



Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

Erkenntnisse aus dem Hub Chain-Reallabor
für Forschung und Praxis

Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

Erkenntnisse aus dem Hub Chain-Reallabor für Forschung und Praxis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern teilweise nur die männliche und manchmal auch nur die weibliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat lediglich redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.



Inhalt

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Hinleitung: Die Rolle des suburbanen und ländlichen Raums für die Mobilitätswende | 5 |
| 2. | Das Projekt Hub Chain: On-Demand-Betrieb von Shuttles in ländlichen und suburbanen Räumen – mit Anschlussgarantie | 11 |
| 3. | Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum | |
| 3.1 | Was ist beim Betrieb von On-Demand-Bussen zu beachten? | 16 |
| 3.2 | Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb? | 17 |
| 3.3 | Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten? | 21 |
| 3.4 | Zusammenfassung der Learnings | 23 |
| 4. | Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im suburbanen Raum | |
| 4.1 | Was ist beim Shuttle-Betrieb im suburbanen Raum zu beachten? | 26 |
| 4.2 | Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb im suburbanen Raum? | 29 |
| 4.3 | Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten? | 31 |
| 4.4 | Zusammenfassung der Learnings | 32 |
| 5. | Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im ländlichen Raum | |
| 5.1 | Was ist beim Shuttle-Betrieb im ländlichen Raum zu beachten? | 36 |
| 5.2 | Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb im ländlichen Raum? | 38 |
| 5.3 | Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten? | 39 |
| 5.4 | Zusammenfassung der Learnings | 40 |
| 6. | Leitfaden für fahrerlose Shuttles in suburbanen und ländlichen Räumen | |
| 6.1 | Was ist beim autonomen Shuttle-Betrieb zu beachten? | 44 |
| 6.2 | Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen autonomen Shuttle? | 49 |
| 6.3 | Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten? | 52 |
| 6.4 | Zusammenfassung der Learnings | 53 |
| 6.5 | Konkrete Handlungsempfehlungen für den Betrieb autonomer Shuttles | 54 |
| 6.6 | Ausblick | 56 |
| | Quellen | 58 |
| | Impressum | 59 |



Hubi

- hochautomatisiert
- Geschwindigkeit max. 15 km/h
- 6 Sitzplätze
- barrierefrei
- bietet Anschluss an den Linienbus
- noch vom Steward begleitet –
perspektivisch fahrerlos



Hinleitung: Die Rolle des suburbanen und ländlichen Raums für die Mobilitätswende

1. **Hinleitung:**
Die Rolle des suburbanen und ländlichen Raums für die Mobilitätswende

90 Prozent der Fläche Deutschlands gelten als ländlicher Raum. Dort leben mehr als 13 Millionen Menschen. Damit ist etwa jeder sechste Deutsche im ländlichen Gebiet zu Hause. In anderen europäischen Ländern ist der Anteil sogar noch höher. In Irland beispielsweise wohnen mehr als drei Viertel der Einwohner auf dem Land (Eurostat 2013).

Im ländlichen Raum lebt also in vielen Staaten ein nicht unerheblicher Teil der Bürgerinnen und Bürger. Deren Verhaltensweisen und Wünsche sollten bei Überlegungen Zukunftsthemen betreffend unbedingt beachtet werden – das gilt auch besonders für die Mobilitätswende.

Das Auto bestimmt den Verkehr im ländlichen Raum

Viele Menschen, die im ländlichen Raum zu Hause sind, setzen auf das private Auto. Das zeigt sich deutlich am Autobesitz: Während in den deutschen Metropolen 42 Prozent der Menschen auf ein eigenes Auto verzichten, ist in kleinstädtischen und dörflichen Räumen hingegen nur jeder Zehnte autolos (infas 2019, S. 11).

Oftmals sind die Menschen im ländlichen Raum schlichtweg auf ihren PKW angewiesen, weil ein fehlendes oder ausgedünntes öffentliches Nahverkehrsnetz Mobilität ohne

eigenes Auto unmöglich oder extrem aufwendig macht. Es sind also dringend innovative Mobilitätslösungen gefragt – sowohl im Sinne der Daseinsvorsorge als auch im Hinblick auf die Verkehrswende.

Pendlerströme belasten den Stadtverkehr

In Städten sollen autoarme Quartiere, Shared-Mobility-Angebote und neue Radwege das Auto überflüssig machen und damit die Lebensqualität erhöhen. Das wird leider kaum funktionieren, solange täglich Pendler mit ihrem privaten PKW in die Städte strömen. In Metropolen wie Frankfurt, Stuttgart oder Düsseldorf fährt beispielsweise jeden Tag mehr als die halbe Einwohnerzahl ein und aus. In Osnabrück pendeln täglich fast 26.000 Einwohnerinnen und Einwohner zur Arbeit aus der Stadt hinaus und 57.000 Beschäftigte hinein (Bundesagentur für Arbeit, Stand: 30.06.2019).

Selbst Pendlerinnen und Pendler, die gerne auf ein eigenes Auto verzichten würden, können nicht einfach auf Bus und Bahn umsteigen. Dafür ist außerhalb der Stadtzentren das Pendeln mit dem öffentlichen Verkehr (ÖPNV) oft noch viel zu umständlich und unflexibel. Darüber hinaus bringt es erheblich längere Fahrtzeiten mit sich als die Fahrt mit dem eigenen Auto.

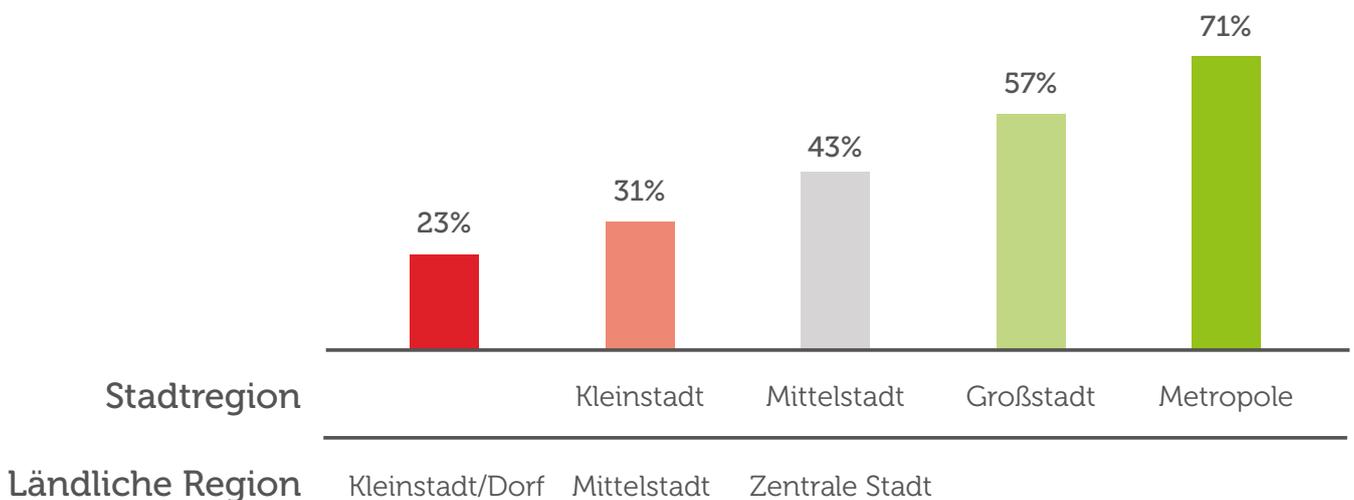


Abb. 1 Zufriedenheit mit dem ÖPNV nach Wohnort (infas 2019, S. 25)

Mobilitätswende braucht suburbanen und ländlichen Raum

Auch der Freizeit- und Versorgungsverkehr in suburbanen und ländlichen Räumen ist vom Auto abhängig, weil gerade am Wochenende die Fahrpläne des ÖPNV noch ausgedünnter sind als unter der Woche. Die Folge: Sowohl der Autobesitz als auch der prozentuale Anteil der Reisenden, die das Auto als Verkehrsmittel nutzen, bleiben in Deutschland unverändert hoch. Die Gewinne für die Mobilitätswende in den Städten werden somit schlichtweg von steigenden PKW-Zahlen und Personenkilometern im suburbanen und ländlichen Raum aufgezehrt.

Die Lösung kann nur im öffentlichen Verkehr liegen. Dabei ist ein flächendeckender, eng getakteter öffentlicher Nahverkehr auf dem Land zwar eine schöne, nur leider unbezahlbare Vision. Daher werden schon seit Jahren neue Ansätze erprobt, um den ÖPNV auch auf dem Land – innerhalb der wirtschaftlichen Grenzen – flexibler und attraktiver zu gestalten.

Bedarfsverkehre im ländlichen Raum:

Anrufsammeltaxi (AST):

Anrufsammeltaxen ermöglichen eine ÖPNV-Anbindung auf wenig nachgefragten Strecken, meist mit festen Fahrtzeiten, aber flexiblen Linien. Die Fahrt muss einige Zeit vor Abfahrt entweder telefonisch oder online gebucht werden und wird meist mit einem Aufschlag berechnet. AST werden durch verschiedene Anbieter (ÖPNV-Unternehmen, private Anbieter etc.) angeboten.

Rufbus:

Rufbusse gleichen AST, werden jedoch bei höherer Nachfrage eingesetzt und mit Bussen des Verkehrsverbunds sowie eigenen Fahrerinnen betrieben.

Bürgerbus:

Der Bürgerbus ist ein Rufbus, der über eine bürgerschaftliche Initiative mit ehrenamtlichen Fahrern betrieben wird.

Mobilitätsangebote für die letzte Meile

Besonders auf dem Land ist es wichtig, Nutzern des öffentlichen Verkehrs Angebote zu machen, mit denen sie von der ÖPNV-Station die „letzte Meile“ bis zu ihrem Ziel zurücklegen können. Nur so stellt der öffentliche Verkehr eine attraktive Alternative zum eigenen Auto dar. Während in Städten viele Angebote wie Ridehailing oder Carsharing, Bikesharing und Scootersharing (Shared-Mobility-Angebote) zur Verfügung stehen, gehen ländliche und suburbane Gebiete diesbezüglich meist leer aus. Grund dafür ist, dass kommerzielle Shared-Mobility-Anbieter oder Ridehailing-Dienste wegen der begrenzten Nachfrage kein Interesse haben in diesen Gebieten ein Angebot bereitzustellen.

Dabei sind besonders hier Bedarfsverkehre dringend nötig – im Sinne der Daseinsvorsorge und der Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen sowie nicht zuletzt zur Förderung der Mobilitätswende. ÖPNV-Unternehmen müssen daher Betreibermodelle finden, die einen möglichst hohen Nutzen für die Bewohnerinnen und Bewohner von Stadtrandlagen und ländlichen Räumen bieten und dabei wirtschaftlicher als ein Linienbetrieb mit großen Bussen sind. Mit Hilfe des richtigen Flottenmanagements und Informationskonzepts kann es auch in weniger verdichteten Gebieten gelingen, ein attraktives, kundenorientiertes Mobilitätsangebot bereitzustellen. Eine Schlüsselrolle dabei spielen On-Demand-Angebote als Zubringer zur nächsten Bus- und Bahnstation.

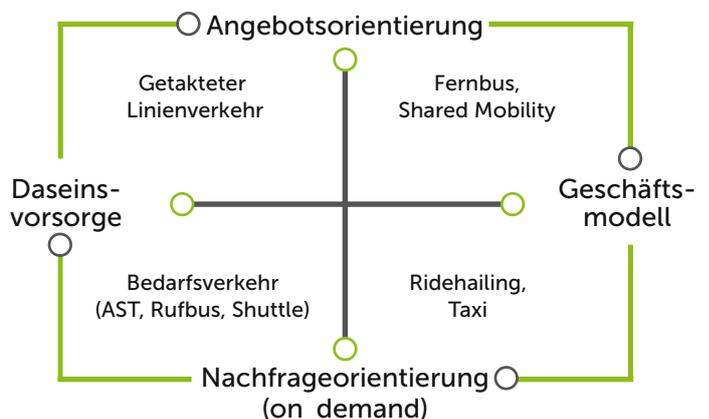


Abb. 2 On-Demand-Verkehre als Teil der Daseinsvorsorge

1. Hinleitung: Die Rolle des suburbanen und ländlichen Raums für die Mobilitätswende

Lösungsansatz: On-Demand-Verkehre in lokalen Hubs

Bedarfsverkehre fahren Kundinnen und Kunden des ÖPNV örtlich oder zeitlich flexibel nach Bedarf. Sie fahren nur auf Bestellung und variieren von fahrplan- und haltestellengebundenen Angeboten bis hin zu zeitlich völlig flexiblen Tür-zu-Tür-Bedienungen. Zu solchen Bedarfsverkehren im ländlichen Raum gehören beispielsweise Anrufsammeltaxen, Rufbusse und Bürgerbusse. Sie binden Orte an den öffentlichen Verkehr an, in denen es keine Bus- oder Bahnverbindung (mehr) gibt. Dabei müssen sie oftmals längere Zeit im Voraus gebucht werden oder fahren nur nach festen Routen oder Fahrplänen.

Seit einigen Jahren werden vermehrt On-Demand-Verkehre etabliert, die eine noch flexiblere Nutzung möglich machen. Die Vorteile dieser Bedarfsverkehre sind vielfältig: Sie sind spontan und digital buchbar, liefern Echtzeitinformationen über die Bewegung des Fahrzeugs und bieten durch eine Vielzahl von Haltepunkten einen sehr flexiblen Ein- und Ausstieg. Zunehmend werden auch autonome Kleinbusse erprobt, um durch den Wegfall des Fahrers potenziell Kosten sparen zu können. In Kombination mit Apps, die Informationen zu Umstiegen, Wartezeiten und Anschlüssen liefern, erhalten besonders ländliche und suburbane ÖPNV-Kunden durch On-Demand-Verkehre eine Möglichkeit, die letzte Meile zurückzulegen.

Bahn- oder Busstationen werden über verschiedene Mobilitätsangebote, wie zum Beispiel (autonome) On-Demand-Shuttles, Anrufsammeltaxen, E-Bike- und Carsharing oder P+R-Parkplätzen zu sogenannten lokalen Hubs. Mit ihnen werden die umliegenden Gebiete an eine Hauptlinie, die Chain, angebunden. Auf diese Weise kann die Erreichbarkeit besonders in ländlichen und suburbanen Räumen erhöht werden.

Eine große Bedeutung haben in diesem Zusammenhang auch sogenannte MaaS-Plattformen (MaaS = Mobility as a Service). Über diese Plattformen finden Nutzer zu jeder Zeit und für jeden Bedarf alle multimodalen Angebote und können sich in Echtzeit über Kosten und Verfügbarkeit informieren. Durch die Kombination verschiedener Angebote werden intermodale Reiseketten möglich, mit denen sich Kundinnen und Kunden im Bediengebiet besonders flexibel bewegen können. Auf diese Weise soll der Umstieg vom Privatauto auf den ÖPNV attraktiver werden.

Wie Hubs physisch, betrieblich und digital im Detail in das öffentliche Verkehrssystem eingebunden werden sollen, ist noch offen. Genau hier setzt das Projekt Hub Chain an.

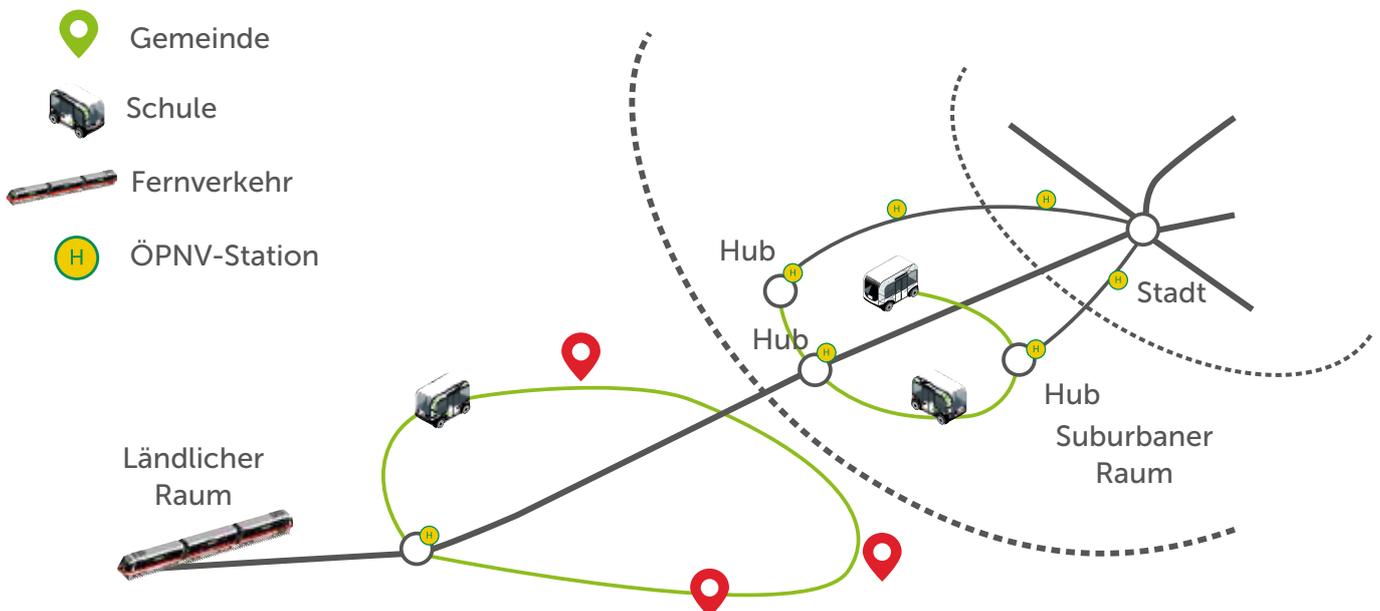


Abb. 3 Mobilitätsschema mit autonomen Shuttles im ländlichen und suburbanen Raum



Info

Eine MaaS-Plattform ist eine Backend-Komponente, über die Mobilitätsangebote wie öffentliche Verkehrsmittel, Sharing-Angebote, Shuttle- oder Taxidienste vernetzt werden, sodass die Nutzer über ein zentrales Frontend (App oder Webseite) Zugriff auf die Dienste haben.





