

12 Simulation von Maßnahmen zur Förderung des Ridesharings im ländlichen Raum am Beispiel Mobilfalt

Ramón Briegel, Maria Daskalakis, David Hofmann

12.1 Einleitung

Mobilfalt ist, wie auch andere Ridesharing-Angebote, darauf angewiesen, dass sich ausreichend Personen als Fahrende und Mitfahrende daran beteiligen. Die Erfahrungen mit Mobilfalt zeigen jedoch, dass es bisher nicht gelungen ist, hinreichend Personen dafür zu gewinnen. Dies gilt sowohl für Fahrtanbieter als auch für mögliche Mitfahrende, die ansonsten selbst mit dem Pkw fahren. Zudem ist das Angebot an Ridesharing-Fahrten insgesamt relativ gering, so dass der überwiegende Teil der Fahrten im Rahmen der Mobilitätsgarantie per Taxi durchgeführt wird. Aufgrund dieser Problematik wurde in den vorherigen Kapiteln dieses Bandes bereits mit unterschiedlichen Methoden versucht, Erkenntnisse zu sammeln, wie die Teilnahmebereitschaft und die Nutzung von Mobilfalt gefördert werden kann.

In diesem Zusammenhang lieferten vor allem die Ergebnisse der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten (→ Kap. 6) und des Realexperiments (→ Kap. 10) erste Anhaltspunkte zu möglichen Maßnahmen, um Mobilfalt als neues Verkehrsangebot in den untersuchten Kommunen zu verankern. Diese Untersuchungen sind jedoch aus unterschiedlichen Gründen ergänzungsbedürftig. So erlaubt die Befragung zu den Bestimmungsgründen der Teilnahme beispielsweise keine Rückschlüsse darauf, ob die dort vorgeschlagenen Maßnahmen hinreichend übereinstimmende Fahrtangebote (Matchings, → 2.3) generieren würden. Aus den Befragungsergebnissen lässt sich zudem nicht unmittelbar ableiten, wie hoch die Anzahl der Teilnehmenden und aktiv Nutzenden nach der Umsetzung der Maßnahmen sein wird. Weil es darüber hinaus vielfältige Organisationsmöglichkeiten für Ridesharing-Angebote gibt, ist unklar, welche Auswirkungen unterschiedliche Formen der Organisation letztlich auf die Nutzung haben.

Demgegenüber lieferte das Realexperiment zwar Erkenntnisse zur Anzahl der Nutzenden und auch der Matchings, es konnten dabei jedoch nur eine relativ kleine Auswahl an Maßnahmen, die bei der Förderung des Ridesharings genutzt werden können, umgesetzt werden.

Dies im Blick, sollen im vorliegenden Beitrag – über die bisherigen Ausführungen dieses Bandes hinausgehend – mögliche Maßnahmen zur Förderung von Ridesharing am Beispiel von Mobilfalt vertiefend untersucht werden. Hierzu wird die Methode der Multi-Agenten-Systeme (MAS) genutzt (vertiefend auch ↻ 12.2). Multi-Agenten-Systeme sind Computerprogramme, in denen Entscheidungsprozesse von Personen und die entsprechenden Einflussfaktoren abgebildet und deren Auswirkungen untersucht werden können. MAS ermöglichen es in diesem Sinne, den Einfluss von Maßnahmen auf den Entscheidungsprozess und die daraus resultierenden Wirkungen abzubilden.

Im vorliegenden Beitrag wird ein MAS vorgestellt und genutzt, das im Rahmen des Projekts GetMobil speziell für die Untersuchung des lokalen, organisierten Ridesharings im Rahmen von Mobilfalt entwickelt wurde und dessen zentrale Angebotsmerkmale berücksichtigt. Es bildet Entscheidungsprozesse von Personen im Mobilfaltgebiet ab, wobei exemplarisch die Bevölkerung in der Stadt Sontra betrachtet wird.²⁸⁴ Im Zentrum stehen dabei die Entscheidungen, Mobilfalt entweder als Fahrt anbietende und/oder Fahrtnachfragende zu nutzen oder nicht. Bei der Entwicklung des MAS wurde an die Ausführungen und das Handlungsmodell des Abschnitts 6.2 angeknüpft, dieses aber um Erkenntnisse der Entscheidungsforschung ergänzt. Hierbei werden die im MAS abgebildeten Entscheidungsprozesse so weit wie möglich empirisch fundiert (zu Details ↻ 12.3).

Mit dem MAS können insofern die möglichen Wirkungen von Maßnahmen auf das Ridesharing-Verhalten der Bevölkerung untersucht werden. Diesen Untersuchungen liegen dabei zwei Leitfragen zugrunde, die sich auf strukturelle

284 Die Auswahl geschah vor dem Hintergrund, dass Sontra die vergleichsweise günstigsten Voraussetzungen für einen Erfolg von Mobilfalt zu haben schien. Dies bezieht sich zunächst auf die mittlere Größe (Bevölkerung ca. 8.000 Personen) und das vorhandene Mobilitätsangebot. In kleineren Gemeinden des Mobilfaltgebiets wie Herleshausen würde die kleine Bevölkerungszahl durch zu geringe Fallzahlen bei Fahrtnachfragen und -angeboten die Untersuchung erschweren. In Witzenshausen, mit einer Bevölkerung ca. 15.000 Personen, besteht hingegen werktags ein so dichtes Fahrangebot mit regulären Bussen, dass Mobilfalt nur eine relativ geringe Rolle spielt.

und personenfokussierte Maßnahmen (hierzu → 6.4.2) zur Motivierung der Teilnahme an Mobilfahrrad fahren beziehen:

1. Welche Änderungen des Angebots von Mobilfahrrad fahren sind erforderlich, damit dieses zukünftig stärker genutzt wird?
2. Welche Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel eignen sich dazu, Menschen zur Teilnahme an Mobilfahrrad fahren zu motivieren?

Um die Fragen zu beantworten, wird mit dem MAS die Wirkung unterschiedlicher personenfokussierter und struktureller Interventionen einzeln und in Kombination mittels sogenannter ›Simulationen‹ untersucht. Auf diese Weise können mögliche zukünftige Entwicklungspfade von Mobilfahrrad fahren identifiziert werden, die sich bei Umsetzung entsprechender Maßnahmen ergeben können.

Bei der Darstellung der Grundstruktur des MAS und der zentralen Ergebnisse der durchgeführten Simulationen wird wie folgt vorgegangen:

- Abschnitt 12.2 stellt zunächst die Methode der Simulation mit Multi-Agenten-Systemen vor und gibt eine Begründung für ihre Relevanz in Bezug auf die hier untersuchten Zusammenhänge.
- Abschnitt 12.3 erläutert den Aufbau des MAS.
- Abschnitt 12.4 stellt die Ergebnisse verschiedener Simulationen dar. Im Zentrum stehen gezielte Veränderungen der Angebotsstruktur und Maßnahmen zur Förderung von Mobilfahrrad fahren.
- Abschnitt 12.5 zieht Schlussfolgerungen aus den Simulationsergebnissen und gibt einen Ausblick auf weitergehende Forschungsfragen, die durch Erweiterungen des Modells und seiner empirischen Fundierung untersucht werden können.
- Abschnitt 12.6 leitet Empfehlungen für die Fortentwicklung von Mobilfahrrad fahren ab.

12.2 Modellierung von Ridesharing mit Multi-Agenten-Systemen

Multi-Agenten-Systeme (MAS) sind Computerprogramme, deren wesentlicher Bestandteil selbstständig agierende Entscheidungseinheiten sind, sogenannte Agenten (s. zu MAS einführend auch Railsback/Grimm 2012, Gilbert/Troitzsch

2005). Solche Agenten können – je nach Untersuchungskontext – beispielsweise Menschen oder auch Unternehmen nachgebildet sein. Die Agenten in MAS verfügen über innere Eigenschaften, können handeln, lernen und nehmen ihre Umwelt wahr. Welche Eigenschaften vorherrschen, wie handlungs- und lernfähig die Akteure sind und wie die Umwelt genau aussieht, wird beim Programmieren des MAS festgelegt. Mit dieser Methode kann dann zum Beispiel untersucht werden, ob sich am Handeln der Agenten etwas ändert, wenn sich in der Umwelt etwas ändert. MAS nutzen dabei empirische Informationen (z.B. aus Befragungen), um relevante Eigenschaften der Agenten und ihrer Umwelt festzulegen. Somit sollen die mit dem MAS erzeugten Ergebnisse den möglichen Entwicklungen in der realen Welt möglichst genau entsprechen.

MAS lassen sich für Untersuchungen im Zusammenhang mit dem organisierten Ridesharing nutzen. Die Agenten sind in diesem Fall die potenziellen Fahreranbietenden und Fahrtnachfragenden eines Ridesharing-Angebots. Die Umwelt der Agenten umfasst die organisatorische und tarifliche Struktur des Ridesharing-Systems, die räumlichen Strukturen oder auch die Infrastruktur.

Mit einem MAS kann zum Beispiel untersucht werden, wie sich die Nutzung eines Ridesharing-Systems ändern kann, wenn Maßnahmen zur Motivierung der Teilnahme getroffen werden (personenfokussierte Interventionen) und/oder wenn Veränderungen an der Organisation des Ridesharing-Angebots durchgeführt werden (strukturelle Interventionen). Das MAS liefert dann etwa Informationen über die Entwicklung der Anzahl von Fahrenden, Mitfahrenden und erfolgreichen Matchings im Zeitablauf.

