
Inputpapier zur 3. Sitzung der AG Verkehr, 24.3.2021

Chancen, Risiken und Effizienzpotenziale durch die Digitalisierung im Verkehr mit Schwerpunkt On-Demand-Angebote

Thorsten Koska, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, März 2021

1	Zielsetzung	2
2	Ausgangssituation und Definitionen	3
3	Ridehailing-Dienste	5
3.1	Chancen und Risiken von Ridehailing für eine Verkehrswende	5
3.2	Potenziale und Rebound –Effekte von Ridehailing	6
4	Ridepooling-Dienste	9
4.1	Chancen und Risiken von Ridepooling	9
4.2	Potenziale von Ridepooling	9
5	Autonome On-Demand-Dienste	13
5.1	Chancen und Risiken von autonomen On-Demand-Diensten	13
5.2	Potenziale von autonomen Ridepooling-Diensten	13
6	Fazit	16
6.1	Voraussetzungen für die Nutzung von On-Demand-Diensten mit positiven Verlagerungseffekten	16
6.2	Ergänzende Rahmenbedingungen für autonome On-Demand-Dienste	17
7	Quellen und Literatur	18

1 Zielsetzung

Das vorliegende Inputpapier gibt eine Übersicht von aktueller wissenschaftlicher Literatur mit dem Fokus auf Verkehrsverlagerungspotenziale durch On-Demand-Mobilitätsangebote. Im vorliegenden Inputpapier werden Chancen, Risiken und Energieeffizienzpotenziale von On-Demand-Angeboten als Alternativen zum privaten Pkw betrachtet.

Folgende Fragestellungen stehen im Fokus des vorliegenden Papiers:

- Welche Chancen und Risiken gibt es für On-Demand-Angebote hinsichtlich einer Verkehrsverlagerung zwischen motorisiertem Individualverkehr und dem Umweltverbund?
- Welche potenziellen Rebound-Effekte sind zu erwarten?
- Wie hoch sind die Potenziale für eine Verkehrsverlagerung und dadurch für die Verbesserung der Energieeffizienz des Mobilitätssystems?

Bei intelligenten Mobilitätsdiensten handelt es sich um ein sehr dynamisches Handlungsfeld, für das es in Deutschland erst seit Kurzem Praxiserfahrungen gibt. Diese stammen zudem vorwiegend aus Modellversuchen und nicht aus flächenhaften Angeboten. Daher werden Erfahrungen aus dem Ausland sowie aus Modell- und Szenariorechnungen hinzugezogen, um Potenziale abzuschätzen. Damit geht einher, dass die Studien unterschiedliche Untersuchungsräume erforschen und abweichende Annahmen treffen und damit nicht unmittelbar vergleichbar sind.

Intelligente Mobilitätsdienste werden in der wissenschaftlichen Literatur zum Teil konträr diskutiert. Die unterschiedlichen Sichtweisen sollen in diesem Inputpapier herausgestellt werden. Dieses Inputpapier soll helfen, mögliche Potenziale und Risiken zu verstehen, um gezielt mit Maßnahmen die Potenziale ausschöpfen und gleichzeitig die Risiken eindämmen zu können.

2 Ausgangssituation und Definitionen

On-Demand-Verkehr (auch bedarfsorientierte oder bedarfsgesteuerte Mobilitätsangebote, Mobility-on-demand) sind Mobilitätsdienste, die individuelle Fahrtwünsche der Fahrgäste berücksichtigen und dabei auf ein Liniennetz und feste Fahrpläne verzichten und welche online gebucht werden können. (Bonus et al. 2018)

Der Fokus des Input-Papiers liegt auf Ridehailing- und Ridepooling-Angebote sowie autonome On-Demand-Diensten. Da es im Bereich von On-Demand-Angebote unterschiedliche Definitionsverständnisse gibt, wird nachfolgend eine kurze Differenzierung der Dienste vorgenommen, bevor im Anschluss auf Chancen, Risiken, Potenziale und Rebound-Effekte der unterschiedlichen Mobilitätsdienste eingegangen wird.