Das Projekt Hub Chain: On-Demand-Betrieb von Shuttles in ländlichen und suburbanen Räumen – mit Anschlussgarantie

2. Das Projekt Hub Chain: On-Demand-Betrieb von Shuttles in ländlichen und suburbanen Räumen – mit Anschlussgarantie

Das Projekt Hub Chain hatte den Auftrag On-Demand-Verkehre und Taktverkehre zu verknüpfen. Dazu untersuchte das Projektteam die Potenziale von Digitalisierung und Automatisierung für den öffentlichen Verkehr in ländlichen und suburbanen Räumen. Ziel war es, dass dort ansässige Kunden durch On-Demand-Verkehre die Möglichkeit erhielten, mit garantiertem Umstieg in nahegelegene Zentren zu gelangen.

Das Hub-Chain-Projektteam hat im Sinne eines Reallabors gearbeitet. Das bedeutet, die Innovationen wurden unter realen Bedingungen getestet. Darüber hinaus wurde mit Nutzern diskutiert, was sie von einem On-Demand-Angebot mit Shuttles erwarten.

Erprobung eines fahrerlosen Shuttles in Osnabrück und im Osnabrücker Land

Die Stadtwerke Osnabrück AG haben bereits viel Erfahrung bei der Erforschung der multimodalen Mobilitätswelt: Im Projekt e-connect wurde beispielsweise ein elektrisches Car-sharing-Angebot etabliert; im Projekt 3-connect sammelten die Stadtwerke Osnabrück Erfahrungen mit der Integration einer intermodalen Routenplanung in ihre Mobilitätsplattform, den VOSPilot. Im Projekt Hub Chain erprobten die Stadtwerke Osnabrück nun, wie ein autonomer Kleinbus als Last-Mile-Angebot genutzt werden könnte.

Hubi ist ein Kleinbus vom Typ EZ 10 von EasyMile. Er wurde zunächst auf dem Gelände der Stadtwerke Osnabrück getestet, dann im suburbanen Raum am WissenschaftsPark Osnabrück (WPO) und schließlich im ländlich geprägten Bad Essen. Der Software-Spezialist Hacon Ingenieurgesellschaft mbH hat das dazugehörige On-Demand-Buchungssystem entwickelt, mit dem Hubi von den Fahrgästen bestellt werden konnte. Darüber hinaus hat Hacon die Einbindung in den VOSPilot, die Mobilitätsplattform der Stadtwerke Osnabrück, vorbereitet.

Anbindung von Bürgerbussen im Elde-Quellgebiet an den Taktverkehr

Im Elde-Quellgebiet im ländlichen Raum von Mecklenburg-Vorpommern ist die Mobilitätsinfrastruktur weitgehend marode oder aus finanziellen Gründen heruntergefahren. Busse fahren – wenn überhaupt – nur noch zur Schülerbeförderung. Die Menschen sind stark auf das eigene Auto angewiesen. Mit Unterstützung vom Kompetenzzentrum

ländliche Mobilität (KOMOB) haben die Menschen vor Ort das Angebot der ELLI-Nachbarschaftsbusse ins Leben gerufen. Fahrgäste können die Fahrzeuge bei Bedarf buchen. ELLI wird als Nachbarschaftsverein betrieben. Fahrer und Management arbeiten ehrenamtlich.

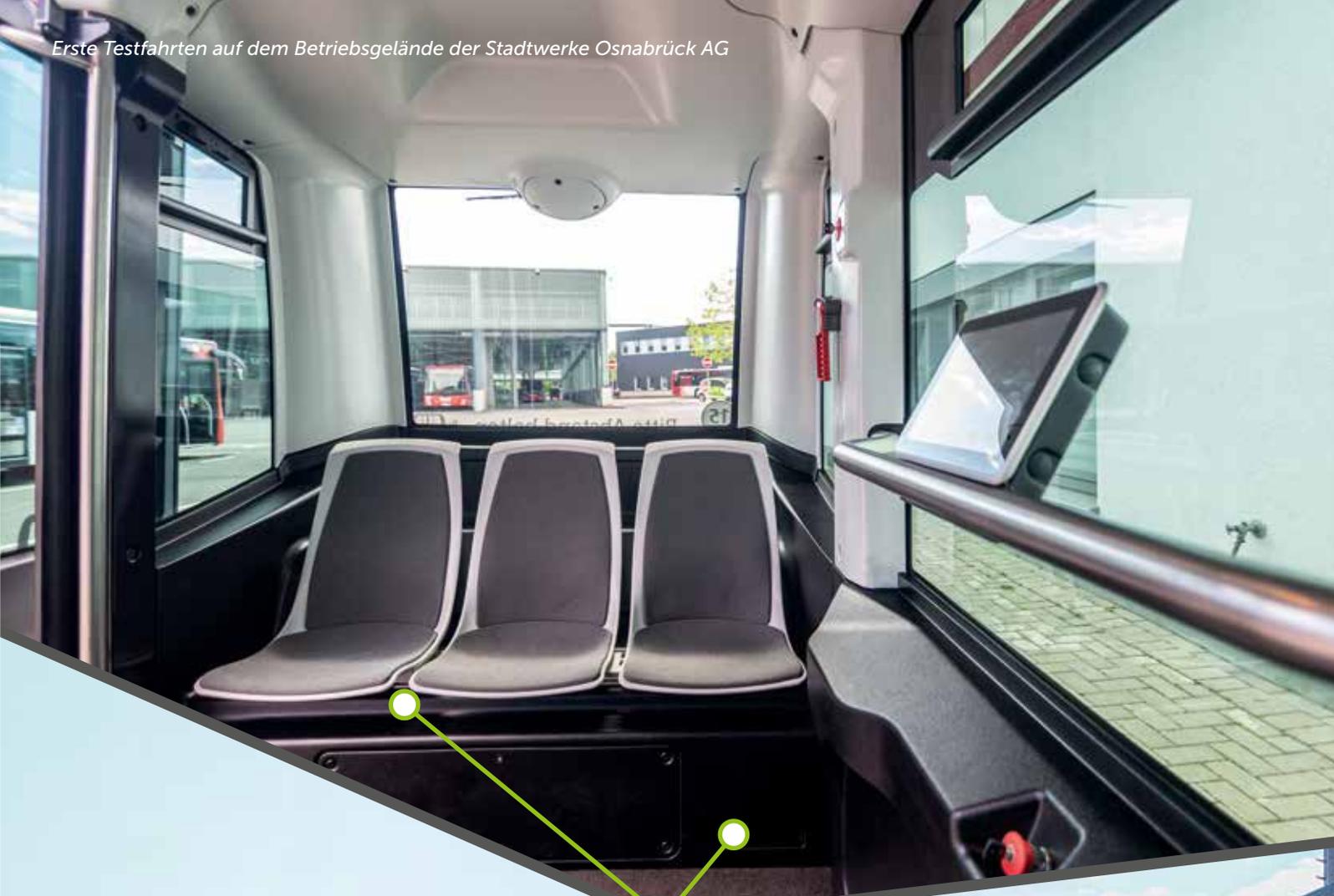
Im Projekt Hub Chain entwickelte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine Buchungs- und Distributionsplattform für die ELLI-Busse. Auf diese Weise sollte der Service für die Fahrgäste verbessert und das bisher eigenständige Angebot mit dem öffentlichen Verkehr verknüpft werden. Die Dörfer in der Region wurden durch das Projekt on demand an die Fernbahnstation in Wittstock-Dosse und an den ZOB in Röbel (Müritz) angebunden.

Nutzerbefragungen und Untersuchung von Geschäftsmodellen

Sowohl für den suburbanen Raum in Osnabrück als auch den ländlichen Raum in Bad Essen hat die Dornier Consulting International GmbH (DCI) die Nutzeranforderungen an einen On-Demand-Betrieb mit oder ohne Fahrer erfasst. Außerdem hat das Beratungsunternehmen die Testfelder in Bad Essen und in Osnabrück mit Nutzerbefragungen und Fokusgruppendifkussionen begleitet. 2018 wurden von der Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH im Rahmen von Hub Chain zusätzlich eine deutschlandweite Befragung zur Akzeptanz von fahrerlosen Shuttles als Zubringer zum ÖPNV sowie verschiedene Nutzertests mit einem autonomen Kleinbus auf dem EUREF-Campus in Berlin durchgeführt. Ergänzend hat das IKEM – Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V. potenzielle Geschäftsmodelle für den Betrieb der Mobility-as-a-Service-Plattformen (MaaS-Plattformen) untersucht sowie die rechtliche Situation für den fahrerlosen Shuttle-Betrieb.

Mit diesem interdisziplinären und praxisnahen Forschungs- und Entwicklungsansatz erhielt das Projekt Hub Chain 2020 den Innovationspreis Reallabore des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie den Deutschen Mobilitätspreis des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

In diesem Leitfaden möchten wir nun die Erfahrungen aus dem Projekt Hub Chain weitergeben. Wir hoffen, dass andere Verkehrsunternehmen sowie Plattform-Anbieter, Städte und Gemeinden diese Erfahrungen nutzen können, um ihren Beitrag zur Mobilitätswende in Stadt und Land zu leisten.







Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

3.1 Was ist beim Betrieb von On-Demand-Bussen zu beachten?



Branding des Shuttles

Die rechtliche Lage für einen Regelbetrieb von Shuttles

Für den wirtschaftlichen Regelbetrieb von On-Demand-Shuttles braucht es perspektivisch weitere Genehmigungen nach dem Personenbeförderungsrecht, die für den kostenlosen Testbetrieb zunächst nicht erforderlich waren. Die Herausforderung: On-Demand-Zubringerverkehre sind noch nicht im sogenannten Numerus clausus des Personenbeförderungsrechts vorgesehen. Deshalb trifft der Shuttle-Betrieb derzeit auf rechtliche Hürden. Das bringt vor allem für die Finanzierung durch öffentliche Gelder Probleme mit sich, die insbesondere beim Betrieb im ländlichen Raum dringend erforderlich ist. Die Fahrgeldeinnahmen allein reichen für einen eigenwirtschaftlichen Betrieb in keinem Fall aus.

Zurzeit werden On-Demand-Verkehrsangebote in der Regel über die Auffangnorm des §2 Abs. 6 PBefG in Verbindung mit den Vorschriften über den Linienverkehr genehmigt. Diese Genehmigungsart bezeichnet man als „atypischen Linienverkehr“. Dieser erfordert häufig – die konkreten Vorgaben sind je nach Genehmigungsbehörde unterschiedlich und nicht gesetzlich definiert – die Einrichtung sogenannter virtueller Haltestellen. Darunter versteht man mögliche Zustiegspunkte in einem Gebiet, die aber nicht wie die klassische Haltestelle ausgedehnt werden. In Extremfällen könnten diese virtuellen Haltestellen beispielsweise an jeder Haustür vorgesehen sein. Diese Rechtslage soll in der kommenden Reform des Personenbeförderungsrechts dahingehend geändert

werden, dass On-Demand-Verkehre als Linienbedarfsverkehre zugelassen werden können, wenn sie im Rahmen des ÖPNV und nicht privatwirtschaftlich durchgeführt werden. Dadurch würde die Rechts- und Finanzierungssicherheit dieser Angebote gestärkt.

Einen gesonderten Leitfaden zu fahrerlosen Shuttles finden Sie in Kapitel 6.

Die Anpassung von Betriebsprozessen

Die Integration des On-Demand-Shuttles erfordert neue Strukturen im Verkehrsbetrieb. Das Management einer großen, flexiblen Fahrzeugflotte stellt neue Anforderungen, unter anderem an die Fahrzeug- und Fahrerdisposition, an Wartungs- und Instandhaltungsprozesse, an das Lademanagement bei E-Fahrzeugen und an die Leitstelle als Schnittstelle zum Taktverkehr.

Damit die Fahrzeuge optimal ausgelastet sind, müssen Pausenzeiten der Fahrer, Ladezeiten und Betriebszeiten für Personen intelligent miteinander koordiniert werden. Hierfür bedarf es neuer Tools und interner Prozesse, auf die ein Teil der Mitarbeiter vorbereitet werden muss. Deshalb müssen Verkehrsbetriebe neue Kompetenzen bezüglich der digitalen Vernetzung und Steuerung unterschiedlicher Mobilitätsangebote entwickeln.

3.2 Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb?

Die potenziellen Nutzer und ihre Erwartungen

On-Demand-Shuttles als Zubringer zur nächsten Bahn- oder Busstation erhöhen in schlecht angebundenen Gebieten die Lebensqualität. Das gilt vor allem für Menschen, die nicht jede Fahrt mit dem eigenen Auto erledigen können oder möchten. Aus diesem Grund profitieren besonders bestimmte Zielgruppen von einem flexibleren ÖPNV in ländlichen und suburbanen Gebieten, zum Beispiel:

- Senioren, die kein eigenes Auto besitzen oder sich beim Autofahren nicht mehr sicher fühlen
- Kinder und Jugendliche
- Pendler, die nicht ständig Zugriff auf ein Auto haben

Je nachdem, ob der Shuttle in einem urbanen, suburbanen oder ländlichen Gebiet betrieben wird, haben die Nutzer unterschiedliche Erwartungen und Anforderungen. Das liegt vor allem daran, dass sie in den unterschiedlichen Räumen andere Mobilitätsroutinen haben sowie die Erreichbarkeit mit dem ÖPNV-Angebot unterschiedlich wahrnehmen. Während in den Städten 60 Prozent der Befragten das ÖPNV-Angebot für jederzeit ausreichend halten, stimmen dem in suburbanen Gebieten nur die Hälfte und in ländlichen Räumen nur ein Viertel der Befragten zu.

Daraus resultiert: Ein nachfrageorientierter ÖPNV mit einem Shuttle-Angebot als Zubringer in städtischen Randlagen

muss komplett anders organisiert werden als auf dem Land. In Kapitel 4 widmet sich der Bericht daher zunächst On-Demand-Verkehren im suburbanen, in Kapitel 5 dann Bedarfsverkehren im ländlichen Raum.

Die wirksame Kundenansprache

On-Demand-Verkehre zeichnen sich durch einen direkten und individuellen Kontakt zwischen Fahrer und Fahrgast aus. Der Fahrer berücksichtigt persönlich oder per App mitgeteilte individuelle Fahrtwünsche. Das sollte sich auch in der Außendarstellung des neuen Mobilitätsangebots widerspiegeln. Aus diesem Grund ist es wichtig, qualifiziertes und engagiertes Servicepersonal einzusetzen, das dem Bedarfsverkehr ein modernes und persönliches Image verleiht. So können auch neue Zielgruppen erreicht werden, die den klassischen ÖPNV bisher nicht genutzt haben.

Zur Kundenansprache gehört auch, ein gutes Branding zu entwerfen, mit dem das neue Mobilitätsangebot beworben werden kann. Im Projekt Hub Chain wurde mit Hubi als Namen für den Shuttle eine starke Marke etabliert, die von den Nutzern positiv aufgenommen wurde und sich für viele Marketingzwecke nutzen ließ. So wurde das Fahrzeug selbst mit dem Hub Chain- und Stadtwerke Osnabrück-Branding gestaltet. Auch ein Hubi-Promotion-Video wurde angefertigt und eine grafische Hubi-Darstellung für alle weiteren Materialien wie Flyer oder Präsentationen entworfen.

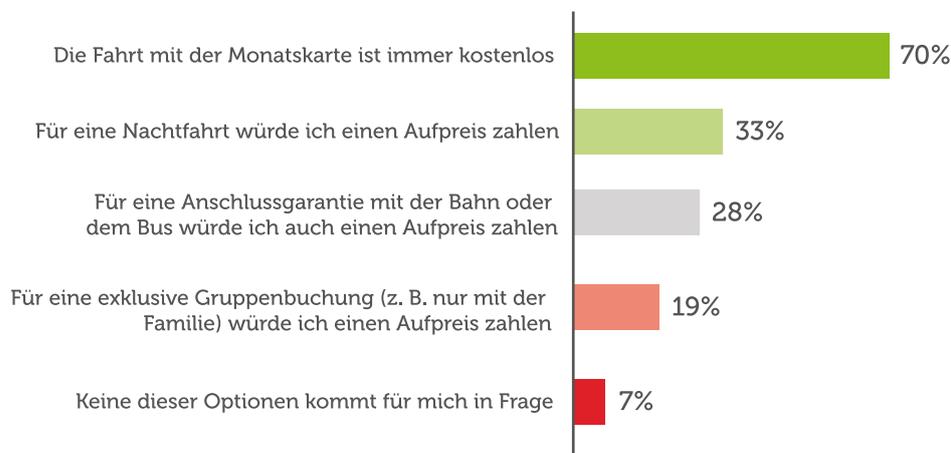


Abb. 4 Angebotsmodelle für Hubi, Befragung der Teilnehmer

3. Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

Umstiege aus Nutzersicht

Viele Menschen stört es zwischen Verkehrsmitteln zu wechseln. In der deutschlandweiten Hub Chain-Befragung hat nur etwa jeder Sechste kein Problem damit, unterschiedliche Verkehrsmittel auf einem Weg zu nutzen, während 70 Prozent dies eher lästig bis sehr lästig finden. Die Umstiegswege sind für die Hälfte der Befragten und die Wartezeit auf den nächsten Anschluss ist für mehr als drei Viertel der Nutzer zu lang. Der Sinn und Zweck eines Last-Mile-Shuttles ist es also, die Umstiege im Sinne eines nahtlosen Übergangs räumlich und zeitlich so zu optimieren, dass Wartezeiten und Transferwege minimal sind. Damit wird ein wesentliches Akzeptanzhemmnis für intermodale Wege verringert.

Bei den Fokusgruppendifkussionen wurde deutlich: Die Nutzer gehen davon aus, dass die Umstiege beim Shuttle nahtlos erfolgen. Sie gaben auch an, dass sie beim Shuttle grundsätzlich keine Tür-zu-Tür- oder Tür-zu-Station-Bedienung erwarten. Daher haben sie auch kein Problem, zu einer Haltestelle zu gehen. Diese sollte sich jedoch in der Nähe befinden. Die Fahrgäste würden den Shuttle als Zubringer zum ÖPNV nutzen sowie als Verkehrsmittel, wenn ihr Ziel in der Nähe der ÖPNV-Station liegt. Schließlich haben die Diskussionsteilnehmer hervorgehoben, dass vor allem eine Querverbindung zwischen zwei Bus- oder Bahnlinien in einigen Gebieten sinnvoll sein kann.

Verbindliche Vorabbuchung aus Nutzersicht

In den Fokusgruppendifkussionen haben die Nutzer zwei unterschiedliche Buchungssituationen definiert:

1. Terminbuchung: Der Fahrgast hat einen festen Termin und muss zu diesem Zeitpunkt garantiert am Ziel sein.
2. Spontanbuchung: Der Fahrgast möchte demnächst fahren, hat aber noch andere Mobilitätsoptionen oder Zeit, auf eine andere Verbindung zu warten.

