

EINSATZMÖGLICHKEITEN AUTOMATISIERTER FAHRZEUGE

Erstellt im Rahmen des Projekts

I-AT – Interregional Automated Transport

durch das

Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (IKEM)

Dennis Nill (dennis.nill@ikem.de)

Matthias Hartwig (matthias.hartwig@ikem.de)

Magazinstraße 15-16 | D-10179 Berlin

Tel. + 49 (0) 30- 408 18 7017

Mai 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.....	4
2. (Bedarfs-)Linienverkehr – „Shuttle“	5
3. Bedarfsgesteuerter Flächenbetrieb – „Shared Shuttle“	8
4. Gelegenheitsverkehr – “Private Shuttle”	10
5. Bedarfsorientierter Einsatz von Betriebsarten.....	12
6. Fernverkehr	13
7. Güterstraßenverkehr.....	13
8. Übersicht: Einsatzmöglichkeiten automatisierter Fahrzeuge	17
9. Literatur	18

Zusammenfassung

Automatisiertes Fahren bietet in Kombination mit der fortschreitenden Digitalisierung die Chance, neue Wege im Bereich der Mobilität zu gehen. Dies ist erforderlich um die begrenzten finanziellen Ressourcen der öffentlichen Hand im ÖPNV effizient einsetzen zu können sowie neue Mobilitätsbedarfe zu befriedigen.

Personalkosten für Fahrdienste machen einen großen Teil der Betriebskosten von Verkehrsangeboten aus. Der personalunabhängige Betrieb der Fahrzeuge verspricht geringere Betriebskosten und ermöglicht die Schaffung zusätzlicher, flexibler und individueller Angebote für die Kunden.

Verschiedene Einsatzmöglichkeiten der Technologie ergeben aus den Rahmenbedingungen des für Personen- und Güterverkehrs sowie aus den jeweiligen Organisationsformen (z.B. öffentlich, privatwirtschaftlich, betriebsintern)

Im Personenverkehr ergeben sich aus dem Rechtrahmen (insb. Personenbeförderungsgesetz) die Betriebsformen Linien- und Gelegenheitsverkehr, an denen sich die Einsatzmöglichkeiten orientieren und deren Voraussetzungen sie erfüllen müssen. Flexible Betriebsformen wie der Bedarfsorientierte Flächenbetrieb sind unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls möglich.

Konkrete Einsatzmöglichkeiten für automatisierte Shuttles sind:

(Bedarfs-)Linienverkehr – „Shuttle“

- Betriebsshuttles auf großen Werksgeländen
- Privat/Öffentlich/Betriebsintern betriebene ÖPNV-Zubringer (z.B. Wohngebiete/Werksgelände)
- Privat/Öffentlich/Betriebsintern betriebene lokale Zubringerverkehre (z.B. von außengelegenen Parkplätzen)
- Öffentlich betriebene Shuttles im ÖPNV-Linienverkehr
- Privat betriebene Spezielle Linienverkehre (z.B. Flughafenzubringer)

Bedarfsgesteuerter Flächenverkehr – „Shared Shuttle“

- Privat betriebenes Ride-Sharing
- Öffentlich betriebene Shared Shuttles als Ersatz/Ergänzung zum ÖPNV-Linienverkehr
- Betriebsshuttles auf großen Werksgeländen

Gelegenheitsverkehr – „Private Shuttle“

- Privat betriebener Taxi-Dienst
- Ggf. öffentlich betriebene Shuttles als Ersatz/Ergänzung zum ÖPNV-Linienverkehr
- Betriebsinterne Firmenwagen

Fernverkehr

- Privat/öffentlich betriebene Fernverkehrsangebote

Der **Güterverkehr** steht vor ähnlichen Herausforderungen (Personalkosten, Flexibilisierung), die mit automatisierten Fahrzeugen bearbeitet werden können. Einsatzmöglichkeiten sind:

- Private Lieferdienste mit zusätzlichen Flexibilisierungsmöglichkeiten
- Privat/Öffentlich betriebene Formen von kombiniertem Personen- und Güterverkehr
- Öffentliche Dienstleistungen der Daseinsvorsorge (z.B. Müllabfuhr, Straßenreinigung)
- Betriebsinterne Logistik

1. Einleitung

Automatisiertes Fahren bietet die Chance, neue Wege im Bereich der Mobilität zu gehen. Der personalunabhängige Betrieb der Fahrzeuge verspricht geringere Betriebskosten und die Schaffung zusätzlicher Angebote für die Kunden. Dies schließt zusätzliche Services für Personen ein, die selbst kein Fahrzeug führen können oder dürfen. Mit der Digitalisierung können erstmals vernetzter Mobilitätsangebote eingeführt werden, die sich sowohl an Effizienzgesichtspunkten (z.B. Optimierung von Wegstrecken) als auch an den Bedürfnissen der Kunden (z.B. Abholung an bestimmten Orten/zu einer bestimmten Uhrzeit) orientieren. Automatisiertes Fahren ermöglicht den weiteren Ausbau von auf die situationsspezifischen Anforderungen abgestimmten, differenzierten Bedienungsformen.¹

Die aktuelle Entwicklung zeigt, dass Verkehr zunehmend flexibel stattfindet.² Der herkömmliche, getaktete öffentliche Personenverkehr eignet sich zwar als zuverlässige Basis für viele Verkehrsbedürfnisse; als Zubringer und Ergänzung werden aber zunehmend flexible Angebote gefordert und etabliert. So wird der öffentliche Verkehr (ÖV) bereits heute durch ein breites Angebot an Shared-Mobility-Diensten (z.B. Carsharing) sowie On-Demand Angeboten (z.B. Dorfbusse, Rideselling und Ridesharing im ländlichen Raum) ergänzt. Treibende Kräfte für diese Tendenzen sind einerseits höhere Anforderungen an die Kosteneffizienz des ÖV sowie andererseits neue technische Möglichkeiten auf Basis der weiter voranschreitenden Digitalisierung. Insbesondere die Verbreitung von Smartphones mit verschiedenen Apps als integrierte Mobilitätsplattformen ermöglichen den Kunden zahlreiche neue Services, die sich oftmals durch besonders kurze Planungshorizonte auszeichnen.³ Die Zielsetzung vieler aktueller Projekte in diesem Bereich ist es, durch digitale und systemübergreifende Buchungssysteme, schnellstmöglich multimodale Mobilität aus einer Hand (Mobility as a Service – MaaS) anzubieten. Auch auf verkehrlicher Seite bietet die Digitalisierung zusätzliche Möglichkeiten: Durch immer genauere digitale Karten und Verkehrsdaten lassen sich Verkehrsflüsse und Fahrtwege optimieren (Smart Routing).

Die auf solchen Technologien beruhende Automatisierung von Fahrzeugen kann so weit gehen, dass mit automatisierten Sharing-Flotten und Shuttles in Zukunft weitere Mobilitätsangebote angeboten werden können. Diese können als Teil einer öffentlichen Flotte den ÖV deutlich stärken und auch in weniger verdichteten Räumen die letzte Meile rund um lokale Hubs wie regionale Bus- oder Bahnstationen bedienen. Auf lange Sicht wird der durch flexible Bedienformen und letztlich durch automatisierte Zubringerfahrzeuge ergänzte und erweiterte ÖV auch das Teilhabversprechen der Daseinsvorsorge besser einlösen können, als dies der bisher lückenhafte ÖV sowie auch der motorisierte Individualverkehr (MIV) mit seinen hohen Zugangshürden heute vermögen. Ein ÖV mit der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des MIV wird letzteren gleichzeitig deutlich reduzieren helfen und so einen erheblichen Beitrag zu Umwelt-, Klima- und Gesundheitsschutz (Lärm-, Abgas-, Unfallvermeidung) leisten.