Es gibt bereits erste Untersuchungen zum Ridesharing, die mit Hilfe von MAS durchgeführt wurden (s. Dubernet et al. 2012, Xing et al. 2009, Galland et al. 2014, Hussain et al. 2016).²⁸⁵ Allerdings liegt der Schwerpunkt der Modell-

285 Dubernet et al. (2012) untersuchen auf Basis des Multi-Agenten-Systems MATSim die Umsetzbarkeit von Ridesharing im Raum Zürich. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, dass 87% der Fahrten unter der Voraussetzung eines Zeitfensters von 15 Minuten und eines maximalen Umwegs von 15% des Weges gebündelt werden können. Xing et al. (2009) variieren in ihren Simulationen die Anzahl von Fahrenden und Mitfahrenden. Bei einer Anzahl von 150 Fahrenden und 20 Mitfahrenden kommen sie in ihren Untersuchungen zu einer erfolgreichen Beförderung von 90% der Mitfahrenden. In den Modellen von Galland et al. (2014) und Hussain et al. (2016) für die Region Flandern wird die Anbahnung von gemeinsamen Fahrten abgebildet. Hierbei finden Hussain et al. (2016) beispielsweise heraus, dass bei einer höheren Bereitschaft zur Anpassung des Abfahrtszeitraums (höhere Flexibilität) auch höhere Chancen für ein erfolgreiches Ridesharing bestehen.

bildung bisher auf der Entwicklung von Prototypen von MAS zur Untersuchung von Ridesharing-Angeboten, wobei vorrangig das Ridesharing mit einem Fokus auf dem städtischen Raum untersucht wurde. Aspekte der Förderung von Ridesharing durch personenfokussierte oder strukturelle Interventionen wurden noch nicht untersucht. Die Modelle sind zudem nicht verhaltenswissenschaftlich fundiert.²⁸⁶

Vor diesem Hintergrund adressiert das für das Projekt GetMobil entwickelte MAS drei Forschungslücken im Zusammenhang mit dem organisierten Ridesharing: die fehlende empirische Fundierung der Modelle auf Akteursebene, das relativ geringe Wissen über die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Förderung des Ridesharings und die ebenfalls geringen Kenntnisse zum Einfluss, den die Besonderheiten des ländlichen Raums auf das Ridesharing haben.

12.3 Modellarchitektur des Multi-Agenten-Systems

In diesem Abschnitt werden die zentralen Merkmale des MAS vorgestellt. Zunächst erfolgt eine grundsätzliche Charakterisierung des MAS. Hierbei werden der räumliche Bezug und grundlegende Merkmale der Agenten und ihrer Umwelt dargestellt (12.3.1). Dem schließen sich Erläuterungen zur Implementierung der Entscheidungsprozesse (12.3.2) und eine Spezifizierung der Faktoren an, die Einfluss auf die Mobilitätsentscheidungen der im MAS abgebildeten Agenten nehmen (12.3.3), sowie eine Darstellung, wie personenfokussierte und strukturelle Interventionen im MAS berücksichtigt werden (12.3.4). Der Abschnitt endet mit einer zusammenfassenden Darstellung der Quellen, die für die empirische Fundierung des MAS genutzt wurden (12.3.5).

286 Neben Multi-Agenten-Systemen werden zur Modellierung von Ridesharing-Angeboten vor allem Optimierungsansätze genutzt (s. Agatz et al. 2011, Lee/Savelsbergh 2015, Stiglic et al. 2015, Stiglic et al. 2016, Stiglic et al. 2018). Die entsprechende Forschung liefert Erkenntnisse zu förderlichen Faktoren des Ridesharings vor allem vor dem Hintergrund der Generierung von Matchings von Fahrtwünschen und Fahrtangeboten. Allerdings wird hierbei nicht die Frage der Nutzungsbereitschaft und deren Beeinflussung thematisiert, die für die hier zugrunde liegende Fragestellung zentral ist.

12.3.1 Grundelemente: Räumlicher Bezug und Umwelt der Agenten, im MAS berücksichtigte Agenten, Entscheidungsebenen, soziales Netz und Tagespläne der Agenten

12.3.1.1 Räumlicher Bezug und Umwelt der Agenten

Im Zentrum des MAS steht die Entscheidung von Personen aus Sontra, für Fahrten aus den Außenortsteilen in die Kernstadt (oder zurück) Mobilfalt zu nutzen oder nicht. Hierbei werden jedoch nur die Bevölkerung der Außenortsteile selbst und ihre Mobilitätsentscheidungen berücksichtigt. Diese Festlegung auf die Außenortsteile geschah in Analogie zu der Befragung, die die Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten erfasst (→ Kap. 6) und dient der Fokussierung der Untersuchung auf Ortsteile mit vergleichsweise schlechter Nahversorgung und ÖPNV-Anbindung. Dem MAS werden dabei die Wohnorte und deren Entfernung zum Stadtzentrum hinterlegt, so dass es möglich ist, die im Zusammenhang mit Fahrten zurückgelegten Strecken zu ermitteln. Weitere Umweltbedingungen der Agenten, die im MAS berücksichtigt werden, sind die lokalen Busfahrpläne und der Fahrplan von Mobilfalt sowie die dort zulässigen Strecken und die Kosten verschiedener Mobilitätsoptionen (Bus, Mobilfalt und Fahrt im privaten Pkw).

12.3.1.2 Im MAS berücksichtigte Agenten

Im MAS wird – über die Beschränkung auf die Außenortsteile hinaus – nur der Teil der Bevölkerung berücksichtigt und als Agenten abgebildet, der sich aufgrund der Nutzungsbedingungen des Nordhessischen Verkehrsverbunds (NVV) an Mobilfalt beteiligen kann. Das sind in diesem Fall Privatpersonen ab einem Alter von 14 Jahren. Die Agenten und die für ihre Mobilitätsentscheidungen relevanten Attribute (hierzu → 12.3.2) werden dabei unter Nutzung der Angaben erzeugt, die die Befragten aus Sontra in der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten (→ Kap. 6) gemacht hatten. Um für die reale Gesamtzahl der Bevölkerung auch die demografischen Verhältnisse näherungsweise abzubilden, wurde eine Hochrechnung mit Gewichtungsfaktoren durchgeführt. Auf diese Weise entspricht die Anzahl der im MAS abgebildeten Agenten der realen Bevölkerungszahl.

12.3.1.3 Entscheidungsebenen:

Registrierungs- und Einzelfahrtentscheidung

Im MAS werden grundsätzlich zwei **Entscheidungsebenen** unterschieden:

1. die Entscheidung, sich bei Mobilfalt zu registrieren oder nicht,
2. die Entscheidung, bei einer konkreten Einzelfahrt Mobilfalt (als Fahrtnachfragerin/-nachfrager oder Fahrthanbieterin/-anbieter) zu nutzen oder nicht.

Diese Unterscheidung zwischen Registrierungs- und Einzelfahrtentscheidung wurde aufgrund der Nutzungsbedingungen von Mobilfalt eingeführt: Eine Person kann Mobilfalt nur nutzen, wenn sie sich beim NVV angemeldet hat (Registrierung). Erst nach der einmalig durchzuführenden Registrierung können die potenziell Nutzenden mit Mobilfalt unterwegs sein.

12.3.1.4 Soziales Netz

Um soziale Beziehungen der Agenten im MAS abzubilden, werden die Agenten zu Beginn der Simulation in einem künstlichen Bekanntschaftsnetz verbunden, wobei jedem Agenten zufällig ein Teil der anderen Agenten als Bekannte zugewiesen wird. Die Einführung des sozialen Netzes erfolgte, um im Modell die gegenseitige Wahrnehmung des Verhaltens und den Informationsaustausch abzubilden, den die Bevölkerung über Mobilfalt führt (durch persönliche Gespräche mit Bekannten). Beide Aspekte fließen in die Entscheidung ein, Mobilfalt zu nutzen (s. auch ➔ 12.3.2).

12.3.1.5 Tagespläne

Bei der Initialisierung des MAS wird eine **Verkehrsnachfrage** erzeugt, um das Mobilitätsverhalten simulieren zu können. Zu diesem Zweck werden stochastisch **Tagespläne** für die einzelnen Agenten erstellt (aktivitätsbasierter Ansatz). Diese Tagespläne umfassen jeweils Fahrtzweck, gewünschte Uhrzeiten für Beginn und Ende der geplanten Aktivität sowie eine maximal zulässige Abweichung von diesen Uhrzeiten. Die für die Erzeugung dieser Tagespläne verwendeten Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Fahrtzwecke sowie die gewünschten Uhrzeiten für Beginn und Ende einer Fahrt wurden aus einer nach Fahrtzweck und Beschäftigungsstatus differenzierten Auswertung der Befragung zur Erfassung der Tagespläne gewonnen (➔ Kap. 7). Die **Fahrtzwecke** wurden in die drei Kategorien Arbeit, Alltagserledigungen (Einkäufe, Behör-

dengänge, Arztbesuche, Friseur etc.) sowie Freizeit klassifiziert (⇒ 6.3.5.1). Hierbei wurde die Differenzierung nach Fahrtzwecken genutzt, die aus der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten abgeleitet wurden (⇒ Kap. 6). Beim **Beschäftigungsstatus** wurden die beiden Kategorien »zeitlich gebunden« (Erwerbstätige, Studierende, Auszubildende u.Ä.) und »zeitlich ungebunden« (Rentnerinnen/Rentner, Arbeitslose, Hausfrauen/-männer u.Ä.) unterschieden. Diese Differenzierung wurde bei der Erzeugung der spezifischen Tagespläne der Agenten berücksichtigt.

12.3.2 Handlungsmodi und Bewertung

Die Agentenarchitektur, die dem Agentenverhalten im MAS zugrunde gelegt wurde, basiert auf dem bereits in Abschnitt 6.2 eingeführten Handlungsmodell. Dieses wurde jedoch um Erkenntnisse aus der ökonomischen und psychologischen Entscheidungsforschung ergänzt, die in der empirischen Erhebung aufgrund des beschränkten Umfangs der Befragung nicht aufgenommen werden konnten (Grundlage hierfür bildete insbesondere das Handlungsmodell von Herbert Simon, siehe hierzu vertiefend Simon 1999, 1990).

Das somit erweiterte Handlungsmodell berücksichtigt, dass sowohl die Registrierungs- als auch die Einzelfahrtsentscheidung in einem von zwei möglichen **Handlungsmodi** (oder Entscheidungsmodi) getroffen werden können, die sich grundsätzlich in der Art des Entscheidungsprozesses und dem Umfang und der Tiefe der Informationsverarbeitung unterscheiden: *Routinehandeln* und *Adoptionshandeln* (s. zu einer ähnlichen Differenzierung von Handlungsmodi Beckenbach et al. 2010, Briegel 2006).

Während beim Routinehandeln automatisiert die gewohnte Handlungsoption (die Wahl des Verkehrsmittels bzw. bei der Registrierungsentscheidung der Verzicht auf eine Registrierung) ausgeführt wird (d.h. es werden überhaupt keine Informationen verarbeitet und keine bewusste Entscheidung getroffen), findet beim Adoptionshandeln erstens eine *Vorauswahl* der möglichen Handlungsoptionen (Registrierungs- bzw. Mobilitätsoptionen) anhand der Verfügbarkeit und (nur im Falle der Einzelfahrtsentscheidung) subjektiver Ausschlusskriterien statt sowie zweitens eine bewusste, vergleichende *Bewertung* der verbleibenden Handlungsoptionen.