Im ersten Fall, der Terminbuchung, reservieren die Nutzer einen Sitzplatz mit einem längeren Vorlauf, also einen Tag bis zu einer Stunde im Voraus. Sie möchten sich damit einen Sitzplatz garantieren und sicher sein, dass sie pünktlich ihr Ziel erreichen. Die Möglichkeit der Terminbuchung bieten vor allem geteilte Ridehailing-Angebote im urbanen Raum nicht, da für sie ein flexibler Betrieb wichtig ist.

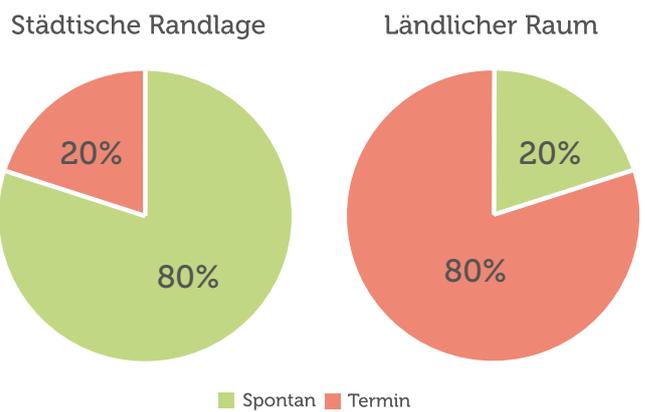


Abb. 6 Geschätzter Anteil von Spontan- und Terminbuchungen im suburbanen und im ländlichen Raum

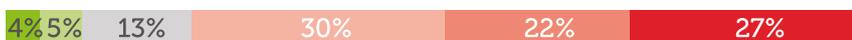
Beim Umsteigen sind mir die Wege zwischen den Verkehrsmitteln zu weit.



Mehrere Verkehrsmittel auf einem Weg zu nutzen, finde ich lästig.



Bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel ärgern mich besonders die langen Wartezeiten.



■ Trifft überhaupt nicht zu
 ■ Trifft nicht zu
 ■ Trifft eher nicht zu
 ■ Trifft eher zu
 ■ Trifft zu
 ■ Trifft voll und ganz zu

Abb. 5 Akzeptanz von Umstiegen auf einem Weg, Hub Chain Nutzerbefragung (n=1.671), aufgrund von Rundungen ergeben sich in den Grafiken nicht immer 100 Prozent.

Im zweiten Buchungsfall handelt es sich um eine Spontanbuchung etwa eine Stunde oder sogar noch weniger Zeit im Voraus. Die Nutzer rechnen damit, dass bei der spontanen Anfrage der Bus schon voll sein könnte und sie entweder auf den nächsten Zubringer warten oder doch ein anderes Verkehrsmittel wählen müssen.

Geschätzter Anteil von Spontan- und Terminbuchern im suburbanen und ländlichen Raum.

Das Verhältnis zwischen Spontan- und Terminbuchenden ist auf dem Land und in städtischen Randlagen unterschiedlich. Auf Basis der Hub Chain-Erfahrungen kann der Anteil der Spontanbucher in suburbanen Gebieten auf etwa 80 Prozent geschätzt werden, während auf dem Land voraussichtlich nur jeder Fünfte mit weniger als einer Stunde Vorlauf einen Platz im Shuttle anfragen würde.

Natürlich sind für das Flottenmanagement lange Vorbuchungsfristen vorteilhaft, da die Fahrzeugdisposition dann besser planbar ist. Für Spontanbucher wäre es hingegen ideal, wenn sie sehr kurzfristig einen Sitzplatz buchen könnten. In der deutschlandweiten Befragung wurden die Nutzer daher gefragt, welche Zeiträume zwischen Buchung und Fahrtbeginn sie akzeptieren würden.

Für mehr als die Hälfte der Befragten wäre eine Zeitdifferenz zwischen Shuttle-Bestellung und tatsächlichem Fahrtbeginn von einer halben Stunde akzeptabel. Immerhin ein Drittel der Befragten kann sich auch eine Nutzung bei einer ganzen Stunde Vorlaufzeit vorstellen. Noch längere Zeitintervalle

werden jedoch nur von weniger als einem Viertel der Befragten akzeptiert. Bei Bewohnerinnen und Bewohnern in ländlichen Räumen ist dabei die Akzeptanz für längere Vorabbuchungen höher als in urbanen und suburbanen Räumen.

Welche Informationen erwarten Nutzer in der App?

In der deutschlandweiten Hub Chain-Befragung wurden die Nutzeranforderungen an die Buchungs-App für den On-Demand-Shuttle erfragt. Zunächst muss festgehalten werden: Den Shuttle per App zu buchen ist keine Selbstverständlichkeit. Etwa die Hälfte der Probanden würde den Shuttle gern von einem Terminal an der Haltestelle aus rufen und etwa 60 Prozent würden eine telefonische Reservierung bevorzugen. Da aber 92 Prozent der Befragten ein Smartphone besitzen, wurde gezielt nach spezifischen Buchungsfunktionen für den fahrerlosen Shuttle via Smartphone gefragt. Mehr als drei Viertel der Befragten wünschen dabei:

- eine Benachrichtigung bei drohender Verspätung des Shuttles (80 Prozent)
- die Angabe des Einstiegortes auf der Karte (79 Prozent)
- eine Anzeige der Abholzeit in Echtzeit (77 Prozent)
- die Angabe des Zeitpunktes und Ortes für die Rückfahrt (75 Prozent)
- die Anzeige des Fahrpreises (75 Prozent)

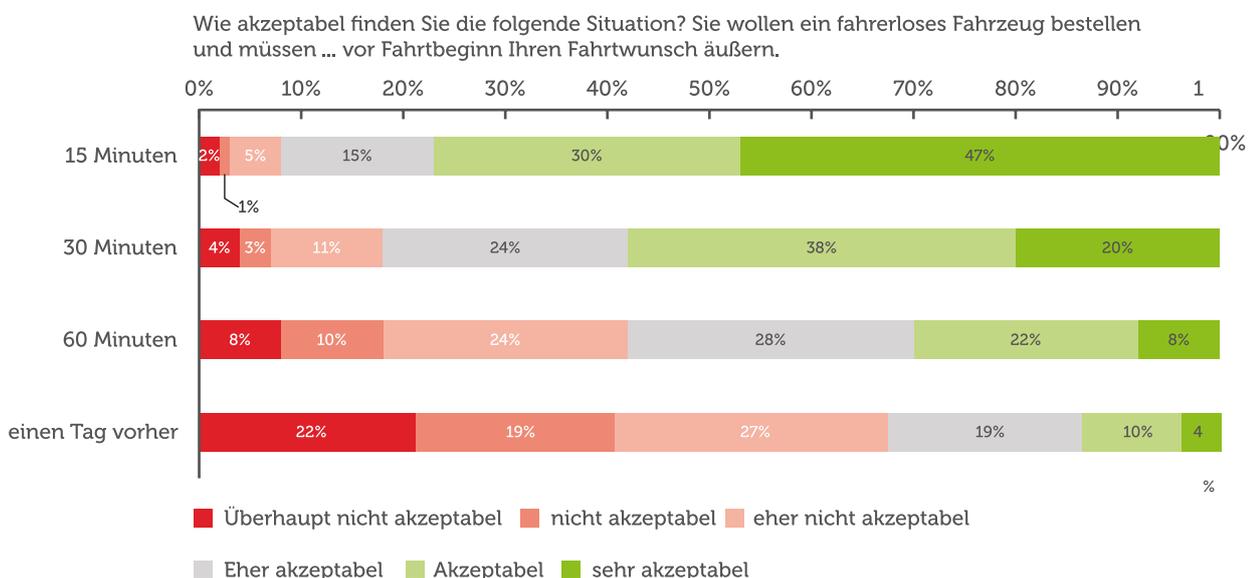


Abb. 7 Akzeptanz eines zeitlichen Buchungsvorlaufs für die Fahrt (n=1.240), aufgrund von Rundungen ergeben sich in den Grafiken nicht immer 100 Prozent.

3. Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

Diese Funktionen sollten also in jedem Fall bei der Buchungs-App berücksichtigt werden. Darüber hinaus werden folgende Funktionen von mehr als der Hälfte der Befragten gewünscht:

- die Angabe der Anzahl an Gepäckstücken oder Fahrrädern, die mitgenommen werden können (71 Prozent)
- die Anzeige von Rückfahrmöglichkeiten (70 Prozent)
- die Angabe der Personenanzahl, die mitreisen will (70 Prozent)
- die Angabe der maximalen und der verbleibenden Fahrdauer (70 Prozent)
- Push-Nachrichten bei Änderungen im Fahrtverlauf, wie z. B. „Ihr Shuttle ist in 5 Minuten am vereinbarten Treffpunkt“ (67 Prozent)
- eine Information, sobald sich die Route des Shuttles ändert (67 Prozent)
- die Möglichkeit regelmäßige Fahrten (z. B. jeden Montag) anzugeben (65 Prozent)
- die Anzeige von verschiedenen Wahlmöglichkeiten bei Verspätung des Shuttles (z. B. Umbuchen, Taxi rufen) (82 Prozent)

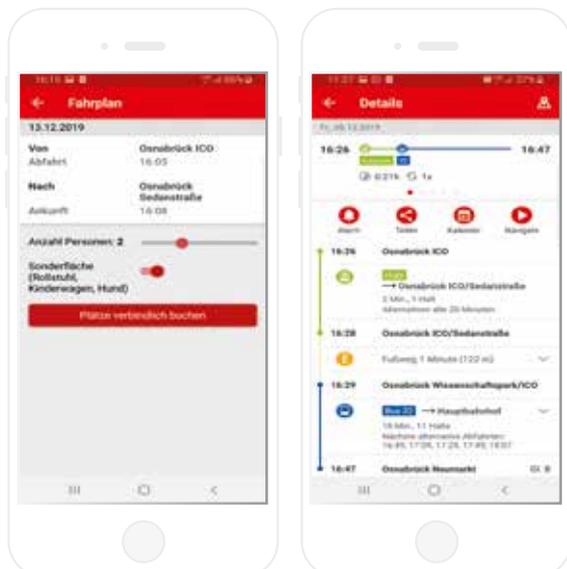


Abb. 8 Buchungs-App

Info

Wann lohnt sich ein Shuttle-Bus?

Im Rahmen des Hub Chain-Projekts wurde mit der Simulationssoftware SUMO des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt im Gebiet Hellern-Hörne untersucht, ob ein Einsatz von autonomen Shuttles als Alternative zu konventionellen Omnibussen in einer typischen städtischen Randlage empfehlenswert wäre. Hierfür wurden von Dornier Consulting International verschiedene Last-Mile-Szenarien mit unterschiedlichen Fahrzeuggrößen simuliert und miteinander verglichen.

Das Ergebnis des Vergleichs ist, dass automatisierte Shuttles sich grundsätzlich im On-Demand- und Tür-zu-Tür-Betrieb in weniger stark nachgefragten Gebieten oft besser eignen als große Linienbusse. On-Demand-Shuttles punkten vor allem durch einen nachhaltigeren Verbrauch und schnellere Beförderungs- beziehungsweise Wartezeiten. Einen Linienbus durch einen On-Demand-Betrieb zu ersetzen lohnt sich besonders dann, wenn die Taktung 20 Minuten überschreitet.

Elektrische Kleinfahrzeuge sind besonders umweltfreundlich, auch wenn dieselbetriebene Kleinbusse im Vergleich zu Großbussen auch schon besser abschneiden, was die Wirtschaftlichkeit und die Umweltfreundlichkeit angeht. Empfehlenswert ist der Einsatz im Mischverkehr allerdings nur, wenn die Shuttlegeschwindigkeit nicht so gering ist, dass der Verkehrsfluss beeinträchtigt wird.

3.3 Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten?

Einrichtung digitaler Plattformen

Die Buchung und die Informationen zu potenziellen Routen sind ein wichtiger Baustein für eine erfolgreiche intermodale Mobilität. Zwar können Nutzer eine Fahrt mit Shuttle, Bus oder Bahn auch über den heimischen PC bestellen, mit dem Smartphone bietet sich ihnen allerdings die Möglichkeit, auch unterwegs nach Fahrzeiten und freien Sitzplätzen in einem Shuttle zu suchen sowie eine Fahrt spontan zu buchen. Dafür muss ein neues „User Interface“ für die Sitzplatzanfrage und -buchung entwickelt und der Dienst in das Informationssystem des ÖPNV-Anbieters integriert werden.

Werden Informationsabfrage und Zugang zum Buchungsprozess digitalisiert hat das gleich zwei Vorteile:

1. Es bietet Nutzern mehr Komfort und Transparenz.
2. Es erleichtert dem Betreiber des Dienstes das Management des gesamten Mobilitätsangebots.

Mit Hilfe von digitalen Plattformen können ÖPNV-Unternehmen ihr Angebot viel stärker am tatsächlichen Bedarf ausrichten – was für eine Optimierung des ÖPNV in suburbanen und ländlichen Gebieten nötig ist. Zusätzlich können dem Fahrgast weitere Mobilitätsangebote für die „letzte Meile“, wie zum Beispiel Car- oder Bikesharing-Buchungen, angeboten werden. Dies alles erfordert eine laufende Echtzeit-Berechnung der Anschlüsse sowie ein Matching der Routenberechnung, Fahrtwünsche und Buchungen über eine digitale Plattform. Das ÖPNV-Unternehmen wird damit nicht nur zum Mobilitätsdienstleister, sondern auch zum Betreiber eines MaaS-Ökosystems, über das der Zugang zu verschiedenen Verkehrsmitteln bereitgestellt wird.

Betreibermodelle für multimodale Plattformen

ÖPNV-Unternehmen, die bisher mit dem Linienverkehr vor allem angebotsorientiert Mobilitätsoptionen bereitgestellt haben, stehen nun vor der Entscheidung, Kompetenzen für den Betrieb eines On-Demand-Verkehrs und dessen Einbindung in eine multimodale Plattform aufzubauen, um „alles aus einer Hand“ zu liefern oder alternativ mit Plattform-Anbietern und Transportdienstleistern zu kooperieren. Für ÖPNV-Unternehmen stehen dabei nach König et al. (2016) vier Rollen im Kontext von MaaS-Modellen zur Auswahl.

1. Beim Eigenbetrieb integriert ein Transportdienstleister, oft ein ÖPNV-Unternehmen, die eigenen Dienste sowie die Angebote weiterer Mobilitätsdienstleister in die Plattform mit eigener Marke (z. B. VOSpilot, Jelbi oder ReachNow).
2. Reseller bauen auf Mobilitätsdiensten von verschiedenen Transportdienstleistern auf und vereinigen deren Angebot auf einer Mobilitätsplattform mit einem eigenen Interface und eigener Marke (z. B. Free2Move).
3. Ein Integrator entwickelt ein zusätzliches Angebot, wie beispielsweise den Ticketkauf für verschiedene Reseller oder Transportdienstleister (z. B. Fairtiq).
4. Schließlich können Vermittler viele verschiedene Stakeholder zusammenbringen, um als Marke oder als White Label ein gemeinsames und ganzheitliches MaaS-Angebot für eine Region anzubieten (z. B. Whim).

Die Entscheidung für oder gegen ein Betreibermodell hängt von den digitalen Kompetenzen ab, die das ÖPNV-Unternehmen bereits im Haus hat oder aufbauen möchte. Natürlich sind auch das Betriebsgebiet und die potenziellen lokalen oder überregionalen Partner von Bedeutung. Die Stadtwerke Osnabrück haben im Hub Chain-Projekt den Eigenbetrieb des Shuttles sowie dessen Einbindung in die entsprechende regionale ÖPNV-Plattform, den VOSpilot, im Eigenbetrieb erprobt. Auf diese Weise bleiben auch potenzielle Einnahmen entlang der Wertschöpfungskette bei den Stadtwerken.

Wie genau das Betreibermodell und das daraus resultierende Geschäftsmodell für ÖPNV-Unternehmen aussehen, hängt stark davon ab, welche Teile der Wertschöpfungskette von welchem Stakeholder (öffentlich, privat oder als PPP – Public Private Partnership) erbracht werden. Aus den unterschiedlichen Beiträgen zur Wertschöpfungskette ergeben sich je nach Bezugsraum auch unterschiedliche Betreibermodelle für multimodale Plattformen in (Vor-)Stadt und Land.