Mit zunehmendem Fortschritt der Automatisierungs-Technologie, der Serienreife entsprechender Fahrzeuge und der voranschreitenden Verbreitung der Infrastruktur ergeben sich – wie bereits angerissen – zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten, die in den folgenden Abschnitten

¹ Hoffmann 1993, Lenz/Fraedrich 2015

² Lenz/Fraedrich 2015

³ Ebd.

beschrieben werden. In der Gesamtschau ist davon auszugehen, dass automatisierte Fahrzeuge aktuelle Trends der Individualisierung und Personalisierung von Mobilität verstärken werden: Die Kunden haben dann die Auswahl zwischen verschiedenen Arten sich von einem Ort zum anderen zu bewegen. Dies betrifft einerseits die Reisezeiten und -routen aber auch Fahrzeugtypen mit unterschiedlichen Servicemerkmalen (z.B. deren Ausstattung oder deren private/geteilte Nutzung). Hier kann von einer „Hybridisierung des öffentlichen Verkehrs“⁴ gesprochen werden.

Derzeit ist jedoch nicht absehbar, welche dieser Angebote dem künftigen Mobilitätsverhalten entsprechen und (nebeneinander) wirtschaftlich betrieben werden können. Hierzu muss die zugrundeliegende Technologie Serienreife erreichen und im Markt erprobt werden. Zudem ist zusätzliche Forschung bezüglich des Einsatzes und der verkehrlichen Auswirkungen automatisierter Fahrzeuge notwendig. Erst mit der fortschreitenden Entwicklung der Fahrzeugautomatisierung, zunehmenden Praxiserfahrungen auf dem Weg von Testfeld in immer komplexere Straßenräume und der zunehmenden Einpassung in eine passende Softwarelandschaft (Apps zum Buchen, bessere Digitale Taktung mit herkömmlichen ÖPNV-Angeboten etc.) werden sich die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge zunehmend konkretisieren. Im Zuge dieses Prozesses müssen auch die hier angestellten Überlegungen zu den Einsatzmöglichkeiten weitergeführt und vertieft werden.

2. (Bedarfs-)Linienverkehr – „Shuttle“

Shuttle-Services mit automatisierten Fahrzeugen operieren auf einer festgelegten Strecke zwischen Start- und Zielpunkt sowie bestimmten Haltestellen zwischen diesen beiden Punkten. Das automatisierte Fahrzeug würde die Strecke in regelmäßigen Intervallen abfahren und Passagiere an den Haltestellen aufnehmen bzw. absetzen. Dabei handelt es sich, unabhängig von der Art des Fahrbetriebs, um eine konventionelle Betriebsform, die „die spurgebundenen Verkehrsmittel und alle straßengebundenen Verkehrsmittel mit den Charakteristika Linienbedienung nach Fahrplan mit eigenen Fahrzeugen“⁵ umfasst. Der Shuttle-Service entspricht damit weitgehend dem klassischen **ÖPNV-Linienverkehr**. Diese Betriebsform ist rechtlich definiert als eine „eine zwischen bestimmten Ausgangs- und Endpunkten eingerichtete regelmäßige Verkehrsverbindung, auf der Fahrgäste an bestimmten Haltestellen ein- und aussteigen können“ (§ 42 PBefG).

Das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) enthält einen Typenzwang für die Personenbeförderung, d.h. ein Verkehrsangebot muss einer bestimmten Betriebsform (z.B. Linienverkehr) zugeordnet werden. Eine Genehmigung kann auch erteilt werden, wenn eine Beförderungsart nicht alle geforderten Merkmale aufweist. Maßgeblich ist dann, welcher Verkehrsform das Angebot am ehesten entspricht (§ 2 Abs. 6 PBefG). Darüber hinaus kann auf Grundlage der „Experimentierklausel“ gem. § 2 Abs. 7 PBefG die Genehmigungsbehörde zur praktischen Erprobung neuer Verkehrsarten oder Verkehrsmittel auf Antrag im Einzelfall Abweichungen für die Dauer von höchstens vier Jahren genehmigen. Zweck der Regelung ist es, das Personenbeförderungsrecht für neue wirtschaftliche, gesellschaftliche und verkehrspolitische Entwicklungen offen zu halten und den Behörden die Möglichkeit zu geben, neuartige Verkehre und ihre Auswirkungen auf das Gesamtgefüge des

⁴ Lenz/Fraedrich 2015

⁵ Mehlert 1998

öffentlichen Personennahverkehrs zu beobachten und zu bewerten. Theoretisch kann dies eine Prüfung für die spätere Aufnahme dieser Verkehrsformen in das Personenbeförderungsgesetz darstellen, praktisch findet das aber in aller Regel nicht statt. Vielmehr ist der Regelfall, dass die Verkehre bei Bestand über die Erprobungsdauer hinaus, nach Auslaufen der Genehmigung über § 2 Abs. 7 PBefG zu einer Genehmigung über den § 2 Abs. 6 PBefG wechseln.

Die verkehrswirtschaftliche Anforderung für einen Linienverkehr ist das Vorhandensein eines hohen und gerichteten Verkehrsaufkommens⁶. Bei geringerer Nachfrage bietet sich ein Bedarfslinienverkehr an, bei dem eine rechtzeitige Anmeldung des Fahrtwunsches durch den Fahrgast erfolgen muss. Dies erfolgt, etwa beim Rufbus oder Ruftaxi, klassischerweise über eine telefonische Voranmeldung. Mittlerweile bieten Verkehrsdienstleister die Buchung auch online bzw. über mobile Apps an⁷. Die rechtliche Definition macht im Gegensatz zur Diskussion in der einschlägigen Literatur⁸ keinen Fahrplan zur Voraussetzung. Dennoch operieren sowohl klassischer Linienverkehr als auch Bedarfslinienverkehr in der Praxis meistens mit festen Abfahrtszeiten, Haltestellen und starrer Linienführung.

Auch wenn rechtliche Fragen der Zulassung und Haftung momentan noch zu klären sind, schließt das geltende Personenbeförderungsrecht den fahrerlosen Betrieb nicht grundsätzlich aus. Ein solcher wird im Schienenverkehr bereits angeboten⁹. Aus der Betriebsform (Bedarfs-)Linienverkehr ergeben sich aus dem PBefG dennoch bestimmte Anforderungen, die auch für ÖPNV-Angebote mit automatisierten Fahrzeugen zu beachten wären. Hierzu zählen, neben spezifischen Kriterien wie der Gewährleistung von Barrierefreiheit, insbesondere die Beförderungspflicht und die Betriebspflicht (§ 21 u. 22 PBefG). Letztlich muss der Betrieb mit automatisierten Fahrzeugen ebenso gesichert sein wie mit fahreroperierten Fahrzeugen¹⁰. Auch von der sonstigen Gestaltung sollte das Fahrzeug nicht nur die rechtlich geforderte Ausstattung vorhalten, sondern unter dem Gesichtspunkt der „Usability“ auch eine Gestaltung aufweisen, welche von den Fahrgästen gerne angenommen wird.

Zentrales und oft genanntes Hindernis für die Aufrechterhaltung öffentlicher Mobilitätsangebote, insbesondere in ländlichen Gebieten, sind die begrenzten Finanzmittel, welche die öffentliche Hand für die Bestellung des ÖPNV ausgeben kann. Die ÖPNV-Mittel bilden zusammen mit den Einnahmen aus dem Fahrkartenverkauf die finanzielle Grundlage zur Deckung der Betriebskosten. Insgesamt lässt sich, deutschlandweit betrachtet, ein Verhältnis der Fahrgeldeinnahmen zu den Finanzierungsbeiträgen der öffentlichen Hand von ca. 50/50 festhalten. Der Finanzierungsanteil der jeweiligen Finanzierungsquellen und der Anteil der Fahrgeldannahmen an der ÖPNV-Finanzierung ist regional stark schwankend. Je nach der Zusammensetzung der Fahrgäste ist auch die Bedeutung der einzelnen Förderungen durch die öffentliche Hand stark unterschiedlich, beispielsweise schwankt je nach Anteil an den Fahrgastzahlen die Bedeutung der Leistungen für den Ersatz der Fahrgeldausfälle für die Beförderung von Schwerbehinderten oder Auszubildenden. Die beiden vorgenannten Finanzierungsquellen lassen sich nicht beliebig erweitern, sodass es insbesondere bei finanziellen Mehrbedarfen auf Seiten der Betriebskosten zu Einschränkungen im ÖPNV kommen kann.