Als *Ridesharing* werden private Fahrgemeinschaften verstanden, bei denen ein Fahrer eine weitere Person im privaten Fahrzeug auf einer privaten Fahrt mitnimmt. Dadurch entsteht eine Fahrgemeinschaft mit einem spezifischen gemeinsamen Weg. (PTV 2020: 24)¹

Davon abzugrenzen ist das *Rideselling*. Hierbei handelt es sich um App-basierte Mitfahrdienste, die eine kommerzielle Fahrt eines Fahrers mit privatwirtschaftlich betriebenen Fahrzeugen anbieten. Im Gegensatz zum Ridesharing ist die Fahrt nachfrageinduziert, d.h. die Fahrgäste bestimmen das Ziel, sodass ohne Fahrgäste keine Fahrt stattfinden würde. (PTV 2020: 24) Innerhalb des Rideselling kann zwischen dem *Ridehailing* und dem *Ridepooling* unterschieden werden.

Ridehailing bezeichnet die über eine App oder Plattform gebuchte, exklusive und kommerzielle Fahrt eines Fahrgastes (oder einer einzelnen Gruppe) durch einen Fahrer oder eine Fahrerin, Anbieter sind z.B. Uber, Lyft und Free Now Ride.

Ridepooling bündelt dagegen die Fahrtstrecken verschiedener Fahrgäste auf einer Route. Es bezeichnet die gewerbsmäßige, bedarfsgesteuerte Personensammelbeförderung mit Vans und Kleinbussen im Flächenbetrieb ohne Fahrplan- und Linienbindung (Liebchen et al. 2020). Anbieter sind hier z.B. Clevershuttle, MOIA, SBB Flex oder Kooperationen verschiedener Verkehrsbetriebe mit dem Unternehmen door2door. Teilweise sind die Ein- und Aussteigeorte vollständig flexibel, teilweise werden virtuelle Haltestellen genutzt, um die Routenplanung effizienter zu gestalten. (Weber et al. 2018: 19, PTV 2020: 24, Gries und Langer 2021: 13f.).

Intelligente Mobilitätsdienste können bedarfsgerechte Verkehrsangebote in einer nahezu nahtlosen Wegekette schaffen und aufgrund ihres potenziell hohen Besetzungsgrades eine Effizienzsteigerung gegenüber privatem Pkw oder Taxi ermöglichen. Sie bieten die Chance, klassische ÖV-Angebote sinnvoll zu ergänzen, insbesondere in nachfrageschwachen Nebenzeiten und Räumen und somit ein attraktives multimodales Komplettangebot von Tür-zu-Tür-Mobilität in Konkurrenz zum eigenen Pkw schaffen. Besonders in ländlichen Räumen zur Sicherung der Daseinsvorsorge werden Einsatzfelder mit großem Potenzial gesehen. Die digitalen Mobilitätsangebote fördern die Entwicklung von multimodalen Lebensstilen und die verstärkte Nutzung von Verkehrsmitteln des Umweltverbundes. Ein gut verzahntes digitales Mobilitätsangebot kann demnach dazu führen, dass der eigene Pkw weniger genutzt, abgeschafft oder auf die Anschaffung eines neuen Pkw verzichtet wird. Durch die Bündelung der Verkehrsnachfrage können Flotten, Fahrzeugkilometer und der Infrastrukturbedarf reduziert werden.

¹ Weber et al. (2018) konkretisieren sogar noch mit „unentgeltlichen“ Mitfahrgelegenheiten.

Zwar ist der spezifische Energieverbrauch sowie Treibhausgas- und Schadstoffausstoß von kraftfahrzeugbasierten MaaS-Angeboten gegenüber einem adäquat ausgelasteten Massenverkehrsmittel höher, jedoch nur ein Bruchteil desjenigen für einen einzeln besetzten Pkw. (BCS 2019, Heinitz 2020: 22, ÖPNV Digitalisierungsoffensive NRW 2020: 9)

Verschiedene Angebote können via Smartphone zusammen mit dem Öffentlichen Verkehr zur Mobilität "aus einer Hand" verschmelzen. Zugleich unterstützen wettbewerbsneutrale Echtzeit-Informationen zur Verkehrssituation oder zu Verspätungen Mobilitätsentscheidungen. Ermöglicht werden kann dies durch einen von allen Mobilitätsanbietern geteilten Datenpool, interoperable eTickets und automatisierte Abrechnung. Hier besteht die Chance, dass durch damit verbundene erweiterte Wahlfreiheit, Zeit- und Komfortgewinne, der Abbau von Zugangshürden sowie mögliche Kostenreduktionen der Umweltverbund (aus Fuß- & Rad, ÖV und Sharing-Mobilität) attraktiviert wird.

