeit keine neuen Projekte mit demselben Fokus wie Kombinom angelaufen sind, bietet eine Weiterführung der in Kombinom erarbeiteten Ergebnisse weiterhin den Vorteil einer umfassenden (i.S.v. ökologischen, ökonomischen sowie sozialen Parametern) und auf Bundesebene übertragbaren Simulation und Bewertung von autonomen Bedarfsverkehren im ländlichen Raum zum kombinierten Transport von Personen und Gütern. Dies wiederum bildet die Grundlage einer Umsetzungsstrategie in Form von Pilotprojekten.*

#### **4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben**

*Im Rahmen des Projekts wurden alle Forschungsfragen beantwortet. Die dafür durchgeführten Experteninterviews und Datenzusammenführungen haben hierzu alle erfolgreich beigetragen. Durch die Einhaltung des Zeitplanes und die enge Kooperation mit zahlreichen Stakeholdern hinsichtlich zukünftiger Konzepte, wurden keine Phasen bzw. Arbeiten ohne Ergebnisse bzw. Lösungen abgeschlossen.*

#### **5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer - z.B. Anwenderkonferenzen**

*Alle Ergebnisse wurden im finalen Abschlussbericht festgehalten, alle Daten in der mCLOUD zur Verfügung gestellt. Präsentationsmöglichkeiten mögliche Nutzer bzw. Anwender der erarbeiteten Lösungen sind neben der bereits genannten ASIM-Fachtagung und dem Forum Leine Weser auch die jährlich stattfindende Winter Simulation Conference, deren Fokus auf der Entwicklung simulationsgestützter Lösungen für unterschiedliche Anwendungsbereich liegt, sowie folgende Messe- und Konferenzformate:*

- *Hypermotion Messe*
- *Last Mile City Logistics Conference*
- *Deutscher Logistik-Kongress (DLK)*
- *International Conference on Transportation Informatics and Logistics (ICTIL)*

#### **6. Einhaltung der Ausgaben-/Kosten- und Zeitplanung**

*Im Rahmen des Projektes wurden alle Zeitpläne eingehalten und das Projekt erfolgreich am 30.09.2021 abgeschlossen. Ebenfalls wurden alle Ausgaben und Kosten entsprechend der anfänglichen Planung eingehalten.*

v. **Berichtsblatt: Staritz et al., 2021**

1. ISBN oder ISSN 9783736974791	2. DOI	3. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Veröffentlichung
3. Titel Entwicklung eines anwendungsorientierten Bausteinkastens zur Simulation kombinierter Transportmodelle mittels autonomer Fahrzeuge		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Staritz, Johannes Auf der Landwehr, Marvin Trott, Maik von Viebahn, Christoph	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.09.2021	
	6. Veröffentlichungsdatum 15.09.2021	
	7. Form der Publikation Onlineveröffentlichung; frei	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Hochschule Hannover Ricklinger Stadtweg 118/120 30459 Hannover	9. Ber. Nr. Durchführende Institution 1	
	10. Förderkennzeichen 19F1072A	
	11. Seitenzahl 10	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Invalidenstraße 44 10115 Berlin	13. Literaturangaben 23	
	14. Tabellen 0	
	15. Abbildungen 3	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) ASIM Fachtagung - Simulation in Produktion und Logistik 2021 (Erlangen, 15.-17.September 2021)		
18. Kurzfassung Dieser Beitrag präsentiert einen Ansatz zur Entwicklung regionalspezifischer Simulationsmodelle zur Quantifizierung und Bewertung der verkehrsbezogenen, ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen des kombinierten Personen- und Güterverkehrs über geteilten autonomen Fahrzeugen (SAVs). Basierend auf einer breiten Literaturrecherche wurden konzeptionelle Besonderheiten, Interdependenzen und Charakteristika abgeleitet und in eine übertragbare, agentenbasierte Objektbibliothek überführt. Um die Nützlichkeit und Glaubwürdigkeit zu gewährleisten, wurde abschließend eine erste Evaluierung der Objektbibliothek durch die Entwicklung und visuelle Validierung eines Simulationsprototyps für ein ländliches Gebiet in Hannover, Deutschland, durchgeführt.		
19. Schlagwörter Kombinierter Verkehr, Mobilität, Logistik, SAV, Simulation		
20. Verlag Cuvillier Verlag	21. Preis 0,00 €	