⁶ Mehlert 1998

⁷ z.B. der Verkehrsverbund Großraum-Verkehr Hannover (<https://www.gvh.de/service/gvh-app/>)

⁸ z.B. Müller-Hellmann/Nickel 2009; Dennig/Sieber 2002

⁹ Schnieder 2014

¹⁰ Die Anforderungen an das Fahrzeug, welche sich aus den rechtlichen Vorgaben für ÖPNV-Anbieter ergeben, werden vom IKEM in einem gesonderten Vermerk behandelt.

Die Betriebskosten setzen sich aus Kapitalkosten (Fahrzeuge und Infrastruktur), Personalkosten, Instandhaltungskosten, Kraftstoffkosten sowie sonstigen Kosten (z.B. Versicherung, Verwaltungsaufwand) zusammen. Der genaue Personalanteil an den Gesamtkosten unterscheidet sich je nach Unternehmens- und Personalstruktur, Strecke, Fahrplangestaltung und verwendeten Fahrzeugmodellen¹¹. Beim regulären ÖPNV-Betrieb von Bussen in Deutschland machen Personalkosten jedoch in der Regel den größten Anteil aus und davon sind wiederum rund 80 Prozent direkt dem Fahrdienst zuzuordnen. Dieser Posten kann im Gegensatz zu Personalkosten aus dem Bereich Wartung oder Service bei Nutzung automatisierter Fahrzeuge wegfallen. Auch wenn in einem solchen Fall zum Beispiel höhere Anschaffungskosten auftreten, verspricht die Technologie auf längere Sicht eine Senkung der Betriebskosten für den ÖPNV-Betreiber.

Automatisierter Linienverkehr könnte so eine **Ausweitung des ÖPNV-Angebotes** bei gleichbleibenden Finanzmitteln ermöglichen. Dies könnte im Vergleich zur Aktuellen Situation die Eröffnung neuer Linien, die Verdichtung des Linientaktes oder die Verlängerung des Angebots auf spätere Uhrzeiten mit sich bringen. Hierfür müssen sich die öffentliche Hand und das jeweilige ÖPNV-Unternehmen wie bisher auf finanzielle Rahmenbedingungen sowie verkehrliche Zielvorgaben einigen. Außerdem ist zu überprüfen, ob der Linienverkehr zur Verbesserung des Angebots für die Kunden nicht auch in Teilen auf einen bedarfsorientierten Verkehr mit flexiblen Fahrtstrecken (s.u.) umgestellt werden sollte.

Die angenommenen Einsparmöglichkeiten durch automatisierte Fahrzeuge sind jedoch auch für andere Akteure bzw. Mobilitätsanbieter interessant. So sind beispielsweise neue betriebsinterne oder private Einsatzmöglichkeiten für automatisierte Shuttles denkbar¹².

Betriebsinterne Mobilitätsangebote dienen als arbeitsplatznahe Dienstleistungen in erster Linie der Mobilität der Mitarbeiter, zum Beispiel innerhalb des Betriebsgeländes. So können längere Wegstrecken bequem zurückgelegt und dafür notwendige Zeiten verringert werden. Dies betrifft insbesondere Tage mit schlechter Witterung und Personen, die aus verschiedenen Gründen keine Alternativen wie zum Beispiel Betriebsfahrräder nutzen können. Sofern eine Zulassung für öffentliche Straßen besteht und entsprechender Bedarf vorhanden ist, könnte auch ein **Linienverkehr zwischen verschiedenen Standorten** eingerichtet werden. Weitere betriebsinterne bzw. halböffentliche Einsatzmöglichkeiten wären **Zubringerservices** zum ÖPNV, etwa zu einer weiter entfernt liegenden U- oder S-Bahn-Station. Diese Services wären für betriebsinterne Personen kostenlos und würden durch das bereitstellende Unternehmen finanziert.

Mit einem solchen automatisierten Linienverkehr würde der Betrieb ein bisher nicht bestehendes Verkehrsangebot schaffen und könnte die Nutzung des ÖPNV für seine Mitarbeiter attraktiver machen. Dies wäre zum Beispiel aus Nachhaltigkeitserwägungen der Corporate-Social-Responsibility (CSR), als Service-Angebote für die Mitarbeiter zur Stärkung der Mitarbeiteridentifikation, aus strategischen Überlegungen (z.B. vertiefte Kooperation mit öffentlichen Stellen) oder aus praktischen Erfordernissen (z.B. eingeschränkte Parkmöglichkeiten vor Ort) sinnvoll. Gerade für technologieaffine Unternehmen wäre der Betrieb eines solchen automatisierten Fahrzeugs eine Möglichkeit zur Demonstration der

¹¹ Loos (2016) kommt in einer Beispielrechnung für zwei Buslinien auf einen Personalkostenanteil von 55-67 Prozent.

¹² Hieraus ergeben sich wiederum unterschiedliche Betreibermodelle, rechtlich-politischen Anforderungen und ökonomische Rahmenbedingungen auf die an anderer Stelle eingegangen wird.

eigenen Innovationsfähigkeit und der Praxistauglichkeit der idealerweise selbst entwickelten Technologie.

Privatwirtschaftliche Mobilitätsangebote mit Linienverkehr sind insbesondere auf hochfrequentierten Strecken denkbar, auf denen kein ÖPNV angeboten wird, die Kapazitäten des ÖPNV nicht ausreichen oder der ÖPNV nicht den Anforderungen der Kunden entspricht. Dies ist oft in Regionen mit schwach ausgeprägter staatlicher Daseinsvorsorge und schwacher Regulierung des Personenverkehrs der Fall. Automatisierte Fahrzeug können hier perspektivisch dazu dienen, das Versprechen der Daseinsvorsorge im ÖPNV (Mobilität flächendeckend, jederzeit für Jedermann) zu realisieren, dem der herkömmliche ÖPNV gerade in ländlichen Raum und in der städtischen Peripherie zunehmend schlechter gerecht werden kann (Stichwort: demografischer Wandel und abnehmende Finanzmittel für den ÖPNV). Weitere Einsatzmöglichkeiten sind spezielle **Zubringerstrecken** (z.B. zum Flughafen), Strecken die **bestimmte Zielgruppen** bedienen (z.B. Touristen, Mitarbeiter bestimmter Unternehmen) und Strecken, die mit dem regulären ÖPNV nicht so schnell oder aufgrund von Umstiegen nicht so bequem bestreitbar sind.

Auch ansonsten unrentable Strecken können für Unternehmen oder andere private Akteure von Interesse sein, wenn damit andere Werte geschaffen werden können. Ein Beispiel ist die Entwicklung des Gebietes Gartenfeld in Berlin. Dort sollen in einem Gebiet mit derzeit kaum vorhandener **ÖPNV-Anbindung** in den nächsten Jahren Wohnungen und Gewerbeimmobilien geschaffen werden. Das Entwicklungskonzept sieht einen weitgehenden Verzicht auf wohnungsnaher PKW-Stellplätze vor; zumal der Bau von Tiefgaragen durch die Kontaminierung des Bodens mit Industrie-Altlasten begrenzt wird. Um den späteren Bewohnern und Besuchern dennoch angemessene Mobilitätsmöglichkeiten zu bieten, plant die Projektentwicklungsgesellschaft den Einsatz automatisierter Shuttles zur Fortbewegung innerhalb des Gebiets sowie zur Anbindung eines zentralen Mobilitätshubs (Parkplätze) und als ÖPNV-Zubringer. Ziel ist es, die Immobilien trotz Einschränkungen beim PKW-Verkehr für **Eigentümer und Mieter** attraktiv zu gestalten. Diese Strategie ließe sich auch auf andere Wohngebiete übertragen, insbesondere wenn sich diese weitgehend in Besitz einer Wohnungsbaugesellschaft befinden. Diese könnte das Mobilitätsangebot mit automatisierten Fahrzeugen organisieren und zum Beispiel über die Mieteinnahmen querfinanzieren.