In Deutschland gab es bislang keine rechtliche Grundlage für die gesetzlich erforderliche Genehmigung von On-Demand-Angeboten: „App-Taxi“-Angebote wie „Uber-Pop“ oder „Wundercar“ wurden verboten. „App-Sammeltaxi“-Angebote (auch „Ridepooling“) konnten bislang nur in Ausnahmefällen für einen befristeten Zeitraum erprobt werden; entsprechende Angebote sind beispielsweise BerlKönig (Berlin), Clever Shuttle (u. a. in Leipzig und Düsseldorf), MOIA (Hamburg, Hannover) oder auch ioki (Hamburg) und SSB Flex (Stuttgart). Kommerzielle Ridepooling-Angebote wurden zum Teil für die temporäre Zulassung als Erprobungsverkehr² genehmigt, zum Teil unter weiter Auslegung der Rechtsgrundlagen als „mietwagenähnlicher“ Verkehr³.

Das aktuelle Gesetzgebungsverfahren zur Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes schafft eine Rechtsgrundlage für On-Demand-Verkehre. Der Bundestag hat das Gesetz am 5. März beschlossen, nachdem der Verkehrsausschuss den Entwurf der Koalition mit Anregungen aus dem Bundesrat ergänzt hatte.

Ridepooling wird zum einen als Teil des ÖPNV als „Linienbedarfsverkehr“ ermöglicht, der den Maßgaben des öffentlichen Verkehrs (Tarifbindung, Betriebs- und Beförderungspflicht) unterliegt und mit flexiblen Aufschlägen gegenüber dem ÖPNV-Tarif genutzt werden kann. Zum anderen können private Ridepoolingdienste außerhalb des ÖPNV als „gebündelte Bedarfsverkehr“ angeboten werden, wenn sie eine zu definierende Bündelungsquote erfüllen. Neu geordnet wurde auch die rechtliche Grundlage für Mietwagenverkehre, über die Ridehailing-Angebote abgewickelt werden. Für sie besteht grundsätzlich weiterhin eine Rückkehrpflicht zum Betriebssitz, auch müssen sie Anforderungen an Umweltstandards und Barrierefreiheit erfüllen, in Großstädten kann ihr Betrieb bei hohen Marktanteilen zudem räumlich und zeitlich beschränkt werden.

² Über die sogenannte Experimentierklausel, § 2 Abs. 7 PBefG (z. B. MOIA in Hannover und Hamburg)

³ Über die sogenannte Auffangklausel, § 2 Abs. 6 PBefG (z. B. CleverShuttle in mehreren Städten in Deutschland)

3 Ridehailing-Dienste

In Deutschland gab es vor der Novelle des PBefG keine klare rechtliche Grundlage zum Betrieb von Ridehailing – Nach ersten Versuchen, Ridehailing in Deutschland anzubieten, wurde Diensten wie Uber der Betrieb an verschiedenen Orten gerichtlich verboten, woraufhin diese ihre Ridehailing-Dienste einstellten. Daher gibt es in Deutschland nicht ausreichend Erfahrung zu verkehrlichen Wirkungen, so dass nachfolgend vor allem auf internationale Erfahrungen mit Ridehailing Diensten zurückgegriffen wird. In den USA verzeichnen die Anbieter von Ridehailing ein enormes Wachstum - zusammen mit dem Taxigewerbe wurde prognostiziert, dass die Dienste bis Ende 2018 die Fahrgastzahlen im Nahverkehr in den USA übertreffen. (Schaller 2018: 1)

3.1 Chancen und Risiken von Ridehailing

Die Chancen und Risiken von Ridehailing für eine Stärkung des Umweltverbundes und eine Verlagerung von MIV auf diesen werden in der nachfolgenden Tabelle stichwortartig dargestellt. Hierbei wird bereits das reformierte PBERG zugrundegelegt. Konkretisierungen und abgeschätzte Effekte werden im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