3. Leitfaden für den Betrieb von On-Demand-Bussen im suburbanen und ländlichen Raum

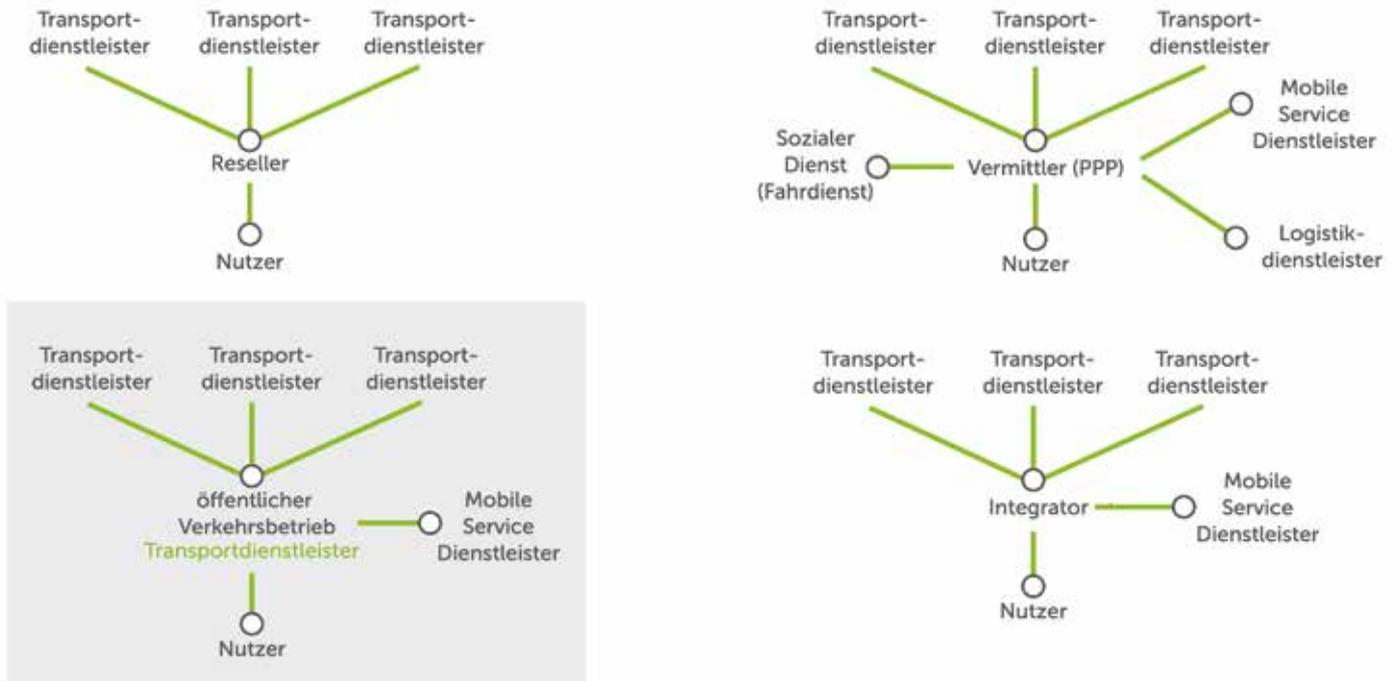


Abb. 9 Angestrebtes Hub-Chain-Betriebsmodell

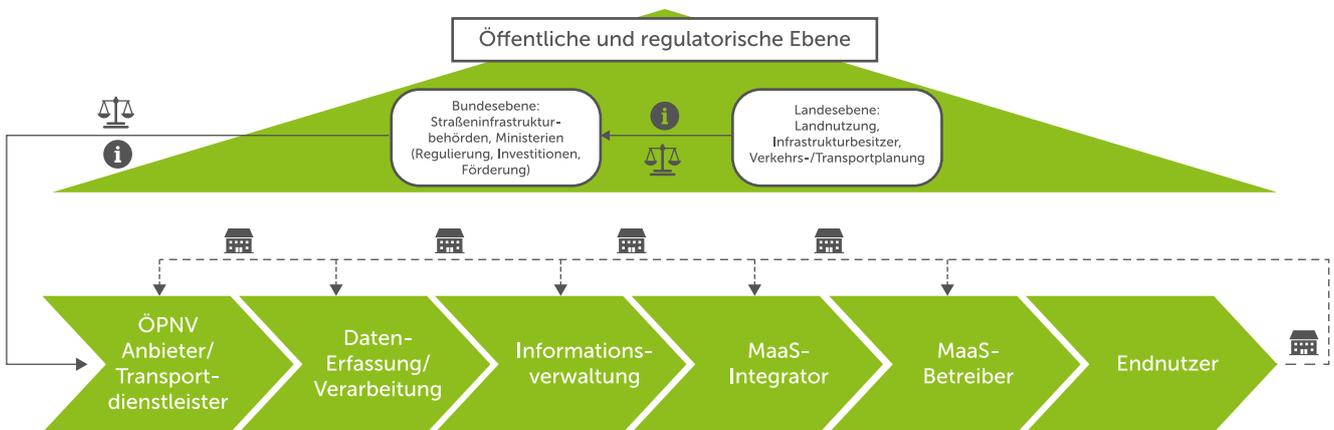


Abb. 10 Wertschöpfungskette bei „Mobility as a Service“-Plattformen

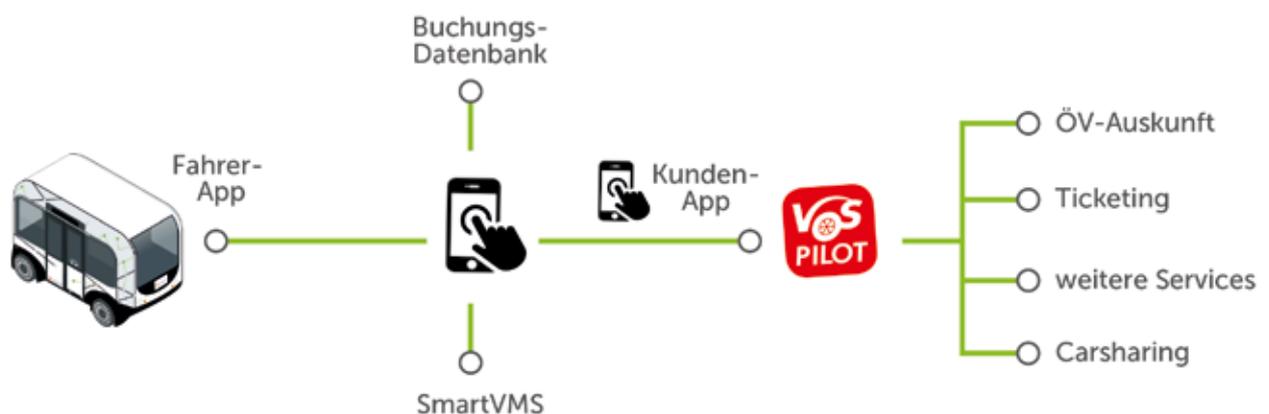


Abb. 11 Integration des autonomen On-Demand-Verkehrs in die Mobilitätsplattform der Stadtwerke Osnabrück AG

3.4 Zusammenfassung der Learnings

- Potenzielle Nutzer der Bedarfsverkehre in ländlichen und suburbanen Räumen sind vor allem Pendler, Senioren sowie Kinder und Jugendliche.
- Eine zielgerichtete Kundenansprache sowohl durch ein ansprechendes Branding als auch durch die Auswahl von qualifiziertem und engagiertem Servicepersonal ist empfehlenswert.
- Umstiege vom On-Demand- zum Taktverkehr oder andersherum sollten nahtlos erfolgen.
- Nutzer nehmen kurze Wege zur Shuttle-Haltestelle in Kauf.
- In suburbanen Räumen buchen Fahrgäste den Shuttle eher spontan. In ländlichen Räumen setzen Fahrgäste eher auf eine feste Terminbuchung. Entsprechend lange Vorausbuchungszeiten auf einen Shuttle nehmen die verschiedenen Gruppen in Kauf.
- Nutzer der App wünschen sich vor allem, über mögliche Verspätungen des Shuttles informiert zu werden.
- Will ein ÖPNV-Unternehmen sein Mobilitätsangebot digitalisieren, sind viele Einzelschritte erforderlich. Das Unternehmen ist damit Mobilitätsdienstleister und Betreiber eines MaaS-Ökosystems gleichzeitig. Es hat aber verschiedene Möglichkeiten für den Betrieb der multimodalen Plattform und kann viele Aufgaben auch externen Dienstleistern übertragen.



Bitte Abstand halten



Stadtwerke
Osnabrück



Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im suburbanen Raum

4.1 Was ist beim Shuttle-Betrieb im suburbanen Raum zu beachten?

In städtischen Randlagen sind die Distanzen zum nächsten Zentrum sowie zur nächsten ÖPNV-Station nicht so groß wie im ländlichen Raum, sodass die nächste Bahn- oder Busstation auch per Fahrrad oder sogar zu Fuß erreicht werden kann. Ein Ausfall des On-Demand-Verkehrs oder eine Einschränkung der Betriebszeiten ist in dieser Lage daher nicht so dramatisch wie auf dem Land. Shuttle-Strecken bieten sich im suburbanen Raum also insbesondere dort an, wo es keine attraktiven Fußwege zur nächsten ÖPNV-Station gibt. In städtischen Randlagen ist ein Shuttle-Angebot meist eher ein „Nice-to-have“ als ein „Missing Link“.

Obwohl im suburbanen Raum grundsätzlich eine Anbindung zum ÖPNV besteht, ist das Angebot dennoch am Wochenende und zu Randzeiten oft nicht mehr ausreichend. Zudem können die Fußwege zur nächsten Station nachts und bei schlechtem Wetter unangenehmer sein als in urbanen Zentren. Daher kann gerade hier die Erweiterung mit Last-Mile-Services dafür sorgen, neue Kundengruppen für den ÖPNV zu gewinnen und die Zufriedenheit von Bestandskunden deutlich zu erhöhen. In städtischen Randlagen wird zudem eher als in ländlichen Räumen eine kritische Masse erreicht, um einen großen Bus durch den kleineren Shuttle zu ersetzen. Für ÖPNV-Unternehmen kann in städtischen Randlagen der Betrieb eines On-Demand-Angebots auf der letzten Meile also betriebswirtschaftlich durchaus lohnenswert sein.

Hub Chain-Testgebiet für den suburbanen Raum und seine Nutzergruppen

Zur Vorbereitung des Hubi-Testbetriebs im öffentlichen Raum wurden auf dem Betriebsgelände der Stadtwerke Osnabrück erste Erfahrungen mit dem Betrieb des EZ10-Kleinbusses von EasyMile gesammelt. Hier konnten die Integration in die betrieblichen Prozesse und die technischen Schnittstellen getestet werden. Schon auf dem Gelände der Stadtwerke Osnabrück wurde das Begleitpersonal geschult. Darüber hinaus wurden mit Betriebsangehörigen auf einem Rundkurs über das Gelände erste Erfahrungen mit dem Fahrzeug gesammelt. Auf Basis des Feedbacks konnten anschließend viele Prozesse optimiert werden – zum Beispiel beim Laden oder beim Umgang mit technischen Störungen. Auch erste Fokusgruppendifkussionen wurden durchgeführt.

Als zentrales Testgebiet für den Shuttle-Betrieb im suburbanen Raum diente der WissenschaftsPark Osnabrück (WPO). Das Gelände liegt etwa 3,5 Kilometer von der Osnabrücker Innenstadt entfernt und an einer Hauptstraße, die mit dem

Bus erreichbar ist. Auf dem Areal selbst, das 440 mal 170 Meter misst, gibt es hingegen keinen ÖPNV.

Mit dem Testgebiet rund um den WPO wurde eine typische Randlagensiedlung ausgewählt, die zudem aktuell weiterentwickelt wird. Neben Wohn- und Bürogebäuden befinden sich hier verschiedene Geschäfte und auch das Universitätsgelände ist nicht weit entfernt. Die Nutzer eines Shuttle-Angebots sind vor allem in zwei Gruppen einzuteilen: Bewohner/innen und Besucher/innen des Geländes.

In der Gruppe der Bewohner/innen könnten vor allem Berufstätige vom Shuttle profitieren, der ihnen eine bessere Anbindung an die zentralen Buslinien bietet. Darüber hinaus erfahren Mobilitätseingeschränkte, wie Seniorinnen und Senioren oder Menschen im Rollstuhl, eine deutliche Erleichterung. Doch auch Personen, die bis dato mit dem Auto gefahren sind, sollten explizit als neue Kundengruppe ins Auge gefasst werden. Der Fokus liegt dabei auf Menschen, die nicht aus Überzeugung Auto fahren und durch ein flexibleres und komfortableres ÖPNV-Angebot zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel motiviert werden könnten.

Zu den Besucher/innen des Geländes zählen insbesondere Angestellte der hier ansässigen Unternehmen, aber auch Kundinnen und Kunden der vielfältigen Dienstleister im Gebiet. Für sie sollte die Anreise mit dem ÖPNV angenehmer gestaltet werden. Auf diese Weise wird die Zufriedenheit der Personen erhöht, die den öffentlichen Verkehr nutzen. Gegebenenfalls gelingt es auch, Menschen zum Umstieg auf den ÖPNV zu bewegen, die bis dato mit dem Auto fahren.

Bewohner/innen nutzen den Shuttle morgens vornehmlich, um sich vom Gelände zur Arbeit zu bewegen. Personen, die auf dem Gelände arbeiten, kommen hingegen morgens dort an. Weitere Besuchergruppen, beispielsweise die Gäste der Unternehmen, treffen unregelmäßig im Laufe des Tages auf dem Gelände ein.

Ziel des Projekts Hub Chain am WPO-Testgelände

Mit dem autonomen Shuttle Hubi als On-Demand-Verkehr sollten die Anwohnerinnen und Anwohner sowie Unternehmen besser an das Busnetz angeschlossen werden und somit ein komfortables und sicheres Mobilitätsangebot für die erste und letzte Meile erhalten.



4. Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im suburbanen Raum

Im Fokus des dreimonatigen Shuttle-Testbetriebs am WPO stand die physische und digitale Anbindung an das vorhandene Liniennetz im Süden des Geländes. Hubi verkehrte im Projekt Hub Chain als Zubringer zur Bushaltestelle am Rand des Testgeländes sowie von der Bushaltestelle zu drei eigens eingerichteten Hubi-Haltestellen auf dem Testgelände.

Teststrecke mit Haltepunkten auf dem WPO-Gelände

Bei der Teststrecke auf dem Testgelände handelte es sich um einen 1,3 Kilometer langen, festen Rundkurs. Auf diesem wurden drei Haltestellen eingerichtet, an denen der Shuttle bei Bedarf hielt, um Fahrgäste einsteigen beziehungsweise aussteigen zu lassen. Alle Hubi-Haltepunkte im Gebiet waren mit einem fußläufigen Abstand von maximal 150 Metern erreichbar.

Für die beschriebenen Haltepunkte gelten die gleichen Anforderungen wie für Haltestellen im Linienverkehr. Zudem muss ein identischer Genehmigungsprozess durchlaufen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass es einen barrierefreien Zugang gibt. Im suburbanen Raum ist die Auswahl der Haltepunkte gegebenenfalls stärker eingeschränkt als im ländlichen Raum, da Wartezeiten des Shuttlefahrzeugs auf stärker frequentierten Straßen den Verkehrsfluss behindern und damit einer Genehmigung im Wege stehen könnten.

Um einen reibungslosen Betrieb des autonomen Shuttles zu ermöglichen, wurden Verkehrsregeln entlang der

Strecke angepasst und die Umgebungsgeschwindigkeit auf 30 km/h begrenzt. Für die Einrichtung der Strecke mussten darüber hinaus Parkmöglichkeiten eingeschränkt werden. Das gestaltete sich aufgrund mangelnder Parkalternativen als schwierig. Die Verkehrsbehörde konnte zudem nur schwer die rechtlichen Grundlagen für die Anordnung von Parkverboten begründen. Um Auswirkungen des Testbetriebs für die Bürger zu minimieren, wurden die Einschränkungen daher auf die Betriebszeiten des Shuttles eingegrenzt.

Das Fahrzeugdepot für einen Shuttle im suburbanen Raum

Das Fahrzeugdepot für den On-Demand-Shuttle lag beim Testgelände am WPO direkt an der Strecke. Durch diese Lage konnten bei der Fahrzeugbereitstellung Leerfahrten vermieden werden. Zudem hat es sich für den Betrieb als hilfreich erwiesen, Aufenthaltsmöglichkeiten für das Fahrpersonal sowie die Ladeinfrastruktur direkt an der Strecke vorzuhalten.

Die Einrichtung und der Betrieb von Fahrzeugdepots für On-Demand-Shuttles sind in städtischen Randlagen deutlich einfacher als auf dem Land. Darüber hinaus kann aufgrund der räumlichen Nähe ein direkter und zeitnaher Support durch den zentralen Betriebshof des Verkehrsunternehmens besser gewährleistet werden. Auch Instandhaltungs- oder Wartungsarbeiten sind schneller durchgeführt. Aufgrund der geringeren Distanzen des Bedienegebietes in städtischen Randlagen ist ein zentrales Fahrzeugdepot ausreichend.

Würden Sie in einem Fahrzeug ohne Steward mitfahren?

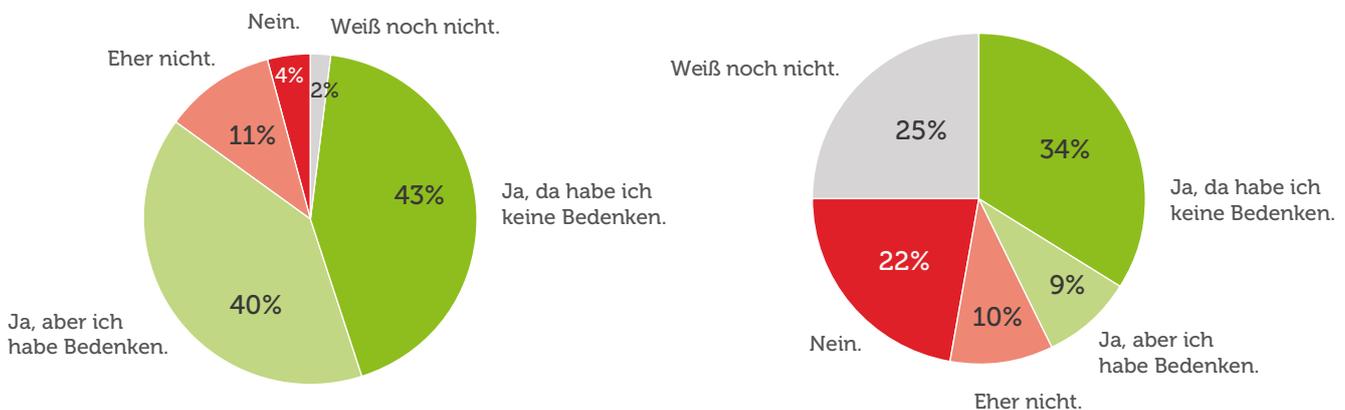


Abb. 12 Befragung der Hubi-Testnutzer in Osnabrück (n=54) (links) und deutschlandweite Befragung (n=1.671) (rechts) zur Akzeptanz fahrerloser Shuttles

4.2 Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb im suburbanen Raum?



Aus den Fokusgruppendifkussionen ging hervor, dass der Shuttle in vorortähnlichen Situationen, ähnlich wie bei Hotel-Shuttles am Flughafen, schnell als Zubringer zum ÖPNV wahrgenommen werden könnte. Die Nutzer gaben an, dass sie auch an unbekannteten Orten annehmen würden, dass der Shuttle eine eher kurze Strecke bis zur nächsten größeren ÖPNV-Station fährt, wo sie dann – möglichst mit einem nahtlosen Anschluss – in einen großen Bus oder eine Bahn umsteigen könnten. Insgesamt ist ein solcher Zubringer also gerade an Orten nützlich, die Fahrgäste nicht so oft besuchen oder noch gar nicht kennen.

Der Shuttle als spontane Alternative zum Fahrrad und für Fußgängerinnen und Fußgänger

Die Teilnehmenden der Diskussionsrunden gaben an, dass sie den Shuttle bei einem Gelände wie dem WPO vor allem zu Randzeiten und bei schlechtem Wetter buchen würden. Grund für diese vorwiegend spontane Nutzung ist, dass die Teilnehmenden für die Routinewege doch eher das Fahrrad nutzen oder zu Fuß gehen würden. Allerdings würde eine Anbindung an weitere Linien durchaus einen Mehrwert bieten, der zur Buchung des Shuttles anregen könnte.