3. Bedarfsgesteuerter Flächenbetrieb – „Shared Shuttle“

Als aus Kundensicht flexiblere Betriebsform stellt sich der bedarfsgesteuerte **Flächenbetrieb mit geteilten automatisierten Shuttles** dar. Dabei werden Fahrgäste mit annähernd gleichen Zielen gemeinsam befördert. Die Fahrten können entweder nach dem Prinzip Haustür-zu-Haustür oder alternativ Haltestelle-zu-Haltestelle angeboten werden. Für den bedarfsgesteuerten Flächenbetrieb existieren **keine Fahrpläne**, sodass entsprechende Angebote im Rahmen der Betriebszeit zeitlich flexibel zur Verfügung stehen. Die Fahrtwünsche müssen wie beim bedarfsgesteuerten Linienbetrieb vorab übermittelt werden und die Reihenfolge der Bedienung von Fahrgästen ergibt sich aus der Verteilung der Fahrtwünsche. Passagiere müssen im Vergleich zu Fahrten mit dem privaten PKW oder

dem Taxi längere Fahrtzeiten in Kauf nehmen, da die genaue Fahrtstrecke nicht vom Fahrgast bestimmt werden kann. Spontanes Zusteigen ist in diesen Modellen in der Regel nicht vorgesehen.¹³

Der **Dispositionsaufwand** für den Betreiber ist beim Flächenbetrieb und insbesondere bei geringer Nachfrage (z.B. in ländlichen Räumen) ungleich höher als im Linienverkehr. In urbanen Kontexten mit hoher Nachfrage¹⁴ und unter Zuhilfenahme von IT-Systemen¹⁴ können jedoch Strecken optimiert und Fahrzeuge im Vergleich zum reinen Taxi-Betrieb **stärker ausgelastet** werden. So können die Betreiber niedrigere Fahrtpreise als bei Taxidiensten anbieten und Kunden erhalten dennoch höheren Komfort als im regulären ÖPNV, etwa weil sie nicht zu einer Haltestelle laufen müssen und das Fahrzeug innerhalb kürzester Zeit bereitsteht (Dynamic/Instant Ride-Sharing).

Als Mischform zwischen (Bedarfs-)Linienverkehr und Gelegenheitsverkehr (Taxidienst) ist der bedarfsgesteuerte Flächenbetrieb derzeit nicht explizit im Personenbeförderungsrecht geregelt. Je nach Ausgestaltung des konkreten Mobilitätsangebots muss deshalb rechtlich geprüft werden, welcher Verkehrsform das Angebot am ehesten entspricht und welche Anforderungen im jeweiligen Fall zu erfüllen sind (§ 2 Abs. 6 PBefG). Die Genehmigung als Linienbetrieb ist nach geltender Rechtslage insbesondere für den Erhalt von Finanzmitteln aus ÖPNV-Töpfen notwendig. Sofern das Mobilitätsangebot als Taxidienst einzustufen ist, wären etwa die Bestimmungen der kommunalen Taxenordnungen zu beachten.

Wenn die Shared Shuttles nicht als ÖPNV-Angebot genehmigungsfähig sind, gibt es Möglichkeiten der Angebotsausgestaltung jenseits der Genehmigungserfordernisse des PBefG. Dies umfasst insbesondere Angebote der unentgeltlichen Personenbeförderung (z.B. private Mitfahrgelegenheiten). In einem solchen Fall darf das Fahrtentgelt die durchschnittlichen Betriebskosten eines durchschnittlichen Pkw abzüglich der Entfernungspauschale nicht übersteigen. Außerdem darf keine Vermittlungsgebühr für die Fahrt erhoben werden.¹⁵ Eine Förderung über ÖPNV-Mittel ist für solche Verkehre ausgeschlossen.

Der Einsatz von automatisierten Fahrzeugen im Personenverkehr folgt weitgehend den im vorherigen Abschnitt dargestellten Überlegungen bezüglich konkreter Einsatzgebiete. **Betriebsintern** wäre ein solches Mobilitätsangebot ebenfalls als Verbindung zwischen verschiedenen Gebäuden bzw. **Standorten** oder als **Zubringer zum ÖPNV** oder zu Parkplätzen zu nutzen. Der Flächenbetrieb könnte in Abkehr von der bisherigen Praxis im öffentlichen Auftrag als **ÖPNV** angeboten werden. Anstatt großer Busse im Linienverkehr könnten kleinere Fahrzeuge die Mobilitätswünsche der Fahrgäste noch besser erfüllen und im Idealfall auch ländliche Gegenden besser erschließen. So wurde beispielsweise im Aachener Vorort Monschau ein flexibles Rufbussystem mit Kleinbussen (und Fahrer) erfolgreich getestet, das perspektivisch eine unrentable Buslinie ersetzen soll. Die Kunden konnten dabei ihre Fahrtwünsche (Abfahrthaltestelle, Abfahrts-/Ankunftszeit, Ziel, Anzahl der Passagiere) per App, Website oder telefonisch unabhängig von festen Fahrplänen und Linienführungen bestellen. Ein Softwaresystem legte die Routen der Fahrzeuge anhand des ermittelten Bedarfes fest und informierte

¹³ Küpper 2011

¹⁴ Bandara/Dias 2016

¹⁵ Verordnung über die Befreiung bestimmter Beförderungsfälle von den Vorschriften des Personenbeförderungsgesetzes zuletzt geändert durch Verordnung vom 4. Mai 2012 (BGBl. I S. 1037).

die Fahrgäste über die Fahrzeugkennung und die Abfahrzeit¹⁶. Ein solches System könnte mit automatisierten Shared Shuttles noch ausgeweitet und (auch finanziell) weiter optimiert werden.

Unternehmen können auch auf **eigenwirtschaftlicher** Basis einen solchen Service anbieten. Es ist davon auszugehen, dass ein solches Angebot vorwiegend in urbanen Zentren mit hoher Nachfrage und relativ kurzen Strecken wirtschaftlich ist. Solche Konzepte werden, allerdings noch mit Fahrern, bereits getestet: **Dynamic Ride-Sharing** Konzepte wie das Berliner Start-Up Allygator Shuttle¹⁷ bieten Ihren Kunden die Möglichkeit, Fahrten von einem beliebigen Start- zu einem beliebigen Zielpunkt zu buchen. Die Fahrzeuge bewegen sich bei diesem Konzept frei im vorab definierten Geschäftsgebiet und warten auf Fahraufträge. Nach Buchung durch den Passagier steuern Sie den Startpunkt an und lassen die Passagiere zusteigen. Im Anschluss fahren sie in Richtung des Zielpunktes, jedoch besteht die Möglichkeit, auf dem Weg weitere Passagiere mit ähnlicher Fahrtrichtung aufzunehmen. Die Organisation der Fahrtstrecken übernimmt ein IT-System in der Leitstelle. Selbst wenn keine konkreten Zahlen vorliegen ist auch hier von einem großen Anteil an Personalkosten auszugehen, die bei Umstellung auf automatisierte Fahrzeuge weitgehend eingespart werden könnten. Auf diese Weise könnte ein solches Mobilitätsangebot hochgradig profitabel sein.¹⁸

4. Gelegenheitsverkehr – “Private Shuttle”

Als drittes Einsatzgebiet im Personennahverkehr ist der **Gelegenheitsverkehr** anzusehen. Rechtlich ist damit jede Beförderung von Personen mit Kraftfahrzeugen gemeint, die kein Linienverkehr ist (§ 46 PBefG). Darunter fallen der Verkehr mit **Taxen**, Ausflugsfahrten und Ferienziel-Reisen sowie der Verkehr mit Mietomnibussen und mit **Mietwagen**.

Derzeit werden im Taxi- und Mietwagenbereich in Deutschland rund 93.000 Fahrzeuge eingesetzt, die jährlich 430 Millionen Fahrgäste befördern¹⁹. Die im Taxibetrieb abgerufenen Preise werden durch die kommunalen Taxiordnungen festgelegt und unterscheiden sich daher von Stadt zu Stadt²⁰. Die Kostenstruktur beim Taxibetrieb wird in allen Betriebsformen von den **Personalkosten** dominiert: Eine Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit des Taxigewerbes in Berlin im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt kam für 2016 zu dem Ergebnis, dass die Aufwendungen für Personal zwischen 45 und 60 Prozent der Gesamtkosten ausmachen²¹.