Chancen von Ridehailing	Risiken von Ridehailing
<ul style="list-style-type: none"> + Komfort- und Sicherheitszugewinn für Fahrgäste im Vergleich zum öffentlichen Verkehr + Exklusive Fahrt mit Privatsphäre + Anbindung an den Linienerverkehr und Ergänzung des klassischen ÖPNV in nachfrageschwachen Zeiten und Regionen + Tür-zu-Tür Angebot + Automatisches Matching von Fahrgast und FahrerIn verringert Leerfahrten + Attraktive Preise für Nutzer + Ggf. Potenzial zur Substitution privater Pkw + Ggf. Reduktion der Pkw-Flotte: Flächenrückgewinn durch weniger Fahrzeuge und Parkplätze + Mobilitätsoption für körperlich oder kognitiv eingeschränkte Menschen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Besetzungsgrad reduziert Effizienz - Effizienzverlust durch Leerfahrten zwischen Buchungen aufgrund von Rückkehrpflicht - Kannibalisierung des ÖPNV - Mögliche Zeitersparnis gegenüber dem ÖPNV attraktivieren Ridehailing - Kostenersparnis im Vergleich zu Taxis machen Ridehailing attraktiv - Induzieren zusätzlicher Verkehre, dadurch erhöhter Energieverbrauch und Anstieg der Emissionen - Anstieg der Pkw-Verkehrsleistung - Regelungs- und Kontrollbefugnisse als Herausforderung für Kommunen - Sozialdumping durch Niedriglöhne und schlechte Arbeitsbedingungen verzerren Wettbewerb mit ÖPNV und Taxigewerbe

Abbildung 3-1 Chancen und Risiken von Ridehailing, eigene Darstellung

3.2 Potenziale und Reboundeffekte von Ridehailing

Die Darstellung von Chancen und Risiken von Ridehailing zeigt bereits, dass es teilweise konträre Auffassungen zur tatsächlichen Wirkung gibt. So wird einerseits die Chance gesehen, den Energiebedarf durch die geringere Nutzung und Abschaffung privater Pkw zu reduzieren, andererseits wird aber auch auf das Risiko hingewiesen, dass durch Leerfahrten, neu induzierte Wege, ungewollte Verlagerungseffekte vom Umweltverbund der Energiebedarf steigt. Nachfolgend werden die Potenziale und möglichen Rebound-Effekte aus unterschiedlichen Studien vor dem Hintergrund der Umsetzungsbedingungen der Angebote zusammengefasst dargestellt.

Verlagerungseffekte. Grundsätzlich werden sowohl Komplementaritätseffekte als auch Substitutionseffekte von Ridehailing diskutiert. Mit Komplementarität wird der positive Verlagerungseffekt bezeichnet, der eine Verlagerung vom privaten Pkw auf den Umweltverbund impliziert. Wird Ridehailing beispielsweise als Zubringer zum ÖV genutzt, könnten neue Nutzer im ÖV generiert werden, die zuvor das eigene Fahrzeug nutzten. Die Substitution bezeichnet hingegen negative Verlagerungseffekte, durch die Nutzer des Umweltverbundes für Ridehailing gewonnen werden. Aktuelle Studien aus Nordamerika zeigen tendenziell, dass der Substitutionseffekt des ÖV größer ist als der Komplementaritätseffekt. Neben den Nutzervorteilen der Ridehailing-Angebote (Tür-zu-Tür-Verkehre, individuelle Beförderung) liegt dies u.a. daran, dass Ridehailing ihre Angebote verstärkt in Räumen mit hoher Verkehrsnachfrage, insb. in den Zentren von Großstädten aufbauen – wo sie in der Regel in Konkurrenz mit einem gut ausgebauten öffentlichen Verkehr stehen. Substitutionsraten anderer Verkehrsmittel variieren in Studien erheblich. Je nach Region werden vor allem Taxi-Fahrten, ÖPNV-Fahrten und Auto-Fahrten in größerem Umfang ersetzt. In San Francisco sind 36% vom Taxi, 30% vom ÖPNV und lediglich 6% vom Auto verlagert worden. In Denver hingegen wurden nur 9,6% vom Taxi und jeweils 22,2% vom ÖPNV und Auto verlagert. Die Substitutionsraten für den ÖV variieren in den Studien zwischen 8 und 42%. (Tirachini 2019). Am Beispiel amerikanischer Metropolregionen konnte gezeigt werden, dass in städtischen Gebieten der Anteil von Ridehailing-Diensten bereits bis zu 13% der gesamten Verkehrsleistung ausmacht und damit eine erhebliche Verlagerungswirkung erzielt hat (Balding et al. 2019). Es wurde prognostiziert, dass bis Ende 2018 die Fahrgastzahlen im Nahverkehr in den USA durch Ridehailing- und Taxi-Dienste übertroffen werden. (Schaller 2018: 1). Ridehailing-Dienste konkurrieren vor allem mit öffentlichen Verkehrsmitteln, Fußgängern und Radfahrern und weniger mit dem privaten Pkw. Etwa 60 % der Ridehailing-Nutzer in großen, dicht besiedelten Städten hätten öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad genommen, wären zu Fuß gegangen, oder hätten die Fahrt nicht unternommen, wenn Ridehailing für die Fahrt nicht verfügbar gewesen wären. Nur 40 % hätten hingegen ein eigenes Fahrzeug oder ein Taxi benutzt. (Schaller 2018: 1) In einer späteren Studie ermittelt Schaller (2021) Verlagerungsquoten vom privaten Auto bzw. dem Taxi auf Ridehailing, die zwischen 39 % und 50% liegen. Auch eine Studie von McKinsey ermittelt, dass 53% der Wege von Ridehailing-Diensten neu erzeugte Wege im Pkw sind, die sowohl aus der Verlagerung als auch aus neu induzierten Verkehren resultieren (s. Abbildung XX). (Baltic et al. 2019, PTV 2020)