Die **Vorauswahl** der Mobilitätsoptionen geschieht anhand *merkmalsbezogener Anspruchsniveaus* der Agenten. Hierunter ist ein gewünschtes Zielerrei-

chungs niveau zu verstehen, das ein Akteur in einem Entscheidungsprozess für sich festlegt (s. grundlegend Simon 1996; s. auch Daskalakis 2013). Jede neue Mobilitätsoption (d.h. Ridesharing-Mitfahrt oder -Fahrangebot), zu der die Einstellung des Agenten hinsichtlich mindestens eines Merkmals das entsprechende Anspruchsniveau verfehlt, wird im Zuge einer Vorauswahl ausgeschlossen (zu einer formalen Darstellung dieses Zusammenhangs → Anhang 1).

Die Bewertung einer neuen Handlungsoption geschieht mittels Bewertungsfunktionen (hierzu auch → 12.3.3 und Anhang 1). Diese enthalten die Einflussgrößen, die sich im Rahmen der empirischen Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten als relevant für die Entscheidung zum Ridesharing erwiesen haben (→ Kap. 6).

Für die Einzelfahrtentscheidung wird zwischen drei unterschiedlichen Fahrtzwecken differenziert: Alltagserledigungen, Freizeit, Arbeit (s. auch → 6.3.5.1). Die berücksichtigten Einflussgrößen unterscheiden sich in den jeweiligen Bewertungsfunktionen. Die Auswahl der relevanten Einflussgrößen erfolgte auf Basis des Datensatzes der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten. Hierzu wurden für die Mobilfaltgebiete Regressionen zur Teilnahmebereitschaft nach Wegzwecken berechnet (→ Anhang 2).

Nun ist das Routinehandeln der voreingestellte Modus, der immer dann aktiviert wird, wenn kein spezifischer Auslöser für Adoptionshandeln vorliegt. Um eine *Verhaltensänderung* – hier die Nutzung des Ridesharings als neue, bisher ungewohnte Mobilitätsoption – zu erreichen, bedarf es also der Aktivierung des Handlungsmodus Adoptionshandeln als eine notwendige (aber nicht hinreichende!) Bedingung. Die wichtigsten im Modell berücksichtigten (stochastischen) Auslöser hierfür sind:

1. Personenfokussierte Interventionen (hier exemplarisch in Form einer Marketingmaßnahme implementiert, Ausführungen dazu → 12.3.4)
2. Aktuell mangelnde Verfügbarkeit der Routine-Mobilitätsoption (Pkw-Alleinfahrt oder ÖPNV)
3. (Bei Einzelfahrtentscheidung:) Vorherige Registrierung als Fahrthanbieterin bzw. -anbieter oder MitfahrerIn bzw. Mitfahrer
4. Soziale Kommunikation

12.3.3 Einflussgrößen auf die Bewertung neuer Mobilitätsoptionen

Zu den Einflussgrößen der Bewertung neuer Mobilitätsoptionen gehören entsprechend dem zugrunde liegenden Handlungsmodell und den Ergebnissen der empirischen Untersuchung Bestimmungsgründe, die für oder gegen das Ridesharing sprechen, Angebotsmerkmale und, im Falle der Registrierungsentscheidung, *allgemeine Einstellungen* zu einer lokalen Mitfahrinitiative (→ 6.2). Die jeweiligen Einflussgrößen werden in der Bewertungsfunktion additiv verknüpft; dabei werden die einzelnen Summanden jeweils mit einem *Gewicht* multipliziert, das die subjektive Bedeutung des jeweiligen Merkmals repräsentiert. Insgesamt werden folgende Einflussgrößen berücksichtigt:

- **Gründe für die Bereitschaft zum Ridesharing**
 - Soziales (Helfen, Kontakt, soziale Norm)
 - Mobilitätskosten
 - Umwelt
 - Erweiterung der Mobilitätsmöglichkeiten (Fahrerentlastung, d.h. Entlastung davon, selbst fahren zu müssen)
 - Schnelligkeit
- **Hindernisse der Bereitschaft zum Ridesharing**
 - Einschränkung Flexibilität (zeitlich)
 - Mangelndes Vertrauen
- **Angebotsmerkmale**
 - Flexibilität (aufwandfrei)
 - Versicherung
- **Allgemeine Mobilitätsmerkmale**
 - Einstellungen zu einer lokalen Mitfahrinitiative (nur für Registrierungsentscheidung)

Im Rahmen der Registrierungsentscheidung werden alle Merkmale berücksichtigt. Bei Einzelfahrerentscheidungen werden zum einen die Einstellungen zu Mitfahrinitiativen nicht berücksichtigt. Aus den verbleibenden Merkmalen wird darüber hinaus – je nach Fahrtzweck und basierend auf den angesprochenen Regressionen – nur ein Teil der oben aufgeführten Merkmale berücksichtigt. Für Alltagserledigungen sind dies alle sonstigen aufgeführten Merkmale,

für Freizeit alle sonstigen Merkmale außer dem Aspekt der Erweiterung der Mobilitätsmöglichkeiten (Fahrtenlastung), für Arbeit hingegen nur Fahrtenlastung, Kontakt, soziale Norm, Mobilitätskosten, Schnelligkeit, Einschränkung der Flexibilität und Versicherung. Eine Übersicht zu den berücksichtigten Einflussfaktoren bei der Registrierungs- und Einzelfahrtsentscheidung liefert Abbildung 95.

| | |
|---|--|
| <p>Gründe für die Bereitschaft</p> | <p>Hindernisse der Bereitschaft</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soziales (Helfen (Rg, Al, Fr), Kontakt, soziale Norm) • Mobilitätskosten • Umwelt (Rg, Al, Fr) • Erweiterung Mobilitätsmöglichkeiten (Rg, Al, Ar) • Schnelligkeit | <ul style="list-style-type: none"> • Einschränkung Flexibilität (zeitlich) • Mangelndes Vertrauen (Rg, Al, Fr) |
| <p>Angebotsmerkmale</p> | <p>Weitere Merkmale</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilität (aufwandfrei) (Rg, Al, Ar) • Versicherung | <ul style="list-style-type: none"> • Einstellungen (Rg) |

Abbildung 95: Überblick über die Einflussfaktoren, die in den einzelnen Bewertungsfunktionen für die Registrierungs- und Einzelfahrtsentscheidung genutzt werden²⁸⁷

²⁸⁷ Vgl. auch 12.3.3. Die Abkürzungen geben an, in welcher der Bewertungsfunktionen die Einflussfaktoren eine Rolle spielen, wobei sich Rg auf die Registrierungsentscheidung bezieht und Al, Fr und Ar auf die Einzelfahrtsentscheidungen bei den Zwecken Alltagserledigungen, Freizeit bzw. Arbeit. Falls keine Spezifizierung vorgenommen wird, wird der Einflussfaktor in jeder Bewertungsfunktion als Einflussfaktor auf die Entscheidung genutzt.

12.3.4 Personenfokussierte und strukturelle Interventionen

Das MAS bietet verschiedene Möglichkeiten der Simulation personenfokussierter und/oder struktureller Interventionen (zu personenfokussierten und strukturellen Interventionen auch → 6.4.2). Diese sind im MAS wie folgt dargestellt:

Personenfokussierte Interventionen knüpfen an Gründe für das Ridesharing an, die bei Agenten einer bestimmten Zielgruppe ein hohes Gewicht aufweisen. Sie wirken sowohl auf die Registrierungs- als auch auf die Einzelfahrtentscheidung. Hierzu werden in den Simulationsstudien (→ 12.4) exemplarisch die Wirkungen von Marketingkampagnen berücksichtigt, die sich auf die Merkmale Helfen, Umwelt und Kontakt beziehen. Die personenfokussierten Interventionen wirken hierbei auf zweierlei Weise: Zum einen wird durch die Intervention die Wahrscheinlichkeit für Adoptionshandeln – moderiert durch das Merkmalsgewicht – erhöht; zum anderen wird das Merkmalsgewicht in der Bewertungsfunktion während der Dauer der Marketingkampagne vorübergehend erhöht, anschließend geht diese Erhöhung allmählich wieder zurück.

Strukturelle Interventionen setzen bei der Angebotsstruktur des Ridesharing-Angebots an. Sie wirken im MAS im Rahmen der Einzelfahrtentscheidung. Implementiert wurden konkret folgende Maßnahmen:

1. Taktverdichtung. Hierdurch erhöht sich für die Fahrthanbietenden und -nachfragenden die Anzahl der pro Tag zur Verfügung stehenden Fahrzeitpunkte, an denen Mobilfalt potenziell genutzt werden kann (Erhöhung der zeitlichen Flexibilität).
2. Erhöhung der Mitnahmezahlung über den als reine Fahrtkostenerstattung anzusehenden Betrag von 30 ct/km hinaus (Möglichkeit der Gewinnerzielung für Fahrthanbietende). Im MAS wirkt sich das auf die Mobilitätskosten der Fahrthanbietenden aus.

Bei Simulationen mit dem MAS ist es auch möglich, mehrere der oben genannten Interventionen in einem Simulationslauf zu kombinieren. Wie die Ergebnisse der Simulation zeigen, weisen diese Kombinationen dann eine größere Wirksamkeit auf.