Die **Digitalisierung** hat in den letzten Jahren zu Bewegung im Taximarkt geführt. Verschiedene Anbieter bieten mittlerweile Apps zur Buchung von Taxifahrten an und agieren als digitale Taxizentralen. Anbieter wie das US-amerikanische Start-Up Uber wollen sogar noch einen Schritt weitergehen und die starke Regulierung des Taxibetriebs aufbrechen. Befürworter versprechen sich

¹⁶ <http://www.aachener-zeitung.de/lokales/eifel/rufbus-netliner-uebersteht-testbetrieb-mit-erfolg-1.1375817#plx895485036>

¹⁷ <https://www.allygatorshuttle.com/>

¹⁸ Fagnant/Kockelman 2015

¹⁹ <http://taxipedia.info/zahlen-und-fakten/>

²⁰ Übersicht: <http://www.taxi-rechner.de/taxiblog/taxitarife-deutscher-gro%C3%9Fst%C3%A4dte-im-vergleich/2>

²¹

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik/taxi/download/untersuchung_wirtschaftlichkeit_taxi_berlin.pdf

dadurch mehr Wettbewerb und günstigere Preise für die Kunden. Gegner sehen dadurch den Charakter der Daseinsvorsorge im Personenverkehr gefährdet. Unabhängig davon hat auch Uber den Stellenwert der Personalkosten erkannt und begonnen, hochautomatisierte Fahrzeuge als Shuttles zu entwickeln und zu testen²².

Die Shuttles haben das Potential, den individuellen Personenverkehr mit PKW zu ersetzen und zu einer Verringerung der Fahrzeuge innerhalb von Städten zu sorgen. Eine ähnliche Zielsetzung verfolgt das **Carsharing**, das ebenfalls zum Gelegenheitsverkehr zu zählen ist. Carsharing-Anbieter stellen Fahrzeuge für Selbstfahrer gegen Entgelt öffentlich zur Verfügung und **übernehmen dabei fast alle begleitenden Aufgaben** (z.B. Zulassung, Wartung, Reinigung) für die Kunden. Fahrzeuge können über Apps oder Mietstationen gebucht werden und müssen am jeweiligen Standort abgeholt werden. Carsharing unterscheidet sich durch einfache Anmietungsprozesse und eine Begrenzung auf vorwiegend kurze Strecken in urbanen Umfeldern von klassischen Autovermietungsangeboten. Stationäres sowie flexibles („free-floating“) Carsharing ist mit Anbietern wie „Car2Go“, „DriveNow“ oder „Teilauto“ in Deutschland bereits verbreitet: Laut Angaben des Bundesverbandes Carsharing waren 2016 mehr als 1,7 Millionen Kunden bei Carsharing-Anbietern angemeldet. Entsprechende Angebote gibt es in knapp 600 Städten und Gemeinden²³.

Carsharing ist für die Kunden in der Regel günstiger als Fahrten mit dem Taxi, da der Kunde selbst fährt und so der Kostenfaktor Fahrer keine Rolle spielt. Neben der Notwendigkeit zu Fahren muss der Kunde zusätzliche Einschränkungen beim Komfort in Kauf nehmen. Hierzu zählen zum Beispiel Fußwege zum nächsten verfügbaren Fahrzeug oder die Parkplatzsuche.²⁴ Da die Verfügbarkeit der Fahrzeuge in der näheren Umgebung von den Anbietern nicht garantiert werden kann, sind die Nutzer derzeit auf verlässliche Alternativen (z.B. den ÖPNV) angewiesen, sodass eine Mehrheit der Free-Floating-Carsharing-Nutzer eine ÖPNV-Zeitkarte als Basis für die tägliche Mobilität besitzt.²⁵

Die Technologie des automatisierten Fahrens ermöglicht den Ausgleich dieser Komforteinbußen und Einschränkungen: Wenn der Kunde ein Fahrzeug bestellt, kann sich dieses **selbstständig zum definierten Abholpunkt** bewegen. Dort steigt der Kunde ein, und fährt das Fahrzeug bis zum Zielort. Sobald das Fahrzeug vom Kunden wieder freigegeben wird, steuert das Fahrzeug den nächsten Kunden an oder sucht automatisiert nach einem geeigneten Stellplatz (Valet Parking). Für die Betreiber eines solchen Angebotes ergeben sich ebenfalls Vorteile, da sie „mit der Automatisierung des Zu- und Wegführens eine erhöhte Nutzungsfrequenz und Gesamtnutzungsdauer des einzelnen Fahrzeugs realisieren und damit die Rentabilität des Carsharings erhöhen könnten.“²⁶ Dies hängt damit zusammen, dass der Standort eines Fahrzeugs maßgeblichen Einfluss auf die spezifische Nutzung eines Fahrzeugs hat und die Fahrzeuge in den Außenbereichen weit höhere Standzeiten haben.

Der nächste Schritt wäre der vollkommen automatisierte Betrieb, bei dem der Kunde lediglich Startpunkt und Fahrtziel festlegt, vom Fahrzeug abgeholt wird und wird auf direktem Weg zum Ziel befördert wird. Die Fahrzeit kann dann (wie derzeit bei Taxis) durch den Kunden für verschiedene Tätigkeiten (Arbeit, Unterhaltungsangebote, Entspannung etc.) genutzt werden. Dieses

²² <http://t3n.de/news/autonomes-fahren-daimler-uber-790834/>

²³ <https://carsharing.de/mehr-17-millionen-carsharing-nutzer-deutschland>

²⁴ Lenz/Fraedrich 2015

²⁵ Riegler et al. 2016

²⁶ Lenz/Fraedrich 2015

Gesamtkonzept lässt sich unter dem Begriff „Vehicle-On-Demand“²⁷ subsumieren oder in Abgrenzung zu Ridesharing-Angeboten bei exklusiver Nutzung durch einen einzelnen Kunden auch als „Private Shuttle“ charakterisieren.

Auf Basis der aktuellen Situation des stark auf individuelle Bedürfnisse abgestimmten und vorwiegend privatwirtschaftlich organisierten Taxi- und Carsharingbetriebes scheint eine Integration automatisierter privater Shuttles in den ÖPNV und eine Finanzierung über die entsprechenden Finanztöpfe unwahrscheinlich. Insofern wird der Betrieb solcher Shuttles voraussichtlich durch **private Taxi- und Carsharing-Unternehmen** erfolgen. Zusätzlich könnten Unternehmen mit einer Flotte automatisierter Shuttles einen betriebsinternen Service für die individuellen geschäftlichen Mobilitätsbedürfnisse seiner Angestellten („Firmenwagen“) betreiben.

5. Bedarfsorientierter Einsatz von Betriebsarten

Der geringere Dispositionsaufwand automatisierter Fahrzeuge (Wegfallen der Personalplanung, vereinfachte Flottenplanung durch digitale Systeme) kann einen noch flexibleren Einsatz verfügbarer Fahrzeuge ermöglichen. Unter Umständen könnte zukünftig ein Verkehrsangebot bereitgestellt werden, dass sich weitgehend an den tatsächlichen Mobilitätsbedarfen des jeweiligen Tages orientiert. Auf diese Weise könnte das Personenverkehrsangebot durch zusätzliche Fahrten und weniger überfüllte Fahrzeuge qualitativ ausgebaut und gleichzeitig möglichst (kosten)effizient betrieben werden.