Der Shuttle als Anreiz für Autofahrerinnen und Autofahrer

Wie aus der Hub Chain-Nutzerbefragung hervorging, sind für autofahrende Pendlerinnen und Pendler Komfort, Flexibilität und Kosten eines Mobilitätsangebots wichtiger als für Personen, die den ÖPNV nutzen. Da ein Shuttle den Komfort und gegebenenfalls auch die Flexibilität der Fahrt deutlich erhöhen kann, besteht also durchaus das Potenzial, über eine Last-Mile-Anbindung auch Autofahrer für den ÖPNV zu

gewinnen. In den Diskussionen gaben einige Autofahrer aus suburbanen Räumen an, dass ein Zubringer-Shuttle dazu beitragen könnte, den ÖPNV häufiger zu nutzen.

Der Shuttle als Hilfsmittel für sehbeeinträchtigte, blinde und mobilitätseingeschränkte Personen

In einer Fokusgruppendifkussion mit sehbeeinträchtigten, blinden und mobilitätseingeschränkten Personen gaben die Teilnehmer an, dass ein Shuttle für alle körperlich beeinträchtigten Personen einen sehr hohen Mehrwert bieten würde, da gerade die letzte Meile der unangenehmste Abschnitt der Fahrt sein kann. Die Buchung per App mit fester Sitzplatzreservierung ist für diese Gruppe ebenfalls ein Vorteil. Zudem kann der Kleinbus mit gut sichtbaren Markierungen oder Rampen an ihre Bedürfnisse angepasst werden. Vor allem auch die Integration von digitalen Diensten kann bei dieser Nutzergruppe die Fahrt wesentlich erleichtern, beispielsweise wenn über eine App für blinde Personen mit einem Signal angezeigt wird, wo sich der Einstieg befindet, oder Menschen im Rollstuhl einen Haltewunsch per App anzeigen können.

Der Shuttle und seine Kosten

Was die Kosten für eine Shuttle-Fahrt angeht, erwarten 70 Prozent der befragten Testnutzerinnen und Testnutzer von Hubi, dass sie mit einer Monatskarte kostenlos ist. Einen Aufpreis für Nachtfahrten, Gruppenbuchungen und Anschlussgarantien wird von einigen Nutzern aber auch noch als akzeptabel empfunden.

4. Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im suburbanen Raum

Hubs aus Nutzersicht

Was die Strecke angeht, halten die Nutzer eine Anbindung an einen größeren Hub mit mehreren Linien sowie eine Querverbindung zwischen zwei Linien für nützlich, um „Sternfahrten“ zu vermeiden. Darunter versteht man Fahrten mit einer Linie ins Zentrum und anschließend mit einer weiteren Linie in ein anderes Randgebiet.

Wie im ländlichen Raum sollte auch im suburbanen Raum der Anschluss an den Linienverkehr nahtlos sein. Wegen der höheren Taktung der Bus- oder Bahnlinien ist die Akzeptanz der Fahrgäste in städtischen Randlagen jedoch höher, wenn sie beispielsweise aufgrund einer Verspätung auf den nächsten Bus oder die nächste Bahn warten müssen.

Benutzerfreundliche Haltestellen

Die Fokusgruppenteilnehmerinnen und -teilnehmer waren sich einig, dass auch die virtuellen Haltestellen im Raum erkennbar sein sollten, zum Beispiel über Markierungen auf dem Boden oder Icons an Laternen.

Da der Anteil spontaner Buchungen in städtischen Randlagen deutlich höher ist als in ländlichen Gebieten, könnte an den Haltestellen auch eine Möglichkeit zur Anmeldung des Fahrtwunsches installiert werden. Im suburbanen Raum ist eine Spontanbuchung auch deshalb relevant, weil Fahrgäste hier nicht darauf angewiesen oder daran gewöhnt sind, Fahrten weit im Voraus zu planen. Prinzipiell sind hier ganz unterschiedliche Optionen möglich – von einem einfachen „Rufknopf“, mit dem eine Mitfahrt bei der nächsten Tour angemeldet werden kann, bis hin zu einer „Smart Station“, bei welcher die Fahrgäste über ein Display auch das Fahrtziel angeben können und direkt Feedback erhalten, ob noch Plätze im Shuttle vorhanden sind.

Buchungsprozess aus Nutzersicht

Die Buchung eines Sitzplatzes für Hubi erfolgte über eine Smartphone-App. Hacon entwickelte im Rahmen von Hub Chain die entsprechende Anwendung und stellte die benötigten Funktionen bereit. Dabei ermittelt die intermodale Auskunft unterschiedliche Optionen für Verbindungen im Vor- oder Nachlauf und stellt eine Buchungsfunktion für Sitzplätze und Sonderfläche bereit.

Die Buchung eines Sitzplatzes ist bis unmittelbar vor Fahrtantritt möglich, wenn freie Plätze verfügbar sind. Über eine Kartendarstellung wird die aktuelle Position des Shuttles einschließlich der zeitlichen Lage gegenüber den geplanten Ankunfts- und Abfahrtszeiten angezeigt. Innovativ war dabei vor allem die vollständige Integration des Shuttles in die Mobilitätsplattform der Stadtwerke Osnabrück, den VOspilot, einschließlich Buchung und Bereitstellung von Echtzeitdaten.

In städtischen Randlagen möchten die Nutzer gerade in suburbanen Räumen wissen, wer schon im Bus sitzt. Fahren Hunde mit und wenn ja, wie viele? Ist der Bus voll? Sind noch Plätze für einen Rollstuhl vorhanden? Diese und ähnliche Informationen sind für die Fahrgäste relevant, um gegebenenfalls die nächste Verbindung auswählen zu können.

Um die Anforderungen an den Buchungsprozess aus Nutzersicht darzustellen, wurden im Rahmen von Hub Chain zunächst unterschiedliche Nutzungsszenarien bestimmt und die dazugehörigen Abläufe skizziert. In den Fokusgruppen wurden die unterschiedlichen Szenarien anschließend diskutiert und die Nutzeranforderungen je nach Buchungsschritt gesammelt. So wurde beispielsweise vorgeschlagen, dass die Nutzer, bevor sie ihr Ziel auswählen, zunächst angeben sollten, ob sie gleich oder später losfahren möchten. Die Anforderungssammlung ist an die Entwickler weitergegeben worden, um den Buchungsprozess besser an die Bedürfnisse der Nutzer anpassen zu können.

4.3 Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten?

Anschlussgarantie für die Shuttle-Nutzer im suburbanen Raum

Das Management von On-Demand-Flotten folgt anderen Routinen als das Management von Linienverkehren. So ist es bei On-Demand-Flotten wichtig, immer schnell ein Fahrzeug für Kundenbuchungen an den Abfahrtsort disponieren zu können. Die Fahrpläne im Linienverkehr werden hingegen nur zwei Mal im Jahr geändert. Anders als im vollflexiblen Ridehailing- oder Taxi-System mit Fahrer sind die Routen des Shuttles festgelegt, was eine nahtlose Anbindung des On-Demand- mit dem Taktverkehr erleichtert.

Um eine Anschlussgarantie zwischen On-Demand- und dem Taktverkehr herzustellen, ist es nötig, Ankunfts- und Abfahrtszeiten beider Systeme in Echtzeit miteinander in Einklang zu bringen. Die Verknüpfung zwischen Kundenauskunft und Betriebsführung erfolgte im Projekt Hub Chain über eine Buchungsdatenbank und ein ITCS-System. Hierüber wurden einerseits die Buchungen der Nutzer an das Fahrzeug weitergegeben. Andererseits wurde der aktuelle Fahrzeugstandort erfasst und an die Smartphone-App des Kunden weitergegeben.

Für die Teststrecken im Raum Osnabrück wurde die Hub-Buchung in eine prototypisch erweiterte Version des VOspilot, der Mobilitätsplattform der Stadtwerke Osnabrück, integriert. Die Nutzungsschwelle konnte so entscheidend gesenkt werden, da Informationen zum Shuttle-Verkehr, die Anzeige der jeweils verfügbaren freien Plätze sowie die Buchung direkt über die Smartphone-App des Kunden erfolgen konnten.

Umstiege zum Linienverkehr vs. spontane Trips im Bediengebiet

Aufgrund des hohen Anteils an Spontanbuchungen in städtischen Randlagen gilt es, das IT-System zur Überwachung des On-Demand-Shuttles in das Leitstellensystem zu integrieren und dabei vorab sowie spontan Entscheidungen für die beiden Systeme zu priorisieren. So muss beim Shuttle beispielsweise eine maximale Anzahl an Taktverkehren definiert werden, mit denen ein Anschluss garantiert werden kann. Beim Linienverkehr hingegen muss entschieden werden, ob bei einer Verspätung kurz auf den Shuttle gewartet werden kann. Da der Linienverkehr zu Randzeiten weniger häufig fährt, verringert sich demnach auch die Taktung des Shuttles.

Die Erfahrung aus dem Testfeld rund um das WPO zeigte, dass der Fahrplan des Taktverkehrs den Fahrplan des On-Demand-Shuttles „diktiert“. Bei einer hohen Taktung fahren die On-Demand-Verkehre im suburbanen Raum also praktisch weitestgehend fahrplangebunden, um wichtige Anschlüsse für die Fahrgäste zu sichern. Um die Fahrtwünsche von Spontanfahrenden bedienen zu können, müssen gegebenenfalls zusätzliche Fahrzeuge eingesetzt werden.

Im Testfeld machten Umsteigende nur einen Bruchteil der Fahrgäste aus, während die meisten Nutzer im Gebiet blieben. Zu beachten ist, dass bei den Umsteigenden Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Planbarkeit Priorität haben, während die Personen, die im Gebiet bleiben, Wert auf eine schnelle Verfügbarkeit und Flexibilität legen. Das Verhältnis zwischen Umsteigenden und Personen, die den Shuttle für lokale Fahrten nutzen, ist jedoch individuell abhängig vom jeweiligen Areal. Aus diesem Grund ist es erforderlich, ein On-Demand-Angebot auf die unterschiedlichen Zielgruppen im jeweiligen Betriebsgebiet zuzuschneiden.

4.4 Zusammenfassung der Learnings

- Ein On-Demand-Verkehr in suburbanen Räumen bietet sich vor allem dort an, wo keine attraktiven Fußwege zur nächsten ÖPNV-Station vorhanden sind oder das ÖPNV-Angebot an Wochenenden und zu Randzeiten nicht ausreichend ist.
- Es erwies sich als nützlich, den Shuttle vor dem Betrieb im öffentlichen Raum auf dem Betriebsgelände der Stadtwerke Osnabrück zu testen.
- Der WissenschaftsPark Osnabrück bot mit seiner Lage (3,5 km von der Innenstadt entfernt), seiner Größe (440 x 170 Meter) sowie seiner Struktur (Wohn- und Bürogebäude, Geschäfte) ein optimales Testgelände.
- Für die Einrichtung der Shuttle-Strecke mussten Parkmöglichkeiten für PKW eingeschränkt und Umgebungsgeschwindigkeiten angepasst werden.
- Es erwies sich als nützlich, das Fahrzeugdepot, Aufenthaltsmöglichkeiten für das Personal sowie die Ladeinfrastruktur für den Shuttle direkt an der Strecke vorzuhalten.
- Der Shuttle wird von Nutzern als Zubringer zum ÖPNV verstanden. Darüber hinaus wird er als Alternative zum Fahrrad oder zum Weg zu Fuß verstanden. Laut autofahrenden Pendlerinnen und Pendlern kann der Shuttle ein Anreiz sein, den ÖPNV öfter zu nutzen. Sehbeeinträchtigte, blinde und mobilitätseingeschränkte Personen empfinden den Shuttle als großen Mehrwert für die „letzte Meile“.
- Nutzer erwarten beim Shuttle einen nahtlosen Anschluss zum Linienverkehr.
- Aus Sicht der Fahrgäste sollte der Preis für den On-Demand-Verkehr in einer Monatskarte enthalten sein. Zuschläge empfinden sie in Ausnahmen akzeptabel – zum Beispiel für Gruppen- oder Nachtfahrten.
- Auch virtuelle Haltestellen sollten laut den Teilnehmenden der Fokusgruppendifkussionen im Raum erkennbar sein. Darüber hinaus wünschen sie sich, eine Fahrt direkt an der Haltestelle anmelden zu können.
- Die Nutzungshemmschwelle konnte entscheidend gesenkt werden, da Informationen zum Shuttle-Verkehr, die Anzeige der jeweils verfügbaren freien Plätze sowie die Buchung direkt über die Smartphone-App des Kunden erfolgen konnten.
- Da der Taktverkehr den Fahrplan des On-Demand-Verkehrs „diktiert“, müssen für Spontanfahrten gegebenenfalls zusätzliche Shuttlefahrzeuge eingesetzt werden.
- Umsteigende Fahrgäste legen Wert auf Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Planbarkeit des Shuttles. Für Personen, die den Shuttle für Wege innerhalb des Areals nutzen, stehen Verfügbarkeit und Flexibilität an erster Stelle.







Leitfaden für Shuttles als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station im ländlichen Raum

5.1 Was ist beim Shuttle-Betrieb im ländlichen Raum zu beachten?

Rahmenbedingungen im ländlichen Raum

Es gibt viele ländliche Regionen, die nicht zum Einzugsbereich einer größeren Stadt zählen. Sie zeichnen sich durch kleine Subzentren aus, die nur schlecht mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen sind. Bestehende Linien verkehren oft nur zweimal am Tag und machen den ÖPNV damit unattraktiv. Darüber hinaus haben einige Dörfer außer dem Schülerverkehr überhaupt keinen Zugang zum ÖPNV. Das schränkt besonders Personen ohne Führerschein oder PKW stark in ihrer Mobilität ein. In den vergangenen Jahren sind in solchen Gebieten verstärkt Bürgerbusse zum Einsatz gekommen. Sie werden ehrenamtlich betrieben und fahren nach Bedarf. Die Disposition der Fahrzeuge wird in der Regel „manuell“ anhand der telefonisch eingegangenen Anfragen durchgeführt.

In ländlichen Räumen sind Shuttles vor allem nützlich, um Dörfer, in denen keine Busstation vorhanden ist, mit der nächsten größeren Bus- oder Bahnstation zu verbinden. Zudem ist in ländlichen Gebieten der Wunsch nach „Querverbindungen“ zwischen den Dörfern besonders groß.

Ziel der Verknüpfung von On-Demand-Angeboten und Linienverkehr ist es, den klassischen ÖPNV so zu stärken, dass es sich für den regionalen ÖPNV-Betreiber lohnt, einen On-Demand-Dienst auszubauen. Die On-Demand-Verkehre sollten also keine Konkurrenz zu den Linienverkehren bilden, sondern vielmehr deren Nutzung ermöglichen bzw. erleichtern. Tatsächlich ist dies keine leichte Aufgabe und es stellt sich durchaus die Frage, wer die jeweilige Plattform betreibt und wie das Geschäftsmodell für den Betrieb der Plattform für die lokalen ÖPNV-Unternehmen, die Landkreise oder Bürgerbusvereine aussehen soll. Zudem muss geklärt werden, wie die „teure Softwareentwicklung“ für die Nutzerschnittstelle und die Disposition der Fahrzeuge finanziert werden soll.

Hub Chain-Testgebiet für den ländlichen Raum und seine Nutzergruppen

Als Testgebiet für On-Demand-Verkehre im ländlichen Raum diente im Projekt Hub Chain zunächst das Elde-Quellgebiet. In der Region zwischen der Kleinstadt Röbel in der Mecklenburgischen Seenplatte und der brandenburgischen Kleinstadt Wittstock/Dosse liegen auf einer Fläche von etwa 150 Quadratkilometern 15 Dörfer mit 110 bis 350 Einwohnern. Eine Buslinie fährt mit drei bis vier Fahrten durch diese Region.

Die Passagierzahlen sind jedoch sehr niedrig. Die Menschen in der Region haben sich mit dem ÖPNV-losen Zustand arrangiert und organisieren nötige Fahrten über Nachbarschaftshilfe oder die Familie.

Seit 2018 halten ELLI-Nachbarschaftsbusse die Bewohnerinnen und Bewohner zusätzlich mobil. Sie bringen die Fahrgäste zum Arzt nach Röbel, zum Bahnhof nach Wittstock oder ins nächste Dorf zum Besuch bei Freunden. Das Projekt startete mit einer Arbeitsgruppe aus acht Bürgermeisterinnen und einigen Bürgern, die initiiert vom KOMOB eine Alternative zum ÖPNV durch einen Nachbarschaftsbus aufbauen wollten. Heute wird ELLI mit drei Fahrzeugen und fünf ehrenamtlichen Fahrern betrieben. Im Rahmen von Hub Chain konnte aus Hub Chain-Mitteln auch ein Elektrofahrzeug in die Flotte integriert werden.

Im Elde-Quellgebiet gibt es wie in allen ländlichen Räumen vor allem vier Nutzergruppen, für die ein Shuttle-Angebot interessant ist:

1. Viele Pendlerinnen und Pendler nutzen das Auto, um zur Arbeit zu kommen. Für sie sind Flexibilität, Komfort und Verlässlichkeit besonders wichtig. Genau das muss ein Shuttle bieten, wenn diese Nutzergruppe vom Umstieg auf den ÖPNV überzeugt werden soll.
2. Seniorinnen und Senioren haben zwar mehr Zeit als andere Benutzergruppen, möchten aber in der Regel besonders kostengünstig unterwegs sein.
3. Ein Shuttle, der Kinder zum Beispiel zum Vereins-sport bringt, kann Eltern sehr entlasten. Es müssen besondere Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden.
4. Viele ländliche Räume sind für Touristinnen und Touristen attraktiv, die gegebenenfalls auch bereit sind, für eine Shuttle-Fahrt einen Aufpreis zu zahlen.



Die ELLI-Bürgerbusse

Ziel des Projekts Hub Chain im Elde-Quellgebiet

Die ELLI-Bürgerbusse halten Bewohner der Dörfer im Elde-Quellgebiet schon seit 2018 mobil. Allerdings waren sie bislang nicht an den Taktverkehr angebunden. Ziel des Projekts Hub Chain war es, den Bedarfsverkehr der ELLI-Bürgerbusse mit dem Taktverkehr des ÖPNV zu verknüpfen.

Das Fahrzeugdepot für Shuttles im ländlichen Raum

Aus betrieblicher Sicht gestaltet sich die dezentrale Organisation von Fahrzeugflotten im ländlichen Raum für ÖPNV-Unternehmen als sehr herausfordernd. Für eine schnelle

Einsatzbereitschaft sind mehrere Fahrzeugdepots, gegebenenfalls inklusive der jeweiligen Ladeinfrastruktur, nötig. Das ist jedoch mit einem hohen Investitionsaufwand verbunden. Da ein Shuttle-Betrieb in den meisten ländlichen Räumen nicht ohne mehrere Depots und Ladeoptionen auskommen wird, ist eine gute Balance zwischen Servicequalität und Wirtschaftlichkeit wichtig.