12.3.5 Überblick zur empirischen Fundierung

Im Rahmen der Modellierung des MAS wurden das Agentenverhalten und die Umweltbedingungen der Agenten so weit wie möglich empirisch fundiert. Dies geschah, um das MAS an die realen Bedingungen im Mobilfaltgebiet anzupassen. Einen Überblick zu den Aspekten und den Quellen der empirischen Fundierung liefert zusammenfassend Tabelle 48.

| Empirisch fundierte Aspekte | Abschnitt in der Modelldarstellung | Quelle |
|--|------------------------------------|---|
| Distanzen von den Außenortsteilen in die Kernstadt von Sontra | 12.3.1.1 | Geokoordinaten der Ortsteile von Sontra |
| Fahrtkosten Pkw | 12.3.1.1 | Autokosten gemäß ADAC für Mittelklassewagen |
| Fahrpreise Bus und Mobilfalt | 12.3.1.1 | Tarife des NNV |
| Mobilfaltfahrplan, Busfahrplan | 12.3.1.1 | Fahrpläne des NNV |
| Bevölkerungszahlen in den Ortsteilen nach Alter und Geschlecht | 12.3.1.2 | Angaben der Einwohnermeldeämter |
| Differenzierung der Wegzwecke (Alltagserledigungen, Freizeit, Arbeit) | 12.3.1.5 | Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten (⇒ Kap. 6) |
| Tagespläne der Agenten | 12.3.1.5 | Befragung zur Erfassung der Tagespläne (⇒ Kap. 7) |
| Einflussfaktoren der Bewertungsfunktion | 12.3.3 | Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten (⇒ Kap. 6), Ermittlung durch Regressionen (⇒ Anhang 2) |
| Individuelle Eigenschaften der Agenten, insbesondere soziodemografische Angaben und Angaben zu den Einflussfaktoren der Bewertungsfunktion | 12.3.3 | Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten (⇒ Kap. 6), dabei Nutzung der Angaben der Befragten aus Sontra |

Tabelle 48: Überblick zur empirischen Fundierung des MAS.

12.4 Simulationsergebnisse

Dieser Abschnitt stellt in vier Schritten die Ergebnisse der Untersuchungen mit dem MAS vor. Zunächst werden Indikatorengrößen dargestellt, anhand derer die Ergebnisse der durchgeführten Simulationsläufe beurteilt werden (12.4.1).

Daran schließt sich eine Darstellung eines Referenzlaufs mit dem MAS an, der die Entwicklung von Mobilfalt im Jahr 2017 simuliert (12.4.2). In den folgenden Abschnitten wird dann die Wirkung von personenfokussierten und strukturellen Interventionen untersucht. Hierbei werden zunächst personenfokussierte Interventionen in Form von Marketingkampagnen mit unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten betrachtet (12.4.3). Für die strukturellen Interventionen wird eine Flexibilisierung von Mobilfalt am Beispiel einer Erhöhung der Taktfrequenz von Mobilfalt sowie finanzieller Anreize zur Förderung der Teilnahme untersucht (12.4.4). Den Abschluss bilden Untersuchungen zu den Wirkungen von Maßnahmenkombinationen, wobei unterschiedliche Kombinationen von personenfokussierten und strukturellen Interventionen berücksichtigt werden (12.4.5).

12.4.1 Untersuchte Ergebnisgrößen, Methodik

Um den Erfolg von Maßnahmen zur Förderung des Ridesharings einschätzen zu können, erzeugt das MAS eine Reihe von aggregierten Ergebnisgrößen. Diese Ergebnisgrößen wurden vor dem Hintergrund bekannter Probleme von Mobilfalt und anderer Ridesharing-Angebote ausgewählt. Sie beziehen sich im Einzelnen auf die Anzahl der Teilnehmenden, die Nutzungsaktivität und die Anzahl erfolgreicher Matchings, d.h. übereinstimmender Fahrpläne von Fahrenden und Mitfahrenden. Der Auswahl der Ergebnisgrößen liegt dabei die Annahme zugrunde, dass ein erfolgreiches Ridesharing-Angebot sich durch eine hohe Anzahl von Teilnehmenden, eine hohe Nutzungsaktivität und die Generierung eines hohen Anteils von Matchings auszeichnet. Konkret werden die folgenden fünf aggregierten Ergebnisgrößen genutzt:

- Anzahl Fahrtangebote (Mittelwert über alle Zeitschritte)
- Anzahl Fahrtnachfragen (Mittelwert über alle Zeitschritte)
- Anteil privater Mitnahmen (erfolgreiche Matchings) (Mittelwert über alle Zeitschritte)
- Anzahl der registrierten Fahrt anbietenden (am Ende des Simulationszeitraums)
- Anzahl der registrierten Mitfahrenden (am Ende des Simulationszeitraums)

Das MAS erlaubt es darüber hinaus, auch die zeitliche Entwicklung der genannten Ergebnisgrößen im Detail zu untersuchen.

Bei den nun folgenden Darstellungen ist zu beachten, dass die Ergebnisse jeweils als Mittelwert von 100 durchgeführten Einzelläufen für jede Parameterkonstellation bzw. Maßnahme ermittelt wurden (Monte-Carlo-Simulationen). Dies ist methodisch erforderlich, da im Modell an verschiedenen Stellen Zufallsziehungen durchgeführt werden. Durch die Mittelwertbildung können systematische Wirkungen besser von reinen Zufallsschwankungen unterschieden werden.

12.4.2 Referenzlauf (Basisszenario)

Im Basisszenario wird versucht, die Verhältnisse nachzubilden, die 2017 in Sontra zu beobachten waren, und diese ohne irgendwelche äußeren Eingriffe ein Jahr in die Zukunft fortzuschreiben (Business as usual). Dieser Simulationslauf wird anschließend als Vergleichsmaßstab für die Beurteilung der Wirkung von Interventionen herangezogen (Referenzlauf).

Im Referenzlauf erhöht sich die **Anzahl der registrierten Mitfahrenden und Fahrthanbietenden** langsam in gleichmäßigem Tempo und erreicht am Ende des Simulationszeitraums 106,1 Mitfahrende und 49,7 Fahrthanbietende (Anfangswerte: 95,2 Mitfahrende und 36,6 Fahrthanbietende). Bezogen auf die relevante Bevölkerungszahl von 2.958 (alle Personen ab 14 Jahren) entspricht dies einem Anteil von 3,59% Mitfahrenden und 1,68% Fahrthanbietenden. Gegenüber den Anfangswerten bedeutet dies eine Steigerung um 11,4% bzw. 36,0%. Diese allmähliche Zunahme auch ohne Maßnahmen wie eine Marketingkampagne oder eine Verbesserung des Angebots geht darauf zurück, dass durch die soziale Kommunikation (Ansprache von Bekannten) in jedem Zeitschritt ein geringer Teil der Agenten in den Adoptionshandlungsmodus wechselt, d.h. bewusst erwägt, ob er sich bei Mobilfalt registrieren möchte; ein Teil dieser Agenten gelangt bei dieser Überlegung zu einem positiven Ergebnis und registriert sich.

Bei der Betrachtung des **Modal Split** ist zu unterscheiden zwischen einerseits der *beabsichtigten* Nutzung der einzelnen Mobilitätsoptionen (d.h. der eigentlichen Entscheidung der Agenten vor dem Matching zwischen Fahrtsangeboten und -nachfragen, aber unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen

Verfügbarkeit der Mobilitätsoptionen) und andererseits der *realisierten* Nutzung der einzelnen Mobilitätsoptionen: Da es insgesamt nur eine relativ kleine **Anzahl an Fahrtnachfragen und vor allem an Fahrtangeboten** gibt und diese auch noch räumlich und zeitlich weit gestreut sind, ist die Matching-Wahrscheinlichkeit nur gering, d.h. zu einer Fahrtnachfrage findet sich nur relativ selten ein passendes Fahrtangebot und umgekehrt. Nicht gematchte Fahrtnachfragen werden bei der realisierten Nutzung der Mobilitätsoptionen durch Taxifahrten ersetzt (»Rückfallebene« bei Mobilfalt), aus nicht gematchten (d.h. nicht in Anspruch genommenen) Fahrtangeboten werden einfach Pkw-Alleinfahrten.

Der Modal Split hinsichtlich der *beabsichtigten* Nutzung der einzelnen Mobilitätsoptionen beträgt 95,4% Pkw-Alleinfahrt, 4,14% ÖPNV, 0,45% Ridesharing-Mitfahrt und 0,015% Ridesharing-Fahrtangebot, der Modal Split hinsichtlich der *realisierten* Nutzung der einzelnen Mobilitätsoptionen (d.h. nach dem Matching) hiervon abweichend 0,005% Ridesharing-Mitfahrt, 0,004% Ridesharing-Fahrtangebot und 0,44% Taxi-Ersatzbeförderung.

Von allen Pkw-Fahrten werden 0,015% zur Mitfahrt angeboten (dieser Prozentsatz stimmt näherungsweise mit dem oben genannten Anteil von beabsichtigten Ridesharing-Fahrtangeboten an allen Fahrten überein, weil fast alle Fahrten Pkw-Fahrten sind). Ein Vergleich dieses Anteils mit dem Anteil der Personen, die als Fahrthanbietende registriert sind, an der Gesamtbevölkerung zeigt, dass auch von diesem Personenkreis nur etwa jede 100. Pkw-Fahrt zur Mitfahrt angeboten wird. Die Gründe hierfür liegen in erster Linie am Vorherrschen des Routineverhaltens, das dazu führt, dass Ridesharing als eine nicht routinisierte Handlungsoption in den meisten Fällen überhaupt nicht erwogen wird; daneben spielen Hinderungsgründe wie fahrplanbedingte Restriktionen und die subjektive Einschätzung, zu wenig Zeit zu haben, eine Rolle. Aber auch die Tatsache, dass bei der Registrierungsentscheidung neben den Gründen für das Ridesharing die bei fast allen Befragten sehr positiv ausgeprägten allgemeinen Einstellungen zu einer lokalen Mitfahrinitiative mit in die Bewertung eingehen – was bei der Einzelfahrtentscheidung hingegen nicht der Fall ist –, führt zu einer gewissen Einstellungs-Verhaltens-Inkonsistenz. Der sehr geringe Anteil der zur Mitfahrt angebotenen Pkw-Fahrten bei den als Fahrthanbietenden Registrierten kann aber auch als Hinweis darauf gedeutet werden, dass hier ein erhebliches – allerdings möglicherweise schwierig zu

erschließendes – Potenzial an anbietbaren Fahrten besteht, das durch eine geeignete Aktivierung/Mobilisierung der registrierten, aber inaktiven Fahrtanbietenden gehoben werden könnte.

Pro Werktag gibt es im Mittel 0,60 Fahrtangebote. Davon werden 0,16 Angebote in Anspruch genommen. Dies zeigt, dass – trotz des generellen Mangels an Fahrtangeboten – nur knapp jedes vierte Fahrtangebot in Anspruch genommen wird; dies ist eine Folge der insgesamt geringen Anzahl von Fahrtangeboten und -nachfragen sowie ihrer räumlich und zeitlich dispersen Verteilung.

Der **Anteil privater Mitnahmen** (d.h. der Anteil, den die durch private Fahrtangebote befriedigten Fahrtnachfragen an allen Fahrtnachfragen beim Ridesharing-System haben) liegt bei 1,05%.