In Zeiten hohen Bedarfs (z.B. im Berufsverkehr) und auf stark ausgelasteten Strecken würde das System selbstständig einen Linienbetrieb organisieren, der in Tagesrandzeiten oder weniger ausgelasteten Strecken auf eine andere Betriebsform umgestellt wird. So könnten bestehende Buslinien optimiert werden, indem das System zu Stoßzeiten automatisch zusätzliche Verstärkerfahrzeuge bereitstellt. Anstatt leere Busse auf Abschnitte mit sehr geringer Auslastung zu schicken, könnten dort kleinere Fahrzeuge eingesetzt werden, welche bedarfsorientiert einen Anschluss zur nächsten Buslinie herstellen. Solche Optimierungsprozesse laufen in den Verkehrsunternehmen bereits heute ab, erfordern jedoch in der Regel einen langwierigen Planungsprozess für die Bereitstellung von Fahrzeugen und Fahrer sowie Überzeugungsarbeit, da die Kunden eine Einschränkung des Angebots befürchten, wenn eine Buslinie durch eine alternative Betriebsform ersetzt wird. Ein vernetztes System mit automatisierten Fahrzeugen könnte der Schlüssel sein, um Verkehrsangebote sowohl kostenseitig als auch in Bezug auf die Kundenwünsche zu optimieren.

Um einen flexiblen Einsatz verschiedener Betriebsarten anbieten zu können, müssten neben der Bereitstellung der entsprechenden Fahrzeuge auch aussagekräftige Daten zu den Bedarfen ermittelt und ständig aktualisiert werden. Denkbar ist, noch einen Schritt weiter zu gehen, und das Verkehrsangebot vollständig auf einen On-Demand-Service umzustellen. Die digital übermittelten Reisewünsche der Kunden (Start/Ziel, frühester Reisebeginn/späteste Ankunft, sonstige Präferenzen wie z.B. Barrierefreiheit etc.) würden dann die Daten für die Verkehrsplanung liefern. Das System würde, unter Berücksichtigung und Bündelung anderer Anfragen sowie der gesammelten

²⁷ Ebd.

Erfahrungswerte, die Fahrzeuge im Linien- oder Flächenbetrieb bereitstellen und dem Kunden eine Route zu seinem Zielort zuweisen. Dieser Ansatz entspricht der verkehrsmittelseitigen Verwirklichung des Mobility-as-a-Service-Gedankens.

In jedem Fall ist für ein flexibles Verkehrsangebot eine stetige Kommunikation zwischen System und Kunden erforderlich, da sich das Verkehrsangebot entsprechend den Bedarfen in bestimmten Intervallen oder sogar dynamisch verändert. Die daraus resultierenden Schwierigkeiten können zum Teil über digitale Echtzeit-Fahrplanauskünfte oder den On-Demand-Service abgedeckt werden. Da die Kunden aus heutiger Sicht jedoch eine gewisse Verlässlichkeit und Routine für ihre Reiseplanung benötigen und auch bestimmte Infrastruktur (z.B. Haltestellen) nicht ständig geändert werden kann, wäre zu prüfen, wie häufig das System letztlich Anpassungen am Verkehrsangebot vornehmen sollte. Weitere Einschränkungen für die Flexibilisierung könnten sich aus bestimmten operativen oder politischen Vorgaben ergeben, die nicht vollständig den jeweiligen Verkehrsbedarf wiedergeben. Beispiele hierfür sind die Anzahl und Kapazität der Fahrzeuge sowie die räumliche Begrenzung des Verkehrsangebotes z.B. auf einen Verkehrsverbund. Bei flexiblen Verkehrsangeboten wären auch die Außenbeziehung des Systems und die Verarbeitung extern induzierter Bedarfe (z.B. Besucher aus anderen Städten) zu beachten. Aus diesen Gründen wären selbst in einem flexiblen System Fahrten anzubieten, die nicht alle täglichen/stündlichen Schwankungen berücksichtigen können. Insbesondere die bedarfsbezogenen Ineffizienzen wären in einem technisch ausgereiften und erprobten System dennoch weit geringer als unter den heutigen Voraussetzungen eines reinen Linienbetriebes.

6. Fernverkehr

Der Fernverkehr ist in Deutschland nur in Abgrenzung zum Nahverkehr definiert. Letzterer umfasst den Verkehr der überwiegend dazu bestimmt ist, die Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen (§ 8 PBefG). Die Unterscheidungen zwischen Fern- und Nahverkehr ergeben sich unter anderem bei der Finanzierung und der Bemessung der Umsatzsteuer (§ 12 Abs. 2 Nr. 10 UStG). Der Nahverkehr wird durch die Bundesländer finanziert, Fernverkehre werden in Deutschland rein privatwirtschaftlich betrieben. Insofern wird der Nahverkehrsbereich in der Regel durch die Grenzen der Bundesländer begrenzt. Bezogen auf die Entfernung liegt diese Grenze bei Strecken von bis zu 50 km, für die der ermäßigte Steuersatz von sieben Prozent gilt.

Die beschriebenen Konzepte Shuttle, Shared Shuttle sind theoretisch auch im Fernverkehr denkbar und würden den heutigen Mobilitätsformen Fernbus und Mitfahrgelegenheit entsprechen. Der Verkehr mit Taxen im Fernverkehr ist momentan eher ein Ausnahmefall bzw. auf Premiumdienste begrenzt. Dennoch könnten Private Shuttles in Zukunft den Individualverkehr mit privaten PKW ergänzen oder bei grundsätzlichen Veränderungen des Mobilitätsverhaltens ersetzen. Analog zum bisherigen Verhältnis von Nah- und Fernverkehr ist aber auch die Kombination eines Linienverkehrs auf der Fernstrecke mit privaten Shuttles als Zubringer möglich.

7. Güterstraßenverkehr

Der **Güterstraßenverkehr** bzw. **Güterkraftverkehr** unterliegt in Deutschland dem Güterkraftverkehrsgesetz (GüKG) und ist definiert als „geschäftsmäßige oder entgeltliche Beförderung

von Gütern mit Kraftfahrzeugen, die einschließlich Anhänger ein höheres zulässiges Gesamtgewicht als 3,5 Tonnen haben“ (§ 1 Abs. 1 GüKG). Betriebsinterne Güterbeförderung fällt unter den Begriff „Werkverkehr“ (§ 1 Abs. 2 und 3 GüKG). Zum Betrieb eines gewerblichen Güterverkehrs ist in Deutschland eine **behördliche Erlaubnis erforderlich**; dabei kann es sich entweder um eine Genehmigung durch die zuständige deutsche Behörde oder eine europäische Gemeinschaftslizenz nach Artikel 3 der Verordnung (EG) 1071/2009 handeln. Zur Erlangung der Genehmigung müssen die drei Voraussetzungen **finanzielle Leistungsfähigkeit, Fach- und Sachkunde**, sowie **persönliche Zuverlässigkeit** erfüllt sein. Damit soll insbesondere gewährleistet werden, dass das jeweilige Unternehmen die finanziellen und personellen Mittel zur ordnungsgemäßen und verkehrssicheren Durchführung des Güterverkehrs besitzt.

In Deutschland wurde 2016 ein neuer Höchststand beim Gütertransport erreicht: Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes²⁸ wurden insgesamt 4,6 Milliarden Tonnen Güter transportiert – eine Steigerung um 1,1 % gegenüber dem Vorjahr. Der größte Anteil des Transportaufkommens entfiel dabei mit 3,6 Milliarden Tonnen auf den Straßenverkehr. Die Dominanz des Straßengüterverkehrs ist, ungeachtet der damit verbundenen massiven **Verkehrs- und Umweltprobleme** (Verkehrsüberlastungen und Staus, schwere Unfälle, Instandhaltungskosten für Straßen, THG-/Schadstoffemissionen, Lärm, etc.), verschiedenen infrastrukturellen und logistischen Faktoren geschuldet. Hierzu zählen etwa die flexible und quasi universelle **Beweglichkeit** von LKW im Straßenverkehrsnetz sowie die Möglichkeiten **ungebrochene Beförderungen** (z.B. Haustür-zu-Haustür) anzubieten und die Fahrzeuge relativ problemlos an **spezielle Bedürfnisse** der Güter (Sicherheit, Lieferzeit, Maße, Stückzahl, etc.) anzupassen. Dies hat dazu geführt, dass der Straßengüterverkehr insbesondere im **Nahverkehr** nahezu konkurrenzlos ist. Die letzten veröffentlichten Zahlen des Kraftfahrtbundesamtes für 2014 zeigen, dass 54 Prozent aller 173,9 Millionen Fahrten im Straßengüterverkehr im Nahbereich, das heißt mit Distanzen von bis zu 50 Kilometern, erfolgten. Dabei wurden rund 1,2 Milliarden Tonnen Güter transportiert.²⁹