Die dezentrale Verteilung von Shuttle-Flotten bedeutet auch einen erhöhten Aufwand für Instandhaltung und Wartung von der jeweiligen Zentrale des Verkehrsbetriebs aus, der bei der Planung von Betriebszeiten und Flottengrößen berücksichtigt werden muss.

5.2 Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen Shuttle-Betrieb im ländlichen Raum?



Fokusgruppenteilnehmerinnen und -teilnehmer testen Hubi

Strecken und Haltestellen aus Nutzersicht

Der Anschluss an den Linienverkehr sollte nahtlos sein. Besonders aufgrund der geringeren Taktung und dem Mangel an Mobilitätsalternativen sind Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit des On-Demand-Verkehrs im ländlichen Raum von großer Bedeutung, denn im Gegensatz zum suburbanen Bereich müssen Fahrgäste bei Verspätungen des Shuttles in der Regel lange Zeit auf einen neuen Bus oder die nächste Bahn warten. Bewohnerinnen und Bewohner des ländlichen Raums sind an eine eingeschränkte Mobilität gewöhnt. Viele würden sich bereits zufrieden zeigen, wenn es eine Haltestelle für einen On-Demand-Shuttle in ihrem Ort gäbe. Dennoch sollte auch aufgrund der Altersstruktur im ländlichen Raum berücksichtigt werden, dass manche Bewohnerinnen und Bewohner eine Abholung von der Haustür benötigen, um überhaupt zur nächsten Bus- oder Bahnstation kommen zu können. Im ländlichen Raum sind die Linienwege also unter Umständen deutlich flexibler als der Shuttle-Betrieb auf einem festgelegten Linienverlauf im suburbanen Raum.

Buchungsprozess aus Nutzersicht

Die Nutzungsszenarien für On-Demand-Shuttles im ländlichen Raum sind sehr vielfältig. Sie reichen von Besichtigungen

von Sehenswürdigkeiten über Einkaufsfahrten bis hin zu regelmäßigen Treffen in Sportvereinen. Die Angebote sind daher stets individuell an die verschiedenen Bedürfnisse der Nutzergruppen im jeweiligen Bedienebiet anzupassen.

Ein überwiegender Teil der ÖPNV-Nutzer in ländlichen Gebieten plant die Fahrt mehr als eine Stunde im Voraus. Auch Rufbusssysteme müssen aufgrund der größeren Distanzen auf dem Land mindestens eine Stunde, manchmal sogar mit noch mehr Vorlauf gebucht werden. Für die Buchung des Shuttles sind daher vor allem die Vorbuchfunktion, Planbarkeit und Zuverlässigkeit wichtig. Zudem können laut der Fokusgruppendifkussionen auf dem Land aufgrund der langen Fahrtzeit Gruppenbuchungen, zum Beispiel von Kindern zu einem Sportangebot, besonders sinnvoll sein.

Im Projekt Hub Chain wurde eine Software entwickelt, welche eine digitale Buchung des ELLI-Nachbarschaftsbusses möglich machte. Allerdings wurde diese von den Fahrgästen nicht genutzt. Sie bestellten den Shuttle ausschließlich über das Telefon. Kinder und Jugendliche, welche als Smartphone-affine Gruppe die Anwendung testeten, bewerteten die Software jedoch als gut.

5.3 Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten?

| | Mobilitätsverhalten | | | Sicherheitsgefühl | | Servicequalität | | |
|--------------------|---------------------|----|---------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|
| | Auto | ÖV | Fahrrad | Fahrzeugsicherheit | Verlässlichkeit | Komfort | Flexibilität | Geringe Kosten |
| Erwerbstätige Land | +++ | + | | + | +++ | ++ | +++ | ++ |
| Kinder Land | | ++ | + | +++ | + | + | + | +++ |
| Senioren Land | + | ++ | + | ++ | ++ | + | + | +++ |
| Touristen Land | ++ | + | ++ | + | + | + | + | + |

Abb. 13 Unterschiedliche Prioritäten hinsichtlich des Mobilitätsangebots von Nutzergruppen im ländlichen Raum, eigene Ableitung

| | Mobilitätsverhalten | | | Sicherheitsgefühl | | Servicequalität | | |
|-----------------------------|---------------------|-----|---------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|
| | Auto | ÖV | Fahrrad | Fahrzeugsicherheit | Verlässlichkeit | Komfort | Flexibilität | Geringe Kosten |
| Erwerbstätige suburban Auto | +++ | | + | + | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Erwerbstätige suburban ÖV | | +++ | + | + | +++ | +++ | ++ | ++ |

Abb. 14 Unterschiedliche Prioritäten hinsichtlich des Mobilitätsangebots von erwerbstätigen Autofahrern und ÖPNV-Nutzern im suburbanen Raum, Hub Chain-Nutzerbefragung (n=1.671)

Anschlussgarantie für die Shuttle-Nutzer im ländlichen Raum

Im Projekt Hub Chain wurde seitens des DLR eine Plattform und Software entwickelt, um die bereits bestehende Bürgerbusflotte ELLI zu digitalisieren und in den spärlich vorhandenen Linienverkehr zu integrieren. Die digitalisierte Disposition, das heißt die Routenzusammenstellung anhand der digital eingehenden Fahrtwünsche, sorgt für eine Anschluss-sicherung an einigen Haltestellen zum Linienverkehr. Sie berücksichtigt dabei einzelne feste Stopps in der ansonsten frei disponierbaren Route der Fahrzeuge, zum Beispiel „immer 16 Uhr am Sportplatz“.

In ländlichen Regionen ist es möglich, dass sich verschiedene Angebote von Ruf- und Bürgerbussen das Gebiet aufteilen. Deshalb ist hier eine gemeinsame Plattform nötig, auf der alle On-Demand-Verkehre gebündelt angeboten werden sowie die Angebote der Verkehrsbetriebe der Region abgebildet sind. Die Plattform hat das Ziel, die Angebote sinnvoll zu kombinieren und eine Schnittstelle für externe Apps anzubieten, um die Daten aus der Plattform abrufen zu können.

Der Fahrgast bekommt von der Plattform Verbindungsvorschläge und kann, falls ein reservierungspflichtiger Bus

vorgeschlagen wird, diesen über die Plattform buchen. Die in Hub Chain entwickelte Plattform ist interoperabel und auf andere Regionen übertragbar.

Die Hub Chain-Plattform besitzt dabei folgende Eigenschaften:

- Plugin-Verfahren für externe Auskunftssysteme der Verkehrsverbünde (das heißt: VDV-TRIAS- oder HAFAS-API) sowie extern disponierter On-Demand-Flotten und einen neuen Service für die Reservierung und Buchung von Sitzplätzen bei diesen Flotten
- Registrierungsprozess für neue Angebote auf der Plattform mit Angabe der Umstiegshaltestellen
- Intermodaler Router, der die Anfragen an die registrierten Mobilitätsdienste stellt und diese sinnvoll kombiniert
- Schnittstelle, die externe Apps benutzen können, um Verbindungsauskünfte mit Reservierungsmöglichkeiten anzubieten

5.4 Zusammenfassung der Learnings

- In ländlichen Räumen können Shuttles kleinere Dörfer mit der nächstgelegenen ÖPNV-Station verbinden. Dabei sollen die Bedarfsverkehre keine Konkurrenz zum Linienverkehr darstellen, sondern dessen Nutzung vereinfachen.
- Das Elde-Quellgebiet bot mit seiner Struktur (15 einwohnerschwache Dörfer auf insgesamt 150 Quadratkilometern Fläche) ein optimales Testgebiet.
- Die dezentrale Organisation der Fahrzeugflotte erweist sich als starke Herausforderung für die zuständigen ÖPNV-Unternehmen.
- Der Anschluss an den Linienverkehr sollte aus Nutzersicht dringend nahtlos sein.
- Aufgrund der Altersstruktur und weiterer struktureller Aspekte ist in ländlichen Räumen eine besonders flexible Nutzung gegebenenfalls mit Tür-zu-Tür-Bedienung nötig.
- Vorbuchfunktion, Planbarkeit und Zuverlässigkeit sind für den Shuttle aus Nutzersicht im ländlichen Raum von besonders großer Bedeutung.
- Um beim Wechsel vom Bedarfs- auf den Taktverkehr (und andersherum) eine Anschlussgarantie schaffen zu können, sollte die Disposition digitalisiert werden. Darüber hinaus bietet eine gemeinsame Plattform aller Bedarfsverkehre in der Region die Möglichkeit, Angebote sinnvoll zu kombinieren.
- Die im Projekt entwickelte Software zur digitalen Buchung des Shuttles wurde von den Fahrgästen nicht genutzt.





Technische Details, die das autonome Fahren durch präzise Datenerfassung ermöglichen





Leitfaden für fahrerlose Shuttles in suburbanen und ländlichen Räumen

6.1 Was ist beim autonomen Shuttle-Betrieb zu beachten?

Automatisiertes Fahren ist die Zukunft – auch für den öffentlichen Verkehr. Doch bis sich tatsächlich vollautomatisierte Fahrzeuge ohne Fahrer auf unseren Straßen bewegen können, müssen noch einige Hürden überwunden werden. Im Projekt Hub Chain haben die Beteiligten durch den Einsatz des autonomen Fahrzeugs Hubi wichtige Erkenntnisse im Bereich des fahrerlosen Shuttle-Betriebs gewonnen.

Was sind die Vorteile autonomer Shuttles für ÖPNV-Unternehmen?

Für ÖPNV-Unternehmen ergeben sich beim Betrieb vollautomatisierter und autonomer Fahrzeuge – selbst mit niedrigen Geschwindigkeiten – viele Vorteile:

- Sie müssen in Zeiten von Personalmangel keine Fahrer suchen.
- Sie sparen Personalkosten.
- Sie können das Fahrzeug rund um die Uhr einsetzen. Das macht den Shuttle besonders effizient.
- Sie können automatisierte Leerfahrten zu Dispositionszwecken oder für Ladevorgänge perspektivisch auch für den Gütertransport nutzen.
- Perspektivisch könnte auch der autonome Fahrmodus auf der eingelesenen Strecke von einem dezentralen Depot aus kontrolliert werden.

Gegenüber anderen Anbietern haben ÖPNV-Unternehmen in vielerlei Hinsicht einen Vorsprung in Bezug auf den On-Demand-Betrieb von fahrerlosen Shuttles:

- Sie betreiben bereits eine Leitzentrale und die Mitarbeiter dort können mit vertretbarem Aufwand die zusätzlichen Aufgaben übernehmen.
- Sie können mit On-Demand-Betrieb gegenüber dem konventionellen Linienbusbetrieb Kosten sparen und so ohne Verzicht auf Linien und Anbindungen ihren Versorgungsauftrag erfüllen.
- Sie arbeiten oft eng mit lokalen Entscheidungsträgern sowie der kommunalen Planung zusammen, was die Einführung fahrerloser Shuttles

durch infrastrukturelle Sicherungsmaßnahmen, wie zum Beispiel spezielle Fahrstreifen oder Parkverbote, entlang der Strecke erleichtern kann.

- Ihre betrieblichen Prozesse für Wartung und Reparatur von Fahrzeugen sowie Notfallpläne sind eingespielt.
- Vor allem größere ÖPNV-Unternehmen besitzen Erfahrung mit einem digitalen Management und Monitoring von Fahrzeugflotten.
- Im Gegensatz zu anderen On-Demand-Verkehrsbetrieben, wie zum Beispiel Taxiunternehmen, erwarten die Nutzer von ÖPNV-Angeboten keinen Tür-zu-Tür- oder Langstreckenbetrieb.

Somit sind ÖPNV-Unternehmen auf den Betrieb fahrerloser Systeme sowohl auf der Schiene als auch im Straßenverkehr sehr gut vorbereitet. Diese vorteilhafte Startposition ermöglicht ihnen, ihren Betrieb mit fahrerlosen On-Demand-Verkehren effizienter und nutzernäher zu gestalten.

Wenn die Fahrzeuge schließlich als Zubringer zur nächsten ÖPNV-Station genutzt werden, werden sie zudem auf kurzen Strecken eingesetzt, bei denen eine geringe Fahrgeschwindigkeit nicht stark ins Gewicht fällt. Dafür sind auch Elektrofahrzeuge besonders gut geeignet. Wenn diese über „grüne Energie“ geladen werden, kann der vollautomatisierte und autonome Betrieb individueller öffentlicher Verkehrsmittel (IÖV) gleichzeitig auch einen Beitrag zu einer umweltfreundlichen Mobilität leisten.

Automatisierung des Straßenverkehrs in fünf Stufen

Die Automatisierung des Straßenverkehrs geschieht natürlich nicht von heute auf morgen, sondern in Stufen. Als weltweiter Standard für die Klassifizierung autonomer Fahrzeuge gilt seit 2014 die Norm der SAE International. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der Verband der Automobilindustrie (VDA) haben ebenfalls eine Klassifizierung entworfen. Mit Hilfe dieser Normen lässt sich über den Status quo und die Zukunft der Automatisierung im Straßenverkehr Folgendes sagen:

Derzeit erreichen straÙengebundene Fahrzeuge die **Stufe 2** – „Teilautomatisierung“ nach SAE. Das heiÙt: Das „System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall“ (VDA 2015, S. 15).

Auf **Stufe 3** bernimmt das Fahrzeug zum Teil die Führung, etwa auf der Autobahn. Es muss den Fahrer aber „zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve“ (ebd.) auffordern können.

Diese Übernahme ist auf **Stufe 4**, der Hochautomatisierung, nicht mehr erforderlich – zumindest im spezifischen Anwendungsfall, zum Beispiel beim fahrerlosen Parkservice. Die Anforderung an Stufe 4 ist, dass das Fahrzeug bei Erreichen der Systemgrenzen sich selbst in einen „sicheren Zustand“ versetzt und zum Beispiel auf einem Seitenstreifen parkt. Zur Weiterfahrt wird dann wieder der Eingriff des Fahrers nötig.

Ab **Stufe 5** wird einer Unterstützung durch zusätzliche Umwelt-Kommunikationssysteme (Car2X) eine hohe Bedeutung beigemessen. Sie umfassen sowohl die Kommunikation zwischen Fahrzeugen (Car2Car) als auch zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (Car2Infrastructure). Der VDA geht davon aus, dass die Hochautomatisierung von PKW in „der übernächsten Dekade“, also ab etwa 2030, erreicht werden könnte (VDA 2015, S. 14).

Bei allen Klassifizierungen bedeutet die letzte Stufe der Automatisierung, dass das System des Fahrzeugs sämtliche Fahraufgaben übernimmt. Erst auf dieser Stufe ist es nicht mehr nötig und möglich, dass in das Fahrgeschehen eingegriffen wird. Beim vollautomatisierten Fahren kann und muss das Fahrzeug also in jeder Situation und auf jeder Strecke eigenständig fahren. Es gibt keinen Fahrer mehr. „Alle im Fahrzeug befindlichen Personen sind in diesem Fall Passagiere.“ (BMVI 2015, S. 6).

Rechtlicher Rahmen zum hoch- und vollautomatisierten Fahren

Aus psychologischer Sicht stellt der Übergang vom assistierten zum hochautomatisierten Fahren keine kontinuierliche Weiterentwicklung, sondern einen radikalen Bruch dar, da das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine in Bezug auf die Handlungshoheit umgekehrt wird (BMVI 2017, S. 11). Der wissenschaftliche Beirat im Verkehrsministerium (BMVI) hat entsprechend der Herausforderungen zu den Automatisierungsstufen 3 bis 5 ein eigenes Gutachten zum „Automatisierten Fahren im StraÙenverkehr“ herausgegeben (BMVI

2017). Hierbei unterscheidet es zwei Gruppen an Fahrzeugen (BMVI 2017, S. 3):

1. Fahrzeuge, die „weiterhin mit fhrtchtigen Fahrzeugführern besetzt sind“ (Stufe 3 und 4). Der Fahrer bleibt hier jederzeit haftbar.
2. Fahrzeuge, die eine bestimmte Strecke komplett fahrerlos fahren (Stufen 4 und 5). Hier stehen die Aufgaben und Verpflichtungen der jeweiligen Betreibermodelle im Fokus.

Zur letztgenannten Gruppe zählen explizit Fahrzeuge, die „ausschlieÙlich automatisch fahren und somit keinen Fahrerplatz mehr vorhalten“ (BMVI 2017, S. 7). Der Beirat geht hierbei davon aus, dass die Fahrzeuge nur auf bestimmten Strecken eingesetzt und die Fahrten von einem Betreiber überwacht werden. Hierbei wird rechtlich die Verantwortung für den Betrieb des Fahrzeugs vom fhrtchtigen Fahrer zu dem jeweiligen „Betreiber“ verlagert. Somit steht nicht mehr die Typzulassung des Fahrzeugs, sondern die Steuerung des übergreifenden Betreibersystems im Vordergrund (ebd.). Dadurch werden unter anderem auch hohe Anforderungen an die Cyber Security erforderlich.

Als Zubringer zum ÖPNV werden autonome Shuttles in das bestehende Flottenmanagement des Verkehrsunternehmens eingebunden. Einsatz-, Notfall- und Kommunikationssysteme des Linienverkehrs können auf diese Weise mitgenutzt werden. Allerdings ergeben sich bei einem fahrerlosen Betrieb von Kleinbussen neue Herausforderungen wie beispielsweise eine verbindliche Sitzplatzbuchung oder eine „Fernsteuerung“ im Notfall, für die es bisher noch keine etablierten Lösungen gibt. Die Anforderungen an das Sicherheitsmanagement automatisierter Flotten sind dabei mit denen zu vergleichen, die derzeit in der Schifffahrt, Luftfahrt oder dem Schienenverkehr vorhanden sind.

Automatisierung des öffentlichen Verkehrs in vier Stufen

Für die Automatisierung des öffentlichen Verkehrs wird eine eigene Klassifizierung verwendet, die vom Internationalen Verband für öffentliches Verkehrswesen (UITP) für den Schienenverkehr definiert wurde (UITP 2018). Diese Klassifizierung unterscheidet vier verschiedene Stufen der Automatisierung.

Der Fahrer fällt ab Stufe 3, der „Steward“ (train attendant) ab Stufe 4 weg (UITP 2018). Die Stufe 4 der „Unattended Train

Operation“ verlangt nicht nur die Kontrolle über eine Leitwarte, sondern auch eine Kommunikation mit der Schieneninfrastruktur und mit Verkehrsleitsystemen (Vehicle2X).