Die Anzahl der Fahrtangebote und der privaten Mitnahmen zeigt im Zeitverlauf eine (durch Zufallsschwankungen überlagerte) allmählich ansteigende Tendenz (Abbildung 96); dies ist mit der ebenfalls allmählich leicht steigenden Anzahl der registrierten Fahrtanbietenden und Mitfahrenden zu erklären.

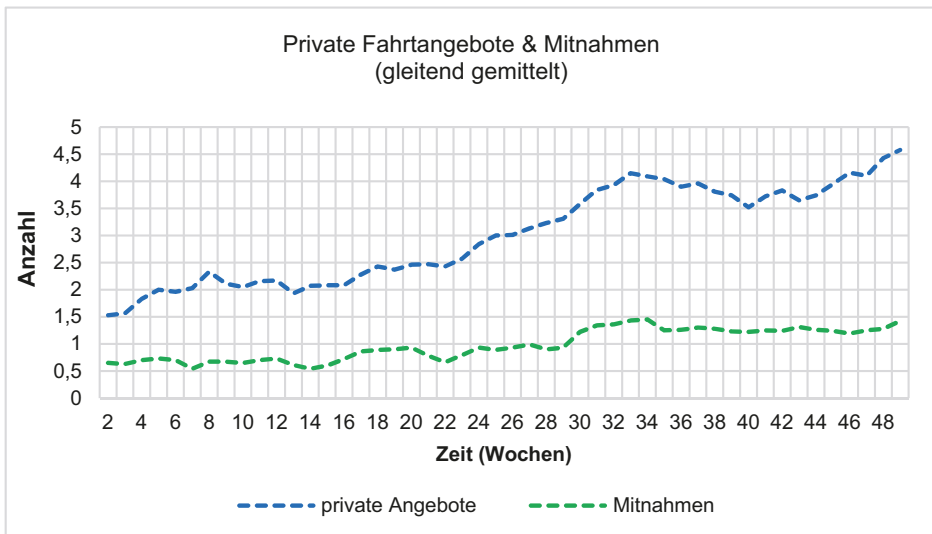


Abbildung 96: Entwicklung der Anzahl der privaten Fahrtangebote sowie der Mitnahmen über die Zeit (gleitend gemittelt über jeweils 5 Zeitschritte) im Referenzlauf

12.4.3 Personenfokussierte Interventionen

Um den Einfluss personenfokussierter Interventionen auf das Akteursverhalten und die Entwicklung des Ridesharing-Angebots zu untersuchen, wurden – gemäß der in 12.3.4 beschriebenen Vorgehensweise – mehrere Marketingkampagnen implementiert. Die Marketingkampagnen greifen dabei Themen auf, die als wichtige Gründe für die Teilnahme an Ridesharing-Angeboten identifiziert wurden (☉ Kap. 6). Im Folgenden wird zunächst die Wirkung der Marketingkampagne »Helfen« eingehend dargestellt, die das Motiv in den Mittelpunkt rückt, anderen durch eine Teilnahme als Fahrtanbieterin oder Fahrtanbieter helfen zu können, und die vor allem darauf zielt, den Anteil an Fahrtanbietenden zu erhöhen. Anschließend werden zum Vergleich die Wirkungen der Marketingkampagnen »Umwelt« und »Kontakt« kurz dargestellt.

12.4.3.1 Marketingkampagne »Helfen«

Was die **Anzahl der registrierten Mitfahrenden bzw. Fahrtanbietenden** betrifft, werden in diesem Szenario am Ende des Simulationszeitraums 117,6 Mitfahrende und 99,8 Fahrtanbietende erreicht. Im Vergleich zum Referenzszenario ist dies bei den Fahrtanbietenden eine Steigerung auf gut das Doppelte, bei den Mitfahrenden eine Steigerung um 10,7%. Die Kampagne erreicht also ihr Ziel einer selektiven Steigerung der grundsätzlichen Mitnahmebereitschaft im Vergleich zur grundsätzlichen Mitfahrbereitschaft, soweit sich dies auf der Ebene der Registrierung zeigt. Dass dennoch auch die Anzahl der registrierten Mitfahrenden höher liegt als im Referenzszenario, obwohl die Mitfahrbereitschaft durch diese Marketingkampagne nicht direkt angesprochen wird, liegt daran, dass jede verhaltensbasierte Marketingkampagne die Wahrscheinlichkeit des Handlungsmodus Adoptionshandeln erhöht, d.h. zu häufigeren reflektierten Entscheidungen der Agenten über eine eventuelle Registrierung generell führt, sei es als Fahrtanbieterin/-anbieter oder eben auch als Mitfahrer/in/Mitfahrer.

Die mittlere Anzahl von Fahrtangeboten pro Werktag beträgt hier 1,40 Angebote, also mehr als das Doppelte des Referenzszenarios. Der **Anteil privater Mitnahmen** liegt mit 2,25% ebenfalls mehr als doppelt so hoch wie im Referenzszenario. Ähnliches gilt für den **Anteil der zur Mitfahrt angebotenen Pkw-Fahrten** (0,036%), die Anzahl in Anspruch genommener Angebote (0,35)

und die Anzahl mitgenommener Personen (0,45). Der zeitliche Verlauf der Anzahl der Fahrtangebote und der Mitnahmen zeigt einen steilen Anstieg während der Marketingkampagne, gefolgt von einem kurzen Abfall nach deren Ende, anschließend bleibt das erreichte erhöhte Niveau nahezu konstant (in Abbildung 97 im Vergleich zum Referenzszenario dargestellt). Dies ist zunächst eine direkte Folge der Wirkungsweise einer verhaltensbasierten Marketingkampagne (erhöhte Wahrscheinlichkeit für Adoptionshandeln, Erhöhung des Gewichts des Grundes für das Ridesharing). Die dauerhafte Wirkung auch über das Ende der Marketingkampagne hinaus ist dadurch zu erklären, dass am Ende der Marketingkampagne nun ein erheblich größeres Reservoir an registrierten Fahrtanbietenden (und auch Mitfahrenden) bereitsteht und dass diese überdies häufiger als vorher überlegt über ihre Mobilitätsoption für die einzelnen Fahrten entscheiden.

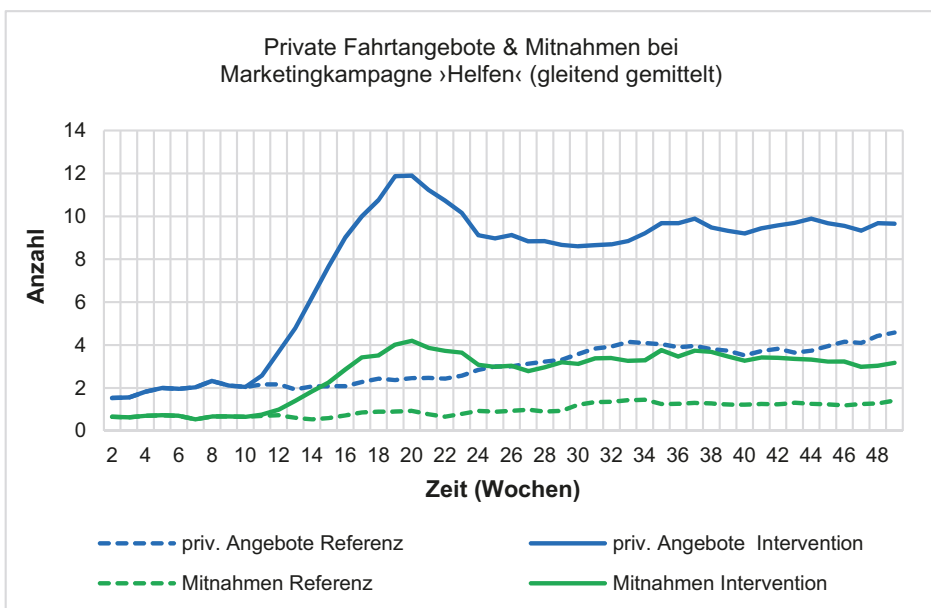


Abbildung 97: Entwicklung der Anzahl der privaten Fahrtangebote sowie der Mitnahmen über die Zeit (gleitend gemittelt über jeweils 5 Zeitschritte) unter Einwirkung einer Marketingkampagne zum Thema Helfen (von Woche 13 bis 21) im Vergleich zum Referenzlauf

12.4.3.2 Marketingkampagne »Umwelt«

Die Wirkung der Marketingkampagne »Umwelt« unterscheidet sich von der Marketingkampagne »Helfen« vor allem auf der Ebene der Registrierung: Hier wirkt die Marketingkampagne »Umwelt« nicht nur stark auf die Anzahl der registrierten Fahrthanbietenden (im Mittel 100,6, also gut das Doppelte des Referenzszenarios, bei einer Streuung von 8,0), sondern auch auf die Anzahl der registrierten Mitfahrenden (im Mittel 149,6, also eine Steigerung um 40,9% im Vergleich zum Referenzszenario, Streuung 7,3). Hinsichtlich der Anzahl der registrierten Mitfahrenden wirkt die Marketingkampagne »Umwelt« also wesentlich stärker als die Marketingkampagne »Helfen«. Hinsichtlich der Anzahl der registrierten Fahrthanbietenden wirken beide Maßnahmen hingegen ähnlich stark. Die Wirkung der Marketingkampagne »Umwelt« ist demnach auf der Ebene der Registrierung breiter oder weniger selektiv als die der Marketingkampagne »Helfen«, was leicht durch die unterschiedlichen Inhalte der beiden Kampagnen und durch die unterschiedlichen Bedürfnisse, an die appelliert wird, zu erklären ist: Im Gegensatz zu einem Fahrthanbietenden hilft jemand, der bei einer anderen Person mitfährt, dadurch anderen Menschen nicht (zumindest nicht direkt); unter dem Aspekt Umwelt hingegen ist sowohl das Mitnehmen als auch das Mitfahren positiv zu bewerten, da durch die gemeinsame Fahrt eine Pkw-Fahrt eingespart wird.

Hinsichtlich der einzelfahrtbezogenen Ergebnisgrößen (Anzahl/Anteil angebotener Pkw-Fahrten, Anteil privater Mitnahmen) ähnelt die Marketingkampagne »Umwelt« stark der Marketingkampagne »Helfen«, wenn auch auf geringfügig erhöhtem Niveau: Der Anteil privater Mitnahmen erreicht hier 2,50%, die Anzahl der Fahrtangebote pro Werktag 1,51.

12.4.3.3 Marketingkampagne »Kontakt«

Die Ergebnisse ähneln qualitativ stark denen der Marketingkampagne »Umwelt«, diesmal allerdings bei allen betrachteten Ergebnisgrößen auf merklich niedrigerem Niveau; so beträgt der Anteil privater Mitnahmen hier nur 1,72% und die mittlere Anzahl von Fahrtangeboten pro Werktag nur 1,13. Wie bei der Marketingkampagne »Umwelt« ist die Wirkung auch bei der Marketingkampagne »Kontakt« hinsichtlich der Anzahl registrierter Mitfahrender sowie der

Anzahl registrierter Fahrtanbietender nicht selektiv, d.h. beide Ergebnisgrößen sind gegenüber dem Referenzlauf in etwa dem gleichen Maße erhöht.

12.4.3.4 Abhängigkeit der Ergebnisse von Modellparametern zur agenteninternen Wirkung

Wie in Abschnitt 12.3.4 dargestellt, gibt es bei einer verhaltensbasierten Marketingkampagne zwei Wirkungspfade auf den Entscheidungsprozess der Agenten. Die letztendliche Wirkung auf die betrachteten Ergebnisgrößen hängt u.a. von zwei Modellparametern ab, die diese Wirkungsstärke auf agenteninterne kognitive Prozesse repräsentieren: die Wahrscheinlichkeit, in den Adoptionsmodus zu wechseln, und der Faktor, um den der adressierte Grund für das Ridesharing (anderen helfen) in der Bewertungsfunktion während der Dauer stärker gewichtet wird (Merkmalsgewicht). Diese beiden Parameter sind einer (direkten) empirischen Fundierung nicht zugänglich und hängen in der Realität entscheidend von Art und Geschick der Umsetzung einer derartigen Kampagne ab, so dass die entsprechenden Werte eher vorsichtig und nach Plausibilitätsüberlegungen gesetzt wurden. In diesem Abschnitt wird der (kombinierte) Einfluss dieser beiden Parameter am Beispiel der Kampagne »Helfen« analysiert. Dabei werden Werte betrachtet, die größer oder gleich den genannten Standardwerten sind, um auszuloten, welche Möglichkeiten theoretisch unter günstigen bis extrem günstigen Voraussetzungen in dem System stecken und unter welchen Annahmen eine solche Steigerung möglich ist.

Wie erwartet, wirkt jeder der beiden Parameter auf alle betrachteten Ergebnisgrößen positiv. Dabei ist in manchen Fällen ein Sättigungseffekt (abnehmende Steigung bei zunehmendem Parameterwert) zu beobachten, in anderen Fällen hingegen eine zunehmende Steigung. Des Weiteren fällt auf, dass die kombinierte Wirkung beider Parameter nicht additiv ist, sondern sich die Wirkung der beiden Parameter gegenseitig verstärkt. Dies ist dadurch zu erklären, dass eine überlegte Entscheidungsfindung mit einer bewussten Bewertung der Handlungsoptionen eine notwendige Voraussetzung dafür ist, dass die erhöhte Gewichtung eines Merkmals überhaupt handlungswirksam werden kann.

Die Anzahl der Fahrtangebote hängt näherungsweise linear von jedem einzelnen der beiden Parameter ab. Unter der extremsten der betrachteten Parameterkonstellationen liegt die Anzahl der Angebote mit 5,65 pro Werktag gut viermal so hoch wie in der Standardkonstellation mit 1,40.

Die Anzahl der Fahrtnachfragen hängt nur relativ schwach von der agenten-internen Wirkungsstärke auf den Handlungsmodus ab und zeigt überdies einen deutlichen Sättigungseffekt. In Abhängigkeit von der Wirkungsstärke auf das Merkmalsgewicht ist hingegen eine wachsende Steigung zu beobachten. In der extremsten Parameterkonstellation ist die Anzahl der Fahrtnachfragen mit 29,7 um knapp die Hälfte höher als in der Standardkonstellation mit 19,9.

Der Anteil privater Mitnahmen zeigt in Abhängigkeit von der Wirkungsstärke auf das Merkmalsgewicht einen näherungsweise linearen Anstieg, in Abhängigkeit von der Wirkungsstärke auf den Handlungsmodus hingegen einen leichten Sättigungseffekt. Ähnlich wie bei der Anzahl der Fahrtangebote ist der Anteil privater Mitnahmen unter der extremsten Parameterkonstellation mit 9,49% über viermal so hoch wie in der Standardkonstellation mit 2,25%. Dies ist das einzige Szenario mit einer einzelnen Maßnahme, in dem der Anteil privater Mitnahmen in die Nähe von 10% gelangt (zu Kombinationsmaßnahmen, die noch höhere Anteile privater Mitnahmen erzielen, \Rightarrow 12.4.5).

Die Anzahl der registrierten Fahrtanbietenden verhält sich ähnlich wie die der Fahrtangebote. Bei der extremsten Parameterkonstellation ist die Anzahl mit 360,0 etwa 3,6-mal so hoch wie bei der Standardkonstellation mit 99,8. Die Anzahl der registrierten Mitfahrenden hängt weitaus weniger von den beiden Parametern ab; die extremste Parameterkonstellation führt hier nur zu einer Erhöhung der Anzahl der registrierten Mitfahrenden um knapp ein Fünftel gegenüber der Standardkonstellation (138,3 vs. 117,6). Hier zeigt sich die selektive Wirkung der Marketingkampagne zum Thema Helfen auf Fahrtanbietende in verstärktem Maße.

12.4.4 Strukturelle Interventionen

In weiteren Simulationsläufen wurde die Wirkung verschiedener struktureller Interventionen geprüft. Hierzu wurden Veränderungen der Taktfrequenz von Mobilfalt (12.4.4.1) und eine erhöhte Zahlung an Fahrtanbietende für die Mitnahme untersucht (12.4.4.2).

12.4.4.1 Erhöhung der Taktfrequenz

In dem zunächst betrachteten Szenario wird die Taktfrequenz von Mobilfalt auf einen 10-Minuten-Takt verdichtet (Referenzszenario: 60 Minuten). Infolge-

dessen haben nun die Teilnehmenden die Möglichkeit, zu deutlich mehr Zeitpunkten Fahrten anzubieten bzw. nachzufragen.

Die **Anzahl registrierter Mitfahrender bzw. Fahrtanbietender** ist gegenüber dem Referenzszenario praktisch unverändert. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Grundlagen für die Entscheidung über die Registrierung unverändert sind – insbesondere wird bei dieser Intervention keine Veränderung der Einstellung zum Ridesharing allgemein oder der speziellen Gründe für das Ridesharing vorgenommen.

Die Erhöhung der Taktfrequenz bewirkt gegenüber dem Referenzszenario eine deutliche, aber dennoch moderate Erhöhung der **Anzahl der Fahrtangebote** von 0,60 auf 0,78; der **Anteil privater Mitnahmen** steigt in ähnlichem Maße von 1,05% auf 1,30%. Dies erklärt sich dadurch, dass bei dichtem Takt sowohl die Nachfrage nach Fahrten als auch – und zwar in größerem Maße – das Angebot von Fahrten attraktiver wird. Die Anzahl der Fahrtnachfragen erhöht sich nur leicht von 18,3 auf nun 19,1 Nachfragen pro Werktag.

Bei **Differenzierung nach Fahrtzwecken der Pkw-Fahrenden** zeigt sich eine selektive Wirkung auf die Mitnahmebereitschaft beim Zweck Arbeit: Hier werden nunmehr 0,016% der Pkw-Fahrten zur Mitfahrt angeboten, mithin das Zweieinhalbfache im Vergleich zum Referenzszenario. Bei den anderen Zwecken bleibt die Wirkung hingegen geringfügig bis moderat (Alltagserledigungen: 0,023% gegenüber 0,019%, Freizeit: 0,015% gegenüber 0,014%). Hier zeigt sich, dass Pkw-Fahrende mit Fahrtzweck Arbeit sensibler auf die durch die Taktverdichtung gesteigerte Flexibilität reagieren.

12.4.4.2 Finanzieller Anreiz zur Mitnahme

In einem weiteren Szenario wurde untersucht, wie sich eine Verdoppelung der Mitnahmevergütung von 30 ct/km auf 60 ct/km auswirkt. Sämtliche untersuchten Ergebnisgrößen weichen nur im niedrigen einstelligen Prozentbereich vom Referenzszenario ab (mit positivem Vorzeichen). Dies verdeutlicht, wie wenig diese Art einer Maßnahme wirkt bzw. wie wenig sie geeignet ist, die Funktionsweise eines Ridesharing-Systems zu verbessern. Dies ist dadurch zu erklären, dass ein derartiger finanzieller Anreiz nur für eine relativ kleine Minderheit der Bevölkerung relevant ist.

Dieser Befund spiegelt die Erkenntnis aus der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten, dass nämlich finanzielle Motive mit Blick auf die Mitnahmefähigkeit eine eher untergeordnete Rolle spielen (⇨ Kap. 6).

12.4.5 Kombinationen von Interventionen

Bisher wurden vorrangig die Ergebnisse von Veränderungen einzelner Interventionen abgebildet. In den folgenden Abschnitten geht es vertiefend darum, welche Wirkungen Maßnahmenkombinationen aufweisen. Insbesondere wird untersucht, ob die Kombination zweier Interventionen im Vergleich zur Summe der Effekte der einzelnen Interventionen stärker oder schwächer oder etwa gleich stark auf bestimmte Ergebnisgrößen wirkt (positiver, negativer oder kein Interaktionseffekt).

12.4.5.1 Personenfokussierte Interventionen und Erhöhung der Taktfrequenz

Bei der Kombination der Marketingkampagne »Helfen« mit der Erhöhung der Taktfrequenz von Stundentakt auf 10-Minuten-Takt ergibt sich ein schwacher positiver Interaktionseffekt bei der Anzahl der Fahrtangebote und der Anzahl der Fahrtnachfragen, jedoch kein deutlicher Interaktionseffekt bei der Anzahl der registrierten Fahrtnachfrager bzw. Mitfahrenden sowie beim Anteil privater Mitnahmen. Die Kombination einer Marketingkampagne »Umwelt«, die analog der Marketing-Kampagne »Helfen« gestaltet wurde, mit der gleichen Erhöhung der Taktfrequenz zeigt ein ähnliches Bild.

12.4.5.2 Zwei personenfokussierte Interventionen

Bei der Kombination von zwei personenfokussierten Interventionen zeigen sich starke positive Interaktionseffekte auf alle betrachteten aggregierten Ergebnisgrößen mit Ausnahme der Anzahl der registrierten Mitfahrenden (hier leicht negativ). Diese sind in Tabelle 49 dargestellt. Hervorstechend sind die starken Interaktionseffekte auf den Anteil privater Mitnahmen: Unter den Standardwerten für die agenteninterne Wirkungsstärke der jeweiligen Marketingkampagne auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht wirkt die Kombination aus »Helfen« und »Kontakt« beinahe doppelt so stark wie die Summe der Einzeleffekte (die Marketingkampagne »Kontakt« adressiert dabei das

Motiv, durch eine Teilnahme andere Leute kennenzulernen). Aber auch hinsichtlich der Anzahl der privaten Fahrtangebote ergeben sich mittelstarke Interaktionseffekte, ähnlich bei der Anzahl registrierter Fahrthanbietender. Hier zeigen sich Selbstverstärkungseffekte (positiver sozialer Einfluss bei verstärkter Nutzung von Ridesharing, erhöhte Matching-Wahrscheinlichkeit).

Bei höheren Parameterwerten für die Wirkungsstärke der einzelnen Marketingkampagnen auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht treten zwar ebenfalls positive Interaktionseffekte auf, deren Größe ist allerdings unterschiedlich je nach Parameterwerten und betrachteter Ergebnisgröße (dies wurde nur für die Kombination der Marketingkampagnen »Helfen« und »Umwelt« untersucht, die einzeln den höchsten Anteil privater Mitnahmen erzielten). Bei Annahme extrem starker Wirkung der einzelnen Marketingkampagnen auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht machen sich deutliche Sättigungseffekte bemerkbar: Die Interaktionseffekte hinsichtlich aller Ergebnisgrößen sind hier deutlich schwächer als bei den Standardparameterwerten, im Falle des Anteils privater Mitnahmen verschwindet der Interaktionseffekt sogar gänzlich (Tabelle 49).

| Interventionen | registrierte Mitfahrende | registrierte Fahrthanbietende | Anzahl Fahrthanfragen | Anteil privater Mitnahmen | Anzahl privater Fahrtangebote |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Helfen und Kontakt (Std.) | – | ++ | + | +++ | ++ |
| Helfen und Umwelt (Std.) | – | ++ | ++ | +++ | ++ |
| Helfen und Umwelt (stark) | – | ++ | +++ | ++ | ++ |
| Helfen und Umwelt (extrem) | — | + | + | 0 | + |

In der Spalte »Interventionen« ist in Klammern die agenteninterne Wirkungsstärke auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht angegeben. Effekte auf die Ergebnisgrößen: —: mittelstark negativ (-50% bis -30%); -: leicht negativ (-30% bis -10%); 0: vernachlässigbar (zwischen -10% und +10%); +: leicht positiv (+10% bis +30%); ++: mittelstark positiv (+30 bis +50%); +++: stark positiv (größer als +50%).

Tabelle 49: Interaktionseffekte bei Kombination zweier verhaltensbasierter Marketingkampagnen.

12.5 Schlussfolgerungen zu personenfokussierten und strukturellen Interventionen

Ein grundlegendes Problem von Mobilfalt, das auch in allen durchgeführten Simulationsläufen zum Ausdruck kommt, liegt in der zu geringen Anzahl von Fahrtn anbietenden bzw. Fahrtangeboten, um die bestehenden Fahrtnachfragen (die hauptsächlich von Menschen kommen, die über keinen Pkw verfügen) durch Ridesharing statt durch teure und ökologisch ungünstigere Taxifahrten abdecken zu können. Darüber hinaus ist bei Menschen mit Pkw-Verfügbarkeit auch die zu geringe Bereitschaft mitzufahren (statt selbst Pkw zu fahren) relevant, wodurch es letztendlich kaum möglich ist, Autofahrten einzusparen.

Die Simulationsergebnisse deuten nun darauf hin, dass unter den gegebenen Bedingungen (d.h. dem aktuellen Angebot von Mobilfalt) das Potenzial der untersuchten Maßnahmen, diese Mängel zu mildern, ziemlich gering ausgeprägt ist. Die größten Potenziale liegen demnach in der Kombination zweier personenfokussierter Interventionen, die unterschiedliche Gründe der Nutzung ansprechen, unter Umständen zusätzlich kombiniert mit einer Taktverdichtung.

Insgesamt zeigt sich allerdings, dass unter den gegebenen Voraussetzungen nur in speziellen Szenarien ein ökonomisch wie ökologisch relevanter Anteil privater Mitnahmen in der Nähe von 10% oder darüber erreicht wird: Dies sind die Kombinationsszenarien »Helfen« und »Umwelt« mit starken bzw. extremen Annahmen bezüglich der Wirkungsstärke der einzelnen Marketingkampagnen auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht mit 12,5% bzw. 18,5% Anteil privater Mitnahmen sowie die Einzelmaßnahmen »Helfen« und »Umwelt«, hier allerdings nur mit extremen Annahmen bezüglich der Wirkungsstärke auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht (dann 9,5% private Mitnahmen).²⁸⁸

288 Inwieweit diese relativ hohen Anteile privater Mitnahmen in der Realität durch solche Interventionen erreicht werden können, kann hier nicht abschließend beurteilt werden, da bezüglich der beiden relevanten auf eine konkrete Intervention bezogenen Modellparameter (Wirkungsstärke auf Handlungsmodus und Merkmalsgewicht) eine Lücke in der empirischen Fundierung des MAS besteht. Das Schließen dieser Lücke bleibt weiterer Forschung vorbehalten; eventuell könnten Methoden und Ergebnisse aus der Marketing-Forschung hierzu Hinweise geben. Allerdings kann auch ohne derartige zusätzliche empirische Untersuchungen aufgrund des hohen Anteils an Routinehandeln bei der Verkehrsmittelwahl und aufgrund des aus der Mobilitätsforschung bekannten veränderungshemmenden Effekts von Routineverhalten vermutet werden, dass die Ergebnisse, die auf vorsichtigeren Annahmen hinsichtlich der beiden Modellparameter beruhen, realistischer sein dürften.

Für eine Steigerung der Mitnahmebereitschaft sind also in erster Linie Maßnahmen entscheidend, die ein altruistisches Motiv (anderen Menschen helfen) sowie ein ökologisches Motiv (Umwelt schonen) ansprechen. In zweiter Linie ist aber auch eine durch eine Taktverdichtung erreichbare zeitliche Flexibilisierung des Systems von Bedeutung.²⁸⁹ Ein finanzieller Anreiz erweist sich hingegen als weitgehend unwirksam, selbst in Kombination mit anderen Maßnahmen.

Die Simulationsergebnisse begründen jedoch die Vermutung, dass – in Übereinstimmung mit einem in der Befragung von einem großen Teil der Bevölkerung ausgedrückten Wunsch – ein allerdings beschränktes zusätzliches Potenzial in einer Erweiterung des Bedienungsgebiets von Mobilfalt auf ein größeres zusammenhängendes Gebiet liegen dürfte²⁹⁰: Bei Berücksichtigung von Mitnahmemöglichkeiten auf Teilstrecken (d.h. Mitnahme von und zu Ortsteilen, die auf der Fahrtstrecke eines Fahrtenbietenden liegen), ergaben sich z.B. beim Referenzlauf 0,97 Angebote pro Werktag anstelle von 0,60 Angeboten ohne Berücksichtigung von Teilstrecken, d.h. die Anzahl der Mitfahrgelegenheiten erhöht sich immerhin um gut 60%. Dieser Unterschied würde sich bei einem größeren Bedienungsgebiet erheblich verstärken, da längere angebotene Strecken mehr Teilstrecken enthalten.

12.6 Empfehlungen für die Fortentwicklung von Mobilfalt

Auf Basis der Untersuchung mit dem Modell lassen sich Empfehlungen zur Gestaltung des Mobilfalt-Angebots und möglicher personenfokussierter Interventionen formulieren. Hierbei ist aber zu beachten, dass die personenfokussierten Interventionen entsprechend den Modellergebnissen unter den gegebenen Bedingungen, d.h. dem aktuellen Angebot von Mobilfalt, nur bedingt Wirkung zeigen können. Insofern dürften weitere Potenziale für die Weiter-

289 Eine Taktverdichtung spricht allerdings nur einen Aspekt einer Flexibilisierung an. Noch nicht untersucht wurde hingegen eine kürzere Vorlaufzeit für Buchungen oder eine Flexibilisierung von Strecken, was ebenfalls eine Form der Flexibilisierung darstellt.

290 Aktuell ist Mobilfalt – mit Ausnahme einer Verbindung zwischen den Kommunen Nentershausen und Sontra – nur für Fahrten innerhalb der jeweiligen Kommune verfügbar. Von den Kommunen des Projekts GetMobil verfügen Witzenhausen, Sontra, Nentershausen und Herleshausen über Mobilfalt (zu den Kommunen vertiefend auch → Kap. 4).

entwicklung von Mobilfalt in einer Änderung der Angebotsmerkmale liegen. Hierzu zählen, wie sich in der Befragung zur Erfassung der Bestimmungsgründe zur Teilnahme an Ridesharing-Angeboten herausgestellt hat, eine weitere zeitliche Flexibilisierung (kurze Buchungsvorlaufzeiten), die streckenmäßige Flexibilisierung und eine grundlegend einfachere Nutzung (⇒ Kap. 6). Insgesamt können auf Basis der Modellergebnisse folgende personenfokussierte Interventionen und strukturelle Interventionen (Angebotsmerkmale) für die Weiterentwicklung von Mobilfalt empfohlen werden:

Personenfokussierte Interventionen

- Hervorhebung des Aspekts des Helfens bei möglichen Maßnahmen insbesondere zur Gewinnung von Fahrtanbietenden,
- Kombination von Maßnahmen zum Aspekt des Helfens mit Maßnahmen zum Thema Umweltschutz bzw. Kontaktmöglichkeiten durch Ridesharing,
- Einplanung von hinreichenden Ressourcen, um die notwendige Aufmerksamkeit für die Maßnahmen zu erzielen und eine Marketingkampagne mit hoher Qualität und treffendem Zielgruppenbezug (u.a. durch die Differenzierung zwischen Fahrtanbietenden und Fahrtnachfragenden, ⇒ Kap. 6) durchzuführen zu können.

Strukturelle Interventionen

- Keine über eine Kostenentschädigung hinausgehenden Zahlungen zur Gewinnung von Fahrtanbietenden einsetzen,
- Prüfung einer Taktverdichtung, aber mögliche Grenzen der Wirksamkeit beachten,
- Prüfung einer Erweiterung des Bedienungsgebietes, aber mögliche Grenzen der Wirksamkeit beachten.

Darüber hinaus können einige allgemeine Empfehlungen zum weiteren Betrieb von Mobilfalt abgeleitet werden:

Allgemeine Empfehlungen

- Motivierung des Potenzials bereits registrierter, aber nicht aktiver bzw. wenig aktiver Nutzender durch gezielte Maßnahmen zur aktiven Teilnahme.
- Prüfung, ob die Anzahl privater Mitnahmen hinreichend für einen dauerhaften Weiterbetrieb von Mobilfalt ist.
- Möglichkeit einer Überführung in ein Anruf-Sammeltaxi (AST) bei den weiteren Planungen miteinbeziehen. Dabei prüfen, ob bestehende Infrastruktur von Mobilfalt (z.B. das Buchungssystem) weitergenutzt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Agatz, N., Erera, A. L., Savelsbergh, M. W., & Wang, X. (2011). Dynamic ride-sharing: A simulation study in metro Atlanta. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 17, 532-550.
- Beckenbach, F., Briegel, R., Konrad, W., Scholl, G., & Zundel, S. (2010). Exploring routines of leisure mobility. *Ökologisches Wirtschaften*, 2, 38-43.
- Briegel, R. (2006). Nachhaltige Freizeitmobilität? – Ein dynamisches aktorsorientiertes Simulationsmodell. Marburg: Metropolis-Verlag.
- Daskalakis, M. (2013). Ansätze einer aktorsbasierten Innovationserklärung Konzeptuelle Überlegungen, empirische Untersuchung und agentenbasierte Modellierung, Universität Kassel, Dissertation. Unter: <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/2014011744782>. Letzter Abruf: 15.04.2019.
- Dubernet, T., Rieser-Schüssler, N., & Axhausen, K.W. (2012). Using a multi-agent simulation tool to estimate the car-pooling potenzial. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 799.
- Galland, S., Knapen, L., Yasar, A., Gaud, N., Janssens, D., Lamotte, O., Koukam, A., & Wets, G. (2014). Multi-agent simulation of individual mobility behavior in carpooling. *Transportation Research Part C*, 45, 83-98.
- Gilbert, N., & Troitzsch, K. (2005). *Simulation for the social scientist*. 2nd edition. Maidenhead: Open University Press.

- Hussain, I., Knapen, L., Galland, S., Yasar, A., Bellmanns, T., Janssens, D., & Wets, G. (2016). Organizational-based model and agent-based simulation for long-term carpooling. *Future Generation Computer Systems*, 64, 125-139.
- Lee, A., & Savelsbergh, M. (2015). Dynamic ridesharing: Is there a role for dedicated drivers? *Transportation Research Part B: Methodological*, 81, 483-497.
- Railsback, S.F., & Grimm, V. (2012). *Agent-based and individual-based modeling: a practical introduction*. Princeton, Woodstock: Princeton University Press.
- Simon, H.A. (1990). Invariants of Human Behavior, *Annual Reviews of Psychology*, 41(1), 1-19.
- Simon, H.A. (1996). *The sciences of the artificial*. 3rd edition. Cambridge, London: MIT Press.
- Simon, H.A. (1999). Problem Solving. In: Wilson, R.A., & Keil, F.C. (Eds.), *The Mit Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA, London: The MIT Press, 674-676.
- Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. (2015). The benefits of meeting points in ride-sharing systems. *Transportation Research Part B: Methodological*, 82, 36-53.
- Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. (2016). Making dynamic ride-sharing work: The impact of driver and rider flexibility. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 91, 190-207.
- Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. (2018). Enhancing urban mobility: Integrating ride-sharing and public transit. *Computers & Operations Research*, 90, 12-21.
- Xing, X., Warden, T., Nicolai, T., & Herzog, O. (2009). SMIZE: A Spontaneous Ride-Sharing System for Individual Urban Transit. In: Braubach, L., van der Hoek, W., Petta, P., & Pokahr, A. (Hrsg.): *Multiagent System Technologies. MATES 2009. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5774. Berlin, Heidelberg: Springer, 165-176.

Anhang

Anhang 1:

Formalisierung der Auswahl und Bewertung von Mobilitätsoptionen

Vorauswahl der Mobilitätsoptionen: Es werden diejenigen Mobilitätsoptionen ausgeschlossen, bei denen mit Blick auf mindestens eines der berücksichtigten Merkmale j gilt:

$$b_{ij}(t) < a_j(t)$$

Dabei bedeutet:

- i Zu bewertende Mobilitätsoption, aus der Menge der Mobilitätsoptionen, die einem Agenten insgesamt zur Verfügung stehen
- j Bei der Bewertung berücksichtigtes Merkmal aus der Menge der insgesamt berücksichtigten Merkmale M (die jeweils berücksichtigten Merkmale entsprechen den in Abbildung 95 bzw. Abschnitt 12.3.3 genannten, nach Registrierung und Fahrtzwecken differenzierten Einflussfaktoren)
- $a_j(t)$ Anspruchsniveau für Merkmal j im Zeitschritt t
- $b_{ij}(t)$ Bewertung der Mobilitätsoption i hinsichtlich des Merkmals j im Zeitschritt t

Bewertung der Mobilitätsoptionen: Die Bewertung einer Mobilitätsoption i erfolgt mit Hilfe einer Bewertungsfunktion, in die die Bewertung der einzelnen Merkmale durch den Agenten und das individuelle Gewicht einfließt, das ein Agent diesem Merkmal beimisst:

$$B_i = \sum_{j \in M} w_j b_{ij}$$

Dabei bedeutet:

- B_i Wert der Bewertungsfunktion für Mobilitätsoption i
- M Menge der berücksichtigten Merkmale (zu den berücksichtigten Merkmalen auch \Rightarrow Abbildung 95 bzw. Abschnitt 12.3.3)
- w_j agentenspezifisches Gewicht des Merkmals j
- b_{ij} Bewertung i hinsichtlich des Merkmals j durch den Agenten

Anhang 2: Regressionen zu den Bestimmungsgründen der Teilnahme an Ridesharing-Angeboten

| Zuordnung Modell | Frage im Fragebogen / Faktor | Mitnahme Alltagsverledigungen | | Mitnahme Zweck Freizeit | | Mitfahrt Zweck Freizeit | | Mitnahme Zweck Arbeit | | Mitfahrt Zweck Arbeit | |
|-------------------------------|---|-------------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|---------|-----------------------|----------|
| | | Beta | | Beta | | Beta | | Beta | | Beta | |
| Einstellung Mitfahrinitiative | Wie finden Sie solche lokalen Mitfahrinitiativen im Allgemeinen? Zustimmung: Eine solche Mitfahrinitiative kann den Zusammenhalt im Ortsteil fördern. | 0,123*** | | 0,163*** | | | | | 0,328** | | 0,235*** |
| | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei solchen Mitfahrinitiativen mitmache und andere Personen aus dem Ortsteil mitnehme, weil ich damit anderen Menschen im Ortsteil helfen kann, die nicht selber fahren können. | 0,315*** | | | | | | | | | |
| | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative mitmache und andere Personen aus dem Ortsteil mitnehme, weil ich in Kontakt zu Leuten aus dem Ortsteil komme. | 0,209*** | | | | | | | 0,315** | | |
| Gründe für die Mitnahme | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative mitmache und andere Personen aus dem Ortsteil mitnehme, weil ich damit meine Fahrtkosten senken kann. | -0,168** | | | | | | | | | |
| | Faktor »Helfen«, »Kontaktbedarf« und »Kostensenkung« | | | 0,228** | | | | | | | |
| | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative mitmache und andere Personen aus dem Ortsteil mitnehme, weil ich damit etwas Gutes für die Umwelt tue. | 0,171*** | | | | | | | | | |
| Gründe für die Mitfahrt | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative bei uns im Ortsteil mitmache und bei anderen mitfahre, weil ich damit günstig mobil sein kann. | | | | | 0,293** | | 0,326*** | | | 0,288** |
| | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative bei uns im Ortsteil mitmache und bei anderen mitfahre, weil ich es gut finde, wenn ich mal nicht selber am Steuer sitzen muss. | | | | | 0,159*** | | | | | 0,335*** |
| | Zustimmung: Ich kann mir vorstellen, dass ich bei einer solchen Mitfahrinitiative bei uns im Ortsteil mitmache und bei anderen mitfahre, weil dies meine Möglichkeiten erhöht, mobil zu sein. | | | | | 0,153* | | | | | |

| Zuordnung Modell | Frage im Fragebogen / Faktor | | Mitnahme Alltags erledigungen | Mitnahme Zweck Freizeit | Mitfahrt Zweck Freizeit | Mitnahme Zweck Arbeit | Mitfahrt Zweck Arbeit |
|-------------------|--|--|---|--|--|--|---|
| | | | Beta | Beta | Beta | Beta | Beta |
| Soziodemographika | Zustimmung: Meine Kosten für Mobilität sind mir zu hoch. | | | | 0,161* | | |
| | Korrigiertes R² | | 0,311 | 0,184 | 0,261 | 0,202 | 0,303 |
| | Abhängige Variable | | Faktor →Alltagsere- digungen (Einkaufen, weitere priv. Erledigun- gen, Gesund- heit) | Wie häufig können Sie sich vorstel- len, jeman- den mitzu- nehmen, wenn Sie zur Freizeit fahren? | Wie häufig können Sie sich vorstel- len, jeman- den mitzu- nehmen, wenn Sie zur Freizeit fahren? | Wie häufig können Sie sich vorstel- len, jeman- den mitzu- nehmen, wenn Sie zur Arbeit fahren? | Wie häufig können Sie sich vor- stellen, bei Menschen aus Ihrem Ortsteil mitzufahren, wenn Sie zur Arbeit fahren? |