Gemäß den Angaben des Bundesverbandes Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) machten die **Personalkosten** für den Fahrer (ohne Spesen) im Jahr 2013 im Nahverkehr durchschnittlich 43,8 Prozent der Gesamtkosten aus. Der Anteil dieses Kostenblocks sei seither um 12,7 Prozent gestiegen³⁰. Angesichts des Stellenwerts des Nahverkehrs sowie der dargelegten Kostenstruktur könnte der Einsatz automatisierter Fahrzeuge ein wichtiger Baustein für die Optimierung des Güterverkehrs sein. Die Gütershuttles wären insbesondere **zeitlich noch flexibler** einsetzbar, da keine Lenk- und Arbeitszeiten für Fahrer zu beachten wären. Mit umfassender Verkehrsüberwachung und vernetzter Logistik könnte der Güterverkehr in Innenstädten besser organisiert und zur Vermeidung von Staus auch auf **Zeiten mit geringerer Verkehrsbelastung** verschoben werden. Der Wegfall des Fahrers ermöglicht außerdem den Einsatz von zusätzlichen und **kleineren Fahrzeugen**, die sich – ähnlich wie Fahrradkuriere – schneller durch den Stadtverkehr bewegen als reguläre Transporter oder LKW und auch weniger Platz

²⁸ https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_057_463.html

²⁹

http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Kraftverkehr/VD/2014/vd3_2014_pdf.pdf?blob=publicationFile&v=2

³⁰ http://www.bgl-ev.de/web/der_bgl/informationen/branchenkostenentwicklung.htm

bei der Übergabe am Bestimmungsort einnehmen.³¹ Unter diesen Voraussetzungen können noch engmaschigere und auf die Anforderungen der Kunden abgestimmte Transportangebote verwirklicht werden.

Eine zusätzliche Kombination des automatisierten Lieferverkehrs mit **Elektromobilität** ermöglicht nicht nur die Einsparung von Personalkosten und verbesserte Verkehrsflüsse, sondern adressiert durch die Integration von Erneuerbaren Energien auch Nachhaltigkeitsfragen. So kann das Transportwesen im Idealfall klimafreundlicher gestaltet und die gesenkt werden.

Außerhalb der großen Städte steht das Transportwesen vor anderen Herausforderungen. Der **demografische Wandel** und der aktuelle Trend zum Wegzug aus den ländlichen Gebieten stellen letztere vor große Herausforderungen bei der Daseinsvorsorge. Insbesondere der ÖPNV ist von dieser Entwicklung betroffen und oftmals mussten bestehende Mobilitätsangebote aufgrund geringer Nachfrage eingeschränkt oder eingestellt werden. Die gleichen Probleme haben aber auch Unternehmen, deren Dienstleistung im weitesten Sinne auf Mobilität beruht. Hierzu zählt neben Gesundheitsversorgung und Altenpflege auch der Transport von Gütern.

Eine Strategie um diese Herausforderung zu meistern, ist die **Effizienzsteigerung** im Transportwesen. Nach skandinavischem Vorbild werden in verschiedenen Regionen Deutschlands, z.B. in der Uckermark, Personen- und Gütertransport in sogenannten Kombibussen kombiniert. Über Kooperationen von (Verkehrs-)Unternehmen, Dienstleistern und Einwohnern werden beispielsweise lokale Versorgungseinrichtungen im Buslinienverkehr mit Lebensmitteln aus der Region versorgt. Gleichzeitig kann das System auch genutzt werden, um die Erzeugnisse verschiedener lokaler Landwirte zu sammeln, an einen Logistikpunkt zu transportieren und von dort aus größere Mengen zum letztlichen Abnehmer zu bringen. Ein solches System sichert nicht nur Mobilität im ländlichen Raum, sondern stärkt womöglich auch die lokale Wirtschaft³². Der Betrieb eines solchen **Kombinationsverkehrs** mit automatisierten und vernetzten Fahrzeugen setzt den Effizienzgedanken konsequent fort: Landwirte, (Logistik-)Unternehmen und Bewohner könnten in einem entsprechenden Logistik- und Mobilitätssystem ihre Erzeugnisse und Produkte zur Abholung anmelden oder einen anderen Güter- bzw. Personentransport anfordern. Die Logistikzentrale verarbeitet die Wünsche und entsendet automatisierte Fahrzeuge, die diese Nachfragen so effizient wie möglich bedienen. Noch zu klären wäre in diesem Zusammenhang, wie die das dezentrale Ein- und Ausladen bzw. die Übergabe der Güter organisiert wird. Vermutlich wären hier jeweils Personen notwendig, welche die Sendungen entgegennehmen und die Übergabe protokollieren. Andersfalls wären korrespondierende technische Systeme (z.B. dezentrale Logistikboxen) zu entwickeln.

Kombinationslösungen sind unter bestimmten Voraussetzungen grundsätzlich auch in **stadtnahen Kontexten** denkbar. So könnten automatisierte Personenshuttles bei freien Kapazitäten oder in Zeiten geringer Nachfrage nach Personenverkehr auch Gütertransporte übernehmen. Hierzu wären logistische und technische Systeme (z.B. Umwandlung von Passagiersitzen in fahrzeugseitige

³¹ <http://www.morgenpost.de/berlin/article209523715/Lieferverkehr-in-Berlin-Tausche-Lkw-gegen-Lastenrad.html>

³² <http://kombibus.de/prinzip>

Logistikboxen) notwendig, die die Interessen beider Transportarten vereinbaren können. Auch Shared Shuttles könnten Transportanfragen aus beiden Bereichen annehmen und kombinieren.

Weitere Einsatzmöglichkeiten für automatisierte Gütershuttles sind **betriebsinterne Logistiksysteme** sowie im weiteren Sinne auch **Dienstleistungen der öffentlichen Daseinsvorsorge**, beispielsweise automatisierte Müllabfuhrungen oder Straßenreinigungen.