Der Betrieb vollautomatisierter Fahrzeuge stellt also hohe Anforderungen an die Betriebsumgebung. Experten gehen überwiegend davon aus, dass mittelfristig eine Anpassung der Straßeninfrastruktur nötig sein wird.

Für die Kommunikation des Fahrzeugs mit der Umgebung ist zudem eine Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen erforderlich (BMVI 2017, S. 17). Diese Anforderungen sind heute schon zu bewältigen, sofern das Fahrzeug Geschwindigkeiten von 25 km/h nicht überschreitet und damit in jeder Situation innerhalb einer Sekunde zum Stillstand kommen kann.

Rechtlicher Rahmen für die Genehmigung autonomer Shuttles

Aktuell besteht bereits eine Möglichkeit, automatisierte Fahrfunktionen im öffentlichen Straßenverkehr zu erproben. Bislang zugelassene Pilotprojekte zum Thema automatisiertes Fahren stützen sich auf eine Einzelbetriebserlaubnis in Verbindung mit Ausnahmegenehmigungen gemäß § 70 Abs. 1 StVZO, einer Vorschrift, die den Behörden erlaubt, in konkreten Einzelfällen Befreiungen von den Vorschriften der StVZO zu erteilen. Auch für den autonomen Shuttle Hubi musste eine solche Einzelbetriebserlaubnis erteilt werden.

Für die Einzelbetriebserlaubnis ist stets ein Sachverständigen-gutachten erforderlich, das beispielsweise von einem TÜV-Sachverständigen erstellt werden kann. Aus dem Gutachten muss hervorgehen, dass das Fahrzeug den Vorschriften entspricht und inwiefern es von technischen Vorschriften abweicht. Bei einem autonomen Shuttle wie Hubi betrifft das zum Beispiel den fehlenden Fahrersitzplatz, die nicht ausschließlich mechanische Übertragungsvorrichtung für die Lenkung oder die fehlenden Rückspiegel.

Für jede dieser Abweichungen muss ein alternatives technisches Sicherheitskonzept vorgestellt werden. Es muss darlegen, wie die wichtigen Funktionen der fehlenden Teile dennoch durch das autonome Fahrzeug ausgeführt werden können. Bei Hubi wurden beispielsweise die fehlenden Rückspiegel durch Kameras oder Sensoren ersetzt. Diese Ausführungen können als Auflagen oder Nebenbestimmungen Teil der Genehmigung werden. Für diesen Vorgang ist eine gute Kommunikation und Zusammenarbeit der Beteiligten unerlässlich.

Besondere Herausforderungen bei der Genehmigung

Bei der Genehmigungserteilung übt die Behörde ein sogenanntes behördliches Ermessen aus. Dabei wägt sie das öffentliche Interesse am Bestehen der Vorschrift gegen das Interesse des Antragstellers an der Befreiung von der Vorschrift ab. Ein konkretes Beispiel: Die Behörde wägt ab, ob das öffentliche Interesse an einem Lenkrad in einem Fahrzeug stärker ist als das Interesse eine automatisierte Fahrfunktion zu erproben und diese durch einen Sicherheitsfahrer mit Noteingriffsrechten abzusichern. Die Ausnahmegenehmigungen gelten nur örtlich begrenzt und sind mit zahlreichen Auflagen verbunden.

Schwierigkeiten ergeben sich bislang daraus, dass den Behörden keine Hilfestellung für die Ausübung ihres Ermessens zur Verfügung steht. Auch kann derzeit von dem Grundsatz eines anwesenden Fahrzeugführers keine Ausnahme erteilt werden. Entsprechende Auflagen fordern, dass ein Fahrzeugbegleiter kontinuierlich wahrnehmungs- und eingriffsbereit sein muss. Ein vollautomatischer oder gar autonomer Fahrzeugbetrieb ohne Fahrzeugführer als verantwortliche Rückfallebene findet trotz der bestehenden technischen Möglichkeiten praktisch nicht statt. Ein Shuttle ohne Fahrer ist also derzeit nicht möglich.

Genehmigung im ländlichen Raum

Hubi sollte 2020 auch im Elde-Quellgebiet auf ländlichen Straßen getestet werden. Allerdings stellte sich das im Laufe des Genehmigungsprozesses als nicht durchführbar heraus, weil die Sensorik des Fahrzeugs sich aktuell noch an festen „Wegemarken“ im Raum orientiert. Da auf Landstraßen aber rechts und links der Straßen nur Felder liegen und die Bäume sich saisonal stark verändern, war keine sichere Orientierung möglich.

Darüber hinaus sind die Straßen außerhalb von Orten auf 100 km/h Geschwindigkeit ausgelegt. Da Hubi nur mit maximal 15 km/h fahren kann, war die Differenzgeschwindigkeit bei entgegenkommenden und überholenden Fahrzeugen zu groß und die Straßenverkehrsbehörden sahen sich im Elde-Quellgebiet nicht in der Lage, auf den von Hubi genutzten Straßen eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h anzuordnen.

Keine Anpassung der Infrastruktur nötig:
Das Fahrzeug bewegt sich sicher auf jedem Straßentyp

Leichte Anpassung:
Fahrbahn wird mit speziellen Markierungen versehen

Mittlere Anpassung: Baken oder andere Landmarks
entlang der Strecke und Tempolimit

Starke Anpassung: Baken und Landmarks entlang
der Strecke, digitale Signale an Kreuzungen und Ampeln
sowie dauerhafte 5G-Verbindung

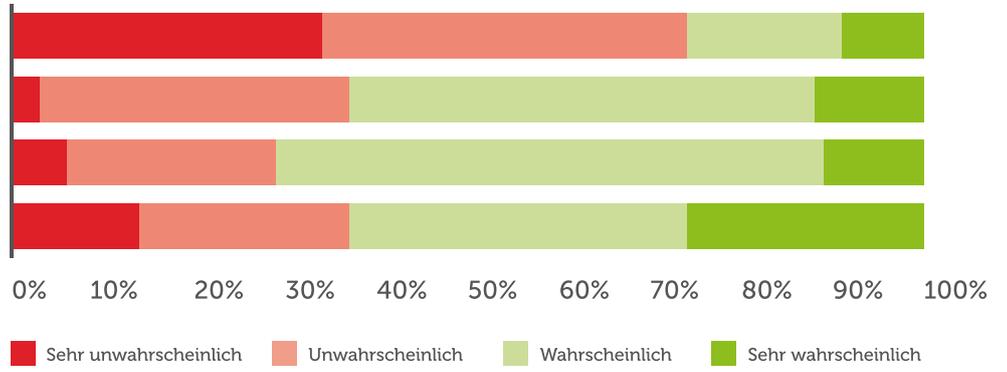


Abb. 15 Anpassung der Infrastruktur für autonome Shuttles (n=35) (Crössmann 2020, S. 108)



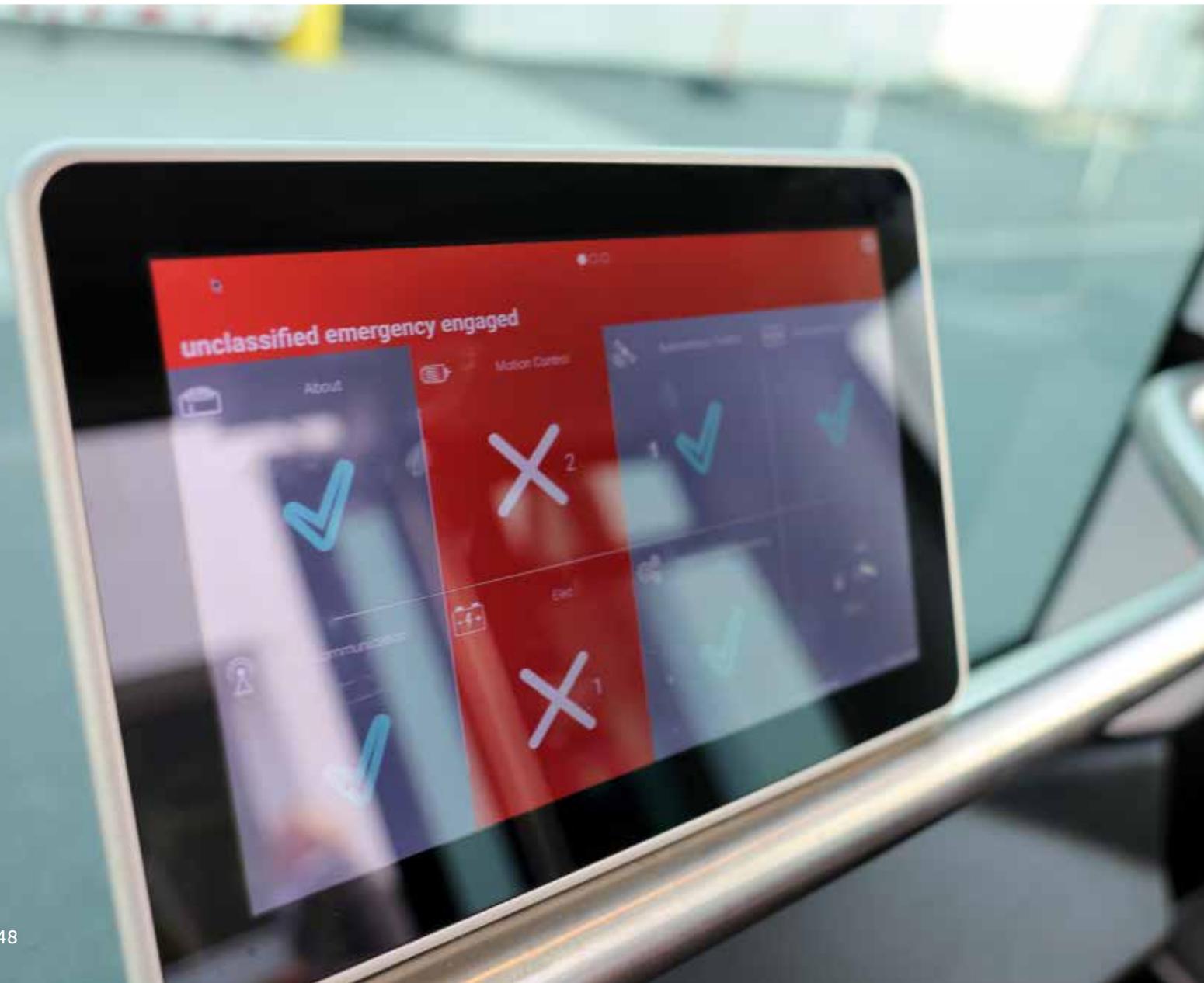
6. Leitfaden für fahrerlose Shuttles in suburbanen und ländlichen Räumen

Deshalb beschloss das Konsortium, den ländlichen Testbetrieb in der Altstadt von Bad Essen in der Nähe von Osnabrück durchzuführen. Während das Testgebiet in Bad Essen selbst im Ortskern liegt, konnten dennoch Erfahrungen mit dem Anschluss an den ländlichen Linienverkehr gewonnen und auch Fokusgruppendifkussionen mit Bewohnern aus dem ländlichen Raum durchgeführt werden.

Weiterentwicklung des Gesetzes zum autonomen Fahren in begrenzten Betriebsbereichen

Die Testbetriebe in Osnabrück und in Bad Essen wurden nach Abschluss eines anspruchsvollen behördlichen Verfahrens – auch dank behördlicher Rückendeckung – erfolgreich

zugelassen. Trotz der sich aus dem Wechselspiel von Recht und Technik ergebenden Grenzen konnte das Potenzial autonomer Kleinbusse für den Personennahverkehr außerhalb großer Ballungszentren erfolgreich aufgezeigt werden. Rückblickend bot Hub Chain eine einmalige Chance, den bestehenden rechtlichen Rahmen für die Erprobung des autonomen Fahrens im ländlichen und suburbanen Raum praktisch erlebbar zu machen und Anregungen für dessen Weiterentwicklung zu entwickeln. Der aktuell in der Ressortabstimmung befindliche Referentenentwurf „Gesetz zum autonomen Fahren in begrenzten Betriebsbereichen“ hat aus den Erkenntnissen der vielfältigen Demonstrationsprojekte bemerkenswert viel aufgenommen.



6.2 Welche Anforderungen stellen die Nutzer an einen autonomen Shuttle?

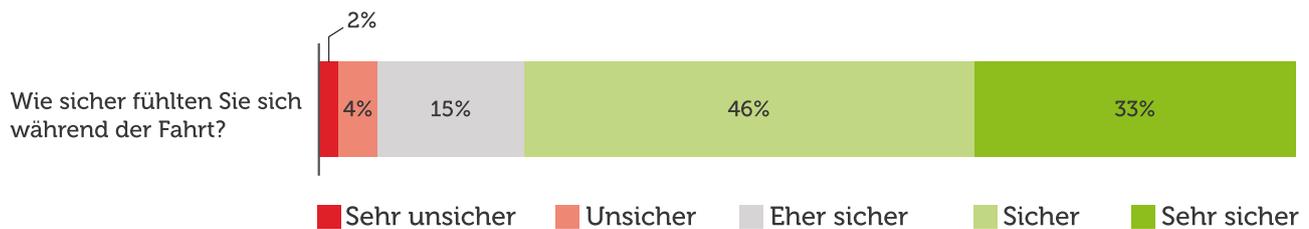


Abb. 16 Sicherheitsgefühl während der Testfahrt

Aktuell ist es aufgrund der fehlenden Nutzungserfahrung noch für viele Fahrgäste schwer vorstellbar, einen Kleinbus ohne Fahrer zu nutzen. Im Rahmen von Hub Chain wurden daher über verschiedene Befragungsformate, Testfahrten und Fokusgruppendifkussionen Nutzeranforderungen an einen fahrerlosen Shuttle-Dienst erfasst. Dabei standen besonders drei Kernthemen zum fahrerlosen Shuttle-Dienst im Fokus:

Die **Nützlichkeit** des Shuttles und Aspekte der **Servicequalität** wurden in den vorangegangenen Kapiteln einerseits für städtische Randlagen und andererseits für den ländlichen Raum analysiert. Für einen fahrerlosen Betrieb ist dabei zusätzlich für die Nutzerakzeptanz maßgeblich, wie sicher sich die Fahrgäste im Fahrzeug fühlen und welchen Bedarf es an zusätzlichen Services für einen fahrerlosen Betrieb gibt. Insgesamt erwarten die Nutzer, dass Verfügbarkeit und Kosten eines Shuttles mit den bestehenden ÖPNV-Angeboten vergleichbar sind. Den Fahrkomfort und die Flexibilität schätzen sie höher ein als beim ÖPNV, aber dennoch niedriger als beim privaten PKW. Bei der **Sicherheit** schneidet nach Ansicht der Nutzer der Shuttle im Vergleich jedoch am schlechtesten ab.

In den Fokusgruppendifkussionen wurde ein potenziell fahrerloser Shuttle komplett anders bewertet als ein Angebot mit Fahrer. So wird der aktuell noch nötige Sicherheitsfahrer eher als Service-Personal wahrgenommen, der nur wenig mit dem Betrieb des Fahrzeugs beschäftigt ist und sich daher mehr den Fahrgästen widmen kann. Der Fahrer eines Klein-

busses mit Lenkrad hingegen sollte sich vielmehr komplett auf den Verkehr konzentrieren.

Sicherheitsgefühl bei autonomen Shuttles aus Nutzersicht

Grundsätzlich steigt die Bereitschaft in einem autonomen Shuttle ohne Fahrer mitzufahren, wenn die Befragten schon einmal mit einem autonomen Shuttle mit Fahrer gefahren sind.

Das Gleiche gilt für die Akzeptanz fahrerloser Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum: Während bei der deutschlandweiten Befragung 22 Prozent kein Problem mit einem fahrerlosen Shuttle in der Nachbarschaft haben, sind es bei den Testnutzern mehr als die Hälfte der Befragten.

Insgesamt haben sich die Testnutzer während der Fahrt mit Hubi recht sicher gefühlt. Das Sicherheitsgefühl im fahrerlosen Fahrzeug kann durch unterschiedliche Maßnahmen erhöht werden, zum Beispiel indem ein „Nothalteknopf“ oder eine Notruf-Option im Fahrzeug vorhanden ist oder das Fahrzeug auf einer eigenen Spur fährt.

Darüber hinaus sind für die Fahrgäste die Services im Falle eines Notfalls auf der Strecke relevant: Was passiert, wenn der Shuttle auf einer Landstraße stehen bleibt? Wie kann die Weiterfahrt erfolgen oder wer holt die Passagiere ab, wenn sich das Fahrzeug nicht mehr in Bewegung setzen lässt? Bei einer Kurzbefragung gaben etwa die Hälfte der Hubi-Testnutzer an, dass sie für solche Fälle eine Video- oder

6. Leitfaden für fahrerlose Shuttles in suburbanen und ländlichen Räumen

Sprachverbindung zu einer Leitzentrale wünschen. Eine dauerhafte Überwachung durch die Leitzentrale hingegen erwarten 44 Prozent der Testnutzer. Des Weiteren wünschen sich die Nutzer vor allem, den virtuellen Einstiegspunkt durch sichtbare Markierungen erkennen und spontan zusteigen zu können. Darüber hinaus möchten sie die Fahrt per App mitverfolgen und direkt an einer Haltestelle buchen können.

Servicequalität bei autonomen Shuttles aus Nutzersicht

Die Befragten versprechen sich von einem Shuttle mehr und flexiblere Mobilitätsoptionen bei der Nutzung des ÖPNV. Flexibilität und Verfügbarkeit hängen dabei auch vom Betriebskonzept ab. So würde die Hälfte der Befragten den Shuttle am ehesten nutzen, wenn er eine Tür-zu-Tür-Beförderung anbieten würde. Die andere Hälfte der Befragten wäre allerdings auch bereit zur nächsten Haltestelle zu laufen. Die Festlegung einer Wunschzeit des Fahrtbeginns ist für fast 80 Prozent der Befragten relevant.

Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass Menschen ohne Nutzungserfahrung an der Befragung teilgenommen haben und dass die Testnutzer in den Fokusgruppendifkussionen zum Teil mehr Verständnis dafür zeigten, dass Hubi sie nicht von

zu Hause aus abholt. Die Erwartungen an die Servicequalität hängen zum Teil auch davon ab, wer den Shuttle-Service am Ende anbietet. Bei einer Delphi-Befragung von Mobilitätsexperten in Kollaboration mit Hub Chain gehen die meisten Befragten davon aus, dass Shuttles von lokalen oder überregionalen Verkehrsunternehmen angeboten werden (Crössmann 2020). Wenn ein lokales Taxi-Unternehmen einen fahrerlosen Shuttle-Service mit kleinen Fahrzeugen anbietet, könnten die Nutzer ggf. auch eher eine Tür-zu-Tür-Beförderung erwarten als bei einem ÖPNV-Unternehmen, das einen größeren Bus schickt.

Haltestellen aus Nutzersicht

Autonome Shuttles halten an „virtuellen Haltepunkten“. Diese benötigen eigentlich keine Haltestellenschilder, weil die Nutzer sie per App auf einer Karte lokalisieren können. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind viele Fahrgäste jedoch noch zu stark an „klassische Haltestellen“ gewöhnt. Perspektivisch sollten sie zwar an virtuelle Haltestellen herangeführt werden. Dennoch empfiehlt sich, bei der Einführung eines autonomen Shuttles mit virtuellen Haltepunkten über eine Ausschilderung der virtuellen Haltepunkte – besonders in der Startphase – nachzudenken.

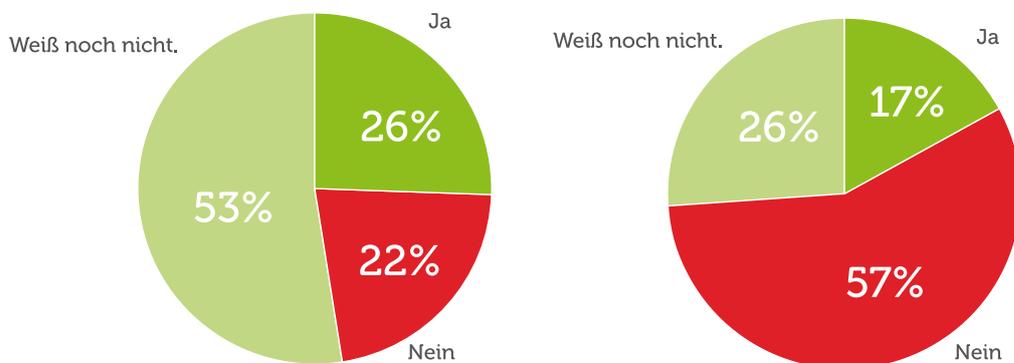


Abb. 17 Akzeptanz von fahrerlosen Shuttles in der Wohnstraße, links: Deutschlandweite Befragung (n=1.671), rechts: Befragung Hub Chain-Testnutzer (n=54), aufgrund von Rundungen ergeben sich in den Grafiken nicht immer 100 Prozent.



Abb. 18 Nutzeranforderungen an den fahrerlosen Betrieb, aufgrund von Rundungen ergeben sich in den Grafiken nicht immer 100 Prozent.

6.3 Was ist bei der Nutzung digitaler Dienste für den Shuttle-Betrieb zu beachten?

Digitale Schnittstellen schaffen

Der Wegfall des Fahrers ist ein starker Einschnitt sowohl aus Betreiber- als auch aus Nutzersicht. Der Fahrer dient als Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Kunden und ist somit ein wichtiger Faktor beim Thema Kommunikation und Betrieb. Das Wegfallen des Fahrers vor Ort muss somit durch verschiedene digitale Schnittstellen kompensiert werden, die die komplexen Aufgaben übernehmen können.

ÖPNV-Unternehmen müssen den technischen Fortschritt so umsetzen, dass die Nutzer bereit sind, auf das neue ÖPNV-Angebot umzusteigen. Somit ist ein System erforderlich, das dem Kunden bestmögliche Sicherheit bietet und gleichermaßen attraktiv für ihn ist. Wichtig dafür sind unter anderem ein einfacher digitaler Zugang und eine reibungslose Mobilitätskette zum gewünschten Ziel.

Deshalb sollten ÖPNV-Unternehmen ihre On-Demand-Shuttle-Angebote möglichst tief in bestehende Kunden- und Betriebssysteme einbinden. Das heißt im Einzelnen,

- das neue Angebot über die Fahrplanauskunft zu kommunizieren,
- das Angebot über die intermodale Routenplanung einzubinden,
- den Fahrgästen Buchungsfunktionen für den Shuttle bereitzustellen – bestenfalls über verschiedene Kanäle (App, smarte Haltestelle, Mobilitätsplattform).

Anschließend sollten die ÖPNV-Unternehmen den On-Demand-Verkehr in der Planung intelligent mit dem Linienverkehr verknüpfen. Das bedeutet im Einzelnen:

- Die Fahrzeiten sollten optimal für eine Anschlussgarantie berechnet werden.
- Den Kunden sollten personalisierte und dynamische Informationen zur gebuchten Fahrt bereitgestellt werden – zum Beispiel die aktuelle Position des Fahrzeugs sowie Benachrichtigungen bei Abweichungen von der geplanten Ankunfts- oder Abfahrtszeit.

In einem weiteren Schritt sollten die ÖPNV-Unternehmen das neue Shuttle-Angebot in die Backend-Systeme im Verkehrsbetrieb integrieren. Dazu gehören zum Beispiel Kundendatenbanken und Abrechnungssysteme. Ziel ist es, Synergien zu nutzen und Vorteile vernetzter Kundendaten an den Kunden weiterzugeben – beispielsweise in Form von Bestpreisabrechnungen. Das erfordert insbesondere moderne E-Ticketing-Systeme, die nach dem Check-in-/Check-out-Verfahren oder Be-in-/Be-out-Verfahren arbeiten.

Software warten und instandhalten

Die Software autonomer Fahrzeuge erfordert sehr spezifische, herstellerabhängige Qualifikationen für Wartung und Instandhaltung. Sie kann aufgrund der dynamischen Technologieentwicklung nicht intern im Verkehrsbetrieb vorgehalten werden. Meist bleiben Verkehrsbetriebe, die einen autonomen On-Demand-Verkehr anbieten zunächst vom After Sales Service der Hersteller abhängig. Dies wird sich erst ändern, wenn sich gewisse Fahrzeugstandards im Markt etabliert haben und eigene Ressourcen im Verkehrsbetrieb dafür aufgebaut werden können.



6.4 Zusammenfassung der Learnings

- Fahrerlose Shuttles bieten ÖPNV-Unternehmen eine Reihe von Vorteilen. Darüber hinaus haben ÖPNV-Unternehmen im Vergleich zu anderen Anbietern in vielerlei Hinsicht einen Vorsprung in Bezug auf den Betrieb autonomer Shuttles.
- Die Automatisierung des Straßenverkehrs lässt derzeit noch keinen vollautomatisierten Verkehr zu. Allerdings schreitet die Entwicklung in diesem Bereich stetig voran.
- Betreiber müssen sich besonders mit dem rechtlichen Rahmen zum hochautomatisierten Fahren auseinandersetzen.
- Derzeit fahren autonome Shuttles nur innerhalb von Pilotprojekten und müssen stets einen Fahrer als verantwortliche Rückfallebene vorweisen. Für den Betrieb ist eine Einzelerlaubnis in Verbindung mit Ausnahmegenehmigungen nötig. Außerdem bedarf es eines Sachverständigengutachtens und speziellen technischen Sicherheitskonzepten. Die Genehmigung liegt im behördlichen Ermessen.
- Die Genehmigung sowie der Betrieb eines autonomen Shuttles stehen besonders im ländlichen Raum fahrzeugseitig und rechtlich noch vor einigen Hürden.
- Nutzer erwarten von einem autonomen Shuttle, dass Fahrkomfort und Flexibilität niedriger sind als beim eigenen Auto, aber höher als beim klassischen ÖPNV. Allerdings schätzen sie die Sicherheit im Vergleich zum privaten PKW und dem ÖPNV als geringer ein. Grundsätzlich steigt ihre Bereitschaft in einem autonomen Shuttle zu fahren, wenn sie die Erfahrung schon einmal gemacht haben.
- ÖPNV-Unternehmen müssen ihre On-Demand-Shuttle-Angebote möglichst tief in bestehende Kunden- und Betriebssysteme einbinden, um Nutzern einen einfachen digitalen Zugang sowie eine reibungslose Mobilitätskette zu ermöglichen und das Angebot damit attraktiv zu gestalten. Darüber hinaus sollten ÖPNV-Unternehmen den On-Demand-Verkehr in der Planung intelligent mit dem Linienverkehr verknüpfen.
- Die Software autonomer Fahrzeuge muss regelmäßig gewartet und instand gehalten werden.
- Für den Betrieb autonomer Shuttles müssen gegebenenfalls Parkmöglichkeiten für PKW eingeschränkt und Umgebungsgeschwindigkeiten angepasst werden. Das kann zu Problemen bei der Genehmigung führen.
- Virtuelle Haltepunkte sollten zunächst noch ausgeschildert werden.



6.5 Konkrete Handlungsempfehlungen für den Betrieb autonomer Shuttles

Der Wegfall des Fahrers ist ein starker Einschnitt sowohl aus Betreiber- als auch aus Nutzersicht. Im Projekt Hub Chain konnten die Herausforderungen praktisch erprobt werden. Das Projektteam hat aus seinen Erfahrungen anschließend die folgenden Handlungsempfehlungen für den Betrieb autonomer Shuttles zusammengetragen:

Handlungsempfehlung 1: Rechtliche Grundlagen schaffen

Der rechtliche Rahmen ist derzeit noch nicht auf einen automatisierten Shuttle-Betrieb ausgelegt. Zum einen ist ein vollautomatischer Fahrbetrieb ohne Fahrer derzeit noch nicht möglich. Zum anderen wird aktuell eine Einzelbetriebs-erlaubnis in Verbindung mit Ausnahmegenehmigungen benötigt, für die ein Sachverständigengutachten und verschiedene Sicherheitskonzepte notwendig sind.

Im Zuge der zunehmenden Automatisierung des Straßenverkehrs werden die rechtlichen Regelungen in den kommenden Jahren sicherlich Änderungen erfahren. Ein erster Schritt kündigt sich bereits durch das „Gesetz zum autonomen Fahren in begrenzten Betriebsbereichen an“, das sich als Referentenentwurf aktuell in der Ressortabstimmung befindet. Für das fahrerlose Fahren im ländlichen Raum bietet der Referentenentwurf keine bessere Perspektive, wohl aber für zukünftige Test-Shuttles im städtischen und suburbanen Raum.

Handlungsempfehlung 2: Betriebsinterne Prozesse anpassen

Mit Integration autonomer Fahrzeuge müssen Zuständigkeiten und Prozesse neu definiert werden. Der Wegfall des Fahrers im Fahrzeug bedeutet, dass er sich auch nicht mehr um den direkten Kundensupport „vor Ort“ kümmern kann. Hilfe bei Notfällen, Melden von Vandalismus, Entgegennahme von Fundsachen und Unterstützung mobilitätseingeschränkter Personen sind nur einige Beispiele, die ohne einen Fahrer im Fahrzeug neu organisiert werden müssen. Darüber hinaus wird bei einem fahrerlosen Shuttle-Betrieb die Rolle der Leitstellenmitarbeiter erweitert, die gegebenenfalls mehrere Fahrzeuge technisch überwachen müssen.

Handlungsempfehlung 3: Kundenkommunikation anpassen

Für viele Menschen ist ein On-Demand-Shuttle per App-Buchung eine Mobilitätsform, die sie so noch nicht kennen und die sich deutlich vom klassischen ÖPNV unterscheidet. Deshalb bedarf ein solches Angebot eine durchdachte Kundenkommunikation, die auch neue Kundengruppen ansprechen sollte.

Die Kommunikation steht vor der Herausforderung Awareness zu schaffen, Nutzungsbarrieren abzubauen und zum Ausprobieren zu ermutigen. Dabei bietet eine deutlich persönlichere und direktere Kundenkommunikation über die Buchungsplattform auch eine große Chance, neue Kunden für den ÖPNV zu gewinnen und Loyalität zum Verkehrsbetrieb/On-Demand-Verkehr-Anbieter aufzubauen.

Handlungsempfehlung 4: Rückfallsysteme schaffen

Ein Ausfall der Software oder andere technische Probleme können gerade in der Anfangszeit des Betriebs schnell dazu führen, dass der Shuttle nicht mehr fahren kann. ÖPNV-Unternehmen sollten daher klären, wie der Anschluss in einem solchen Fall trotzdem garantiert werden kann. Zu einem solchen Rückfallsystem könnten zum Beispiel Taxen oder Drittdienstleister gehören.

Handlungsempfehlung 5: Gute Straßenraumbeschaffenheit sicherstellen

Insgesamt stellt ein autonomer Betrieb hohe Anforderungen an die Straßenraumbeschaffenheit. Ausreichend verfügbare Parkmöglichkeiten verhindern die Behinderung des Shuttles auf der eingelesenen Strecke durch falsch parkende Fahrzeuge. Ein regelmäßiger Grünschnitt im direkten Umfeld der eingelesenen Strecke beugt einer Verlangsamung des Fahrzeugs oder seinem vollständigen Stillstand vor. Darüber hinaus ist ein guter GPS-Empfang für die genaue Lokalisierung des Fahrzeugs wichtig. Sollten sich in der Umgebung des Straßenraums keine Gebäude oder höhere, permanente Aufbauten befinden, an denen sich das Fahrzeug orientieren kann, muss eine zusätzliche Infrastruktur installiert werden (zum Beispiel Lokalisierungsschilder).

Handlungsempfehlung 6: Barrierefreiheit neu denken

ÖPNV-Unternehmen sollten auch das Thema Barrierefreiheit neu denken. Wenn virtuelle Haltepunkte (Pick-up-Points) möglichst flächendeckend angeboten werden sollen, dann wird das ohne die Unterstützung durch einen Fahrer vollständig automatisiert nicht an allen Haltepunkten barrierefrei möglich sein. Hier gilt es, innovative technologische Lösungen am Fahrzeug, an Haltepunkten und in Kunden-Apps zu entwickeln, damit Mobilitätseingeschränkte, Blinde und Personen mit anderen körperlichen Einschränkungen einen möglichst niederschweligen und flexiblen Zugang zum autonomen Mobilitätsangebot erhalten.



6.6 Ausblick

Fahrerlose Shuttles werden aufgrund dieser vielfältigen Herausforderungen zunächst in einfachen Einsatzszenarien möglich sein, in denen relevante Umgebungsfaktoren für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur vorhanden sind (Roadside Units, 5G etc.). An dieser Stelle sind Verkehrsbetriebe auf eine enge Kooperation mit den Kommunen angewiesen, die die erforderliche Infrastruktur stellen oder zumindest genehmigen. Eine klare Verteilung von Rollen und Verantwortlichkeiten für Aufbau, Instandhaltung und Finanzierung von Infrastruktur gibt es heute noch nicht, wird aber in Zukunft erforderlich sein, um die Rahmenbedingungen für autonome Flotten zu schaffen.

Insgesamt bieten autonome Shuttles perspektivisch das Potenzial, einen ÖPNV in eher schwach ausgelasteten Gebieten oder Randzeiten aufgrund wegfallender Fahrerkosten wirtschaftlicher gestalten zu können. Allerdings ist noch schwer abzuschätzen, wann Fahrzeug- und Softwarekosten so weit gesunken sind und Betreuungsschlüssel von Fahrzeugflotten so stark erhöht werden können, dass sich der Einsatz für Verkehrsbetriebe „lohnt“. Es bleibt zu hoffen, dass mit Einführung der rechtlichen Rahmenbedingungen für einen fahrerlosen Betrieb auch die Fahrzeughersteller einen großen Sprung in Richtung ÖPNV-tauglicher Fahrzeugkonzepte machen.





Quellen

Arbeitsagentur (2019): Pendleratlas.

<https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Angebote/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html>

BMVI: Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, Sept. 2015, Berlin.

Crössmann, L. (2020): Automatisierte Mobilität und Logistik in ländlichen Räumen, Eine Untersuchung zu Betriebskonzepten, Verkehrsinfrastrukturen und zukünftigen ländlichen Mobilitätsmärkten, Masterarbeit FU Berlin.

Eurostat (2013): Statistiken über die Entwicklung des ländlichen Raums nach Stadt-Land-Typologie.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:Rural_development_statistics_by_urban-rural_typology/de#Die_Bev.C3.B6lkerung_in_.C3.BCberwiegend_l.C3.A4ndlichen_Regionen_im_Fokus

infas (2019): Mobilität in Deutschland – MiD, Ergebnisbericht, Berlin.

http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf

König, D., J. Eckhardt, A. Aapaoja, J. Sochor und M. Karlsson (2016): Deliverable 3. Business and operator models for MaaS. MAASiFiE project funded by CEDR.

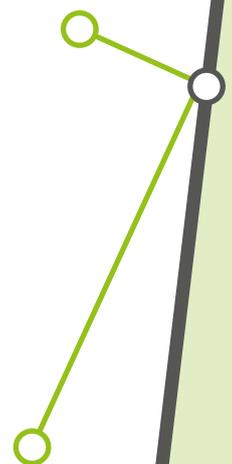
[https://www.researchgate.net/publication/309828016_Deliverable_3_Business_and_oper\[1\]tor_models_for_Mobility_as_a_Service_MaaS_MAASiFiE_project_funded_by_CEDR](https://www.researchgate.net/publication/309828016_Deliverable_3_Business_and_oper[1]tor_models_for_Mobility_as_a_Service_MaaS_MAASiFiE_project_funded_by_CEDR)

SAE international (2016): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, Standard J3016_201609, Update von J3016_201401, Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.

UITP – International Association of Public Transport (2018): World Report on Metro Automation, Statistics Brief.

VDA (2015): Automatisierung – Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren, Berlin.

<https://www.vda.de/dam/vda/publications/2015/automatisierung.pdf>



Impressum

Herausgeber:

Projektteam Hub Chain
Mai 2021

Redaktion:

Dornier Consulting International GmbH: Dr. Helga Jonuschat, Stefan Heine

Stadtwerke Osnabrück AG: Sandra van Tongern, Rebecca Dorsten, Nicklas Monte

Hacon Ingenieurgesellschaft mbH: Heike Twele

Kompetenzzentrum ländliche Mobilität,
Institut in der Forschungs-GmbH Wismar: Prof. Udo Onnen-Weber

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.: Anke Sauerländer-Biebl

Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V.: Alexander Klinge, Elias Eickelmann

Satz & Layout:

medienweite GmbH & Co. KG

Auftragsmanagement:

Giang To



Gefördert vom BMWI



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

im Rahmen des Programms

IKT FÜR 
ELEKTROMOBILITÄT

 Stadtwerke
Osnabrück



 **DORNIER**
Consulting

IKEM

 **HACON**

KOMOB
KOMPETENZENTRUM LÄNDLICHE MOBILITÄT