Die Erfahrungen aus den USA weisen somit eher auf Risiken durch Verlagerungseffekte hin. Durch eine unregelmäßige Einführung von Ridehailing besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Nutzer des Umweltverbundes für Ridehailing gewonnen werden und dadurch die Automobilität erhöht wird.

E-hailing growth sources, % of trips that would have been taken by alternative mode of transport

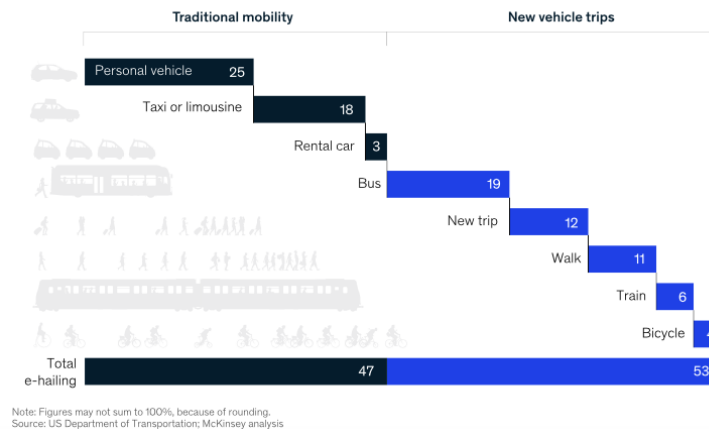


Abbildung 3-2 Verlagerungseffekte durch Ridehailing in den USA, Quelle: Baltic et al. 2019

Verkehrsleistung

Im Hinblick auf die Zunahme der Verkehrsleistung variieren die Studien erheblich, sodass eine Konkretisierung schwierig ist. Anfängliche Studien lieferten gemischte Ergebnisse, aktuellere Studien weisen jedoch relativ einheitlich auf einen Anstieg der Verkehrsleistung durch Ridehailing hin. Als Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Verkehrsleistungen werden der Autobesitz, die Fahrtengenerierung, die Verkehrsmittelwahl, Leerfahrten und die Änderung der Zielwahl genannt. Die Entwicklung der Verkehrsleistung hat wiederum einen Einfluss auf andere Effekte, wie der Wirkung auf Staus, CO₂ Emissionen, Lärm und die Energieeffizienz. (Tirachini 2019)

Schaller (2018) ermittelte, dass Ridehailing-Dienste wie Uber oder Lyft ca. 2,8 neue Fahrzeugmeilen auf die Straße bringen für jede Meile, die von Privatpersonen zurückgelegt wird. Das würde eine Zunahme des Verkehrs auf den Straßen in der Stadt um 180 Prozent bedeuten. Als Gründe für den Anstieg werden unerwünschte Verlagerungseffekte, Leerfahrten und zusätzliche Fahrten genannt. (Schaller 2018). Auch eine Analyse von Uber und Lyft in den Jahren von 2014 bis 2020 zeigte, dass die Fahrten von Ridehailing zu einer Verdopplung oder mehr der zurückgelegten Fahrzeugmeilen im Vergleich zu vorherigen Nutzungsmustern führten. Konkret wurden Steigerungen von 97% in Chicago, 114% in New York City, 118% in San Francisco, 157% in Boston und 118% in den kalifornischen Vorstädten ermittelt. Auch hier werden Leerfahrten und unerwünschte Verlagerungseffekte als Gründe genannt. (Schaller 2021) Insbesondere New York ist ein bekanntes Beispiel dafür, dass Ridehailing zu einem starken Anstieg der