8. Übersicht: Einsatzmöglichkeiten automatisierter Fahrzeuge

Anwendung	(Bedarfs-) Linienverkehr „Shuttle“	Bedarfsgesteuerter Flächenbetrieb „Shared Shuttle“	Gelegenheitsverkehr „Private Shuttle“	Fernverkehr	Güterverkehr
Kommunikation:	Die Fahrtwünsche der Passagiere können über Mobilgeräte/Apps bzw. Bedienelemente im Fahrzeug und an den Haltestellen aufgenommen werden. Das Fahrzeug überwacht die Belegung und informiert die Fahrgäste (z.B. über die Fahrtroute, Sicherheitshinweise, Ausstiegspunkte, etc.) Das Fahrtziel des Fahrzeugs ist entsprechenden Anzeigen zu entnehmen.	Die Fahrtwünsche der Passagiere können über Mobilgeräte/Apps aufgenommen und geändert werden. Das Fahrzeug überwacht die Belegung und informiert die Fahrgäste (z.B. über die Fahrtroute, Sicherheitshinweise, Ausstiegspunkte, etc.)	Die Fahrtwünsche der Passagiere können über Mobilgeräte/Apps aufgenommen und geändert werden. Das Fahrzeug überwacht die Belegung und informiert die Fahrgäste (z.B. über die Fahrtroute, Sicherheitshinweise, Ausstiegspunkte, etc.)	Die Fahrten können über Mobilgeräte/Apps (und ggf. Verkaufsstellen an den Haltestellen) gebucht werden. Das Fahrzeug überwacht die Belegung und informiert die Fahrgäste (z.B. über die Fahrtroute, Sicherheitshinweise, Ausstiegspunkte, etc.) Das Fahrtziel des Fahrzeugs ist entsprechenden Anzeigen zu entnehmen.	Logistikzentrale vergibt Fahraufträge und Beladung. Fahrzeug kontaktiert Kunden/Lieferpunkt vor Ankunft oder vereinbart einen Liefer-/Abholzeitpunkt und -ort (z.B. via App) Kunden identifizieren sich bei Übergabe (z.B. durch Chipkarte, Ausweis, Unterschrift, Fingerabdruck, digitale Signatur, etc.)
Einsatzgebiete:	<ul style="list-style-type: none"> - Betriebsshuttle auf großen Werksgeländen - ÖPNV-Zubringer (Wohngebiete/Werksgelände/etc.) - Parkplatz-Zubringerverkehr - ÖPNV-Linienverkehr - Flughafenzubringer 	<ul style="list-style-type: none"> - Privat betriebenes Ride-Sharing - Ersatz/Ergänzung zum ÖPNV-Linienverkehr - Transport auf Betriebsgelände 	<ul style="list-style-type: none"> - Privat betriebener Taxi-Dienst (Ersatz/Ergänzung zum ÖPNV-Linienverkehr) - Firmenwagen - Sonstige Premium-Mobilitätsdienstleistungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Privat betriebene Fernverkehrsangebote - ÖPFV 	<ul style="list-style-type: none"> - Private Lieferdienste - Kombination von ÖPNV mit Güterverkehr - Öffentliche Daseinsvorsorge (z.B. Müllabfuhr) - Betriebsinterne Logistik
Einnahmemöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - (Dauer-)Fahrkarten - ÖPNV-Mittel - Fahrscheinloses Fahren - Querfinanzierung (z.B. durch Unternehmen oder über Park-/Mieteinnahmen) für kostenlose Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> - (Dauer-)Fahrkarten - Streckenpreise - ÖPNV-Mittel - Fahrscheinloses Fahren - Querfinanzierung (z.B. durch Unternehmen) für kostenlose Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> - (Dauer-)Fahrkarten - Streckenpreise - (ÖPNV-Mittel) - (Fahrscheinloses Fahren) - Querfinanzierung (z.B. durch Unternehmen) für kostenlose Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> - (Dauer-)Fahrkarten - Streckenpreise 	<ul style="list-style-type: none"> - Transporteinnahmen (Stückpreise, Distanz, Eilzuschläge, etc.) - Öffentliche Abgaben (z.B. Müllgebühren) - Finanzierung im Rahmen der regulären Geschäftstätigkeit
Abrechnung	Die Abrechnung könnte über spezielle Lesegeräte und RFID-Chipkarten erfolgen. Dieses System ist im ÖPNV bereits im Einsatz und könnte im Sinne von MaaS flächendeckend ausgebaut werden. Fahrtkosten werden vom Konto des Passagiers abgebucht oder können an entsprechenden Terminals im Voraus bezahlt werden. Bei querfinanzierten Angeboten können sich Berechtigte ebenfalls auf diese Weise identifizieren. Im nichtöffentlichen Betrieb kann auf die Identifikation insb. aus Datenschutzgründen verzichtet werden. Für den öffentlichen Verkehr bieten sich nicht-personalisierte Prepaid-Karten an.	Über RFID-Karten (siehe links), bei Online-Buchung oder direkt über die dazugehörige App und die im Kundenkonto hinterlegten Kontodaten.	Über RFID-Karten (siehe links), bei Online-Buchung oder direkt über die dazugehörige App und die im Kundenkonto hinterlegten Kontodaten.	Über RFID-Karten (siehe links), bei Online-Buchung oder direkt über die dazugehörige App und die im Kundenkonto hinterlegten Kontodaten.	Abhängig von der Art der transportierten Güter und der Übergabeform, ansonsten vergleichbar mit den Abrechnungsformen im Personenverkehr. Betriebsintern über Trackingsysteme, digitale Fahrtenbücher und Lieferscheine.
Passagierzahl	Abhängig von Einsatzgebiet, Fahrtintervall und Nachfrage: Variable Kapazität, vergleichbar aktuellen Busgrößen (max. 9/35/85/105 Personen)	Abhängig vom Operationsgebiet, und der Nachfrage: Eher geringe Kapazität (max. 5-10 Personen)	Abhängig vom jeweiligen Service, tendenziell geringe Passagierkapazität (ggf. mit Stauraum)	Abhängig von Einsatzgebiet, Fahrtintervall und Nachfrage: Variable Kapazität, vergleichbar aktuellen Busgrößen (max. 9/35/85/105 Personen)	Keine (ggf. Sicherheitspersonal bei Wertgegenständen oder Gefahrgütern)
Notwendige Infrastruktur	Entlang des Streckenverlaufs: <ul style="list-style-type: none"> - Einzelne Ladepunkte - C2I - Lokaler Betriebshof/Wartungspunkt 	Im gesamten Operationsgebiet: <ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Ladepunkte - Flächendeckendes C2I - Lokaler Betriebshof/ Wartungspunkt 	Im gesamten Operationsgebiet: <ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Ladepunkte - Flächendeckendes C2I - Lokaler Betriebshof/ Wartungspunkt 	Entlang der Fernverkehrs- und Zubringerstraßen: <ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Ladepunkte bzw. Oberleitung - C2I im Stadtverkehr und an sensiblen Punkten - Mehrere Betriebshöfe/ Wartungspunkt 	Im gesamten Operationsgebiet: <ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Ladepunkte - Flächendeckendes C2I, auch an Fernverkehrsstraßen zwischen Operationsgebieten - Lokale Betriebshöfe/ Wartungspunkte (Automatisierte) Logistikzentren - Übergabepunkte

9. Literatur

Bandara, H. A. N. C. / Dias, Dileeka (2016): "A Multi-Agent system for dynamic ride sharing." (2016).

Dennig, Daniela / Sieber, Niklas (2002). „Alternative Bedienungsformen im ÖPNV. Typisierung und rechtlicher Rahmen“. In: Verkehr und Technik, 3, S. 109-113.

Fagnant, Daniel J. / Kockelman, Kara M. (2015): Dynamic ride-sharing and optimal fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles. Transportation Research Board 94th Annual Meeting. No. 15-1962.

Hoffmann, Peter (1993): Flexible Bedienungsformen im ÖPNV. Schriftenreihe für Verkehr und Technik.

Küpper, Patrick (2011): Auf dem Weg zu einem Grundangebot von Mobilität in ländlichen Räumen: Probleme, Ursachen und Handlungsoptionen. In: Schneller, öfter, weiter? Perspektiven der Raumentwicklung in der Mobilitätsgesellschaft (13. Junges Forum der ARL 13. bis 15. Oktober 2010 in Mannheim), S. 152-168. Verlag der ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover.

Lenz, Barbara / Fraedrich, Eva (2015): Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung. In: Maurer, Markus / Gerdes, J. Christian / Lenz, Barbara / Winner, Hermann (Hrsg.): Autonomes Fahren, S. 175-195. Springer, Berlin/Heidelberg.

Mehlert, Christian. (1998): „Angebotsbezeichnungen bei alternativen Bedienungsformen“. In: Der Nahverkehr, 16, 6, S. 56-58.

Müller-Hellmann, Adolf / Nickel, Bernhard E. (2009): Differenzierte Bedienung im ÖPNV: flexible Bedienungsweisen als Baustein eines marktorientierten Leistungsangebotes. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV).

Riegler, Sebastian / Juschten, Maria / Hössinger, Reinhard / Gerike, Regine / Rößger, Lars / Schlag, Bernhard / Manz, Wilko / Rentschler, Christoph / Kopp, Johanna (2016): CarSharing 2025 – Nische oder Mainstream?. Abschlussbericht Projekt „Neue Nutzungskonzepte für individuelle Mobilität“. Abgerufen von: http://www.ifmo.de/tl_files/publications_content/2016/ifmo_2016_Carsharing_2025_de.pdf.

Schnieder, Lars (2014): Öffentlicher Personennahverkehr im Jahre 2050–Was könnte wirklich anders sein? In: Technikfolgenabschätzung-Theorie und Praxis, 23, 1, S. 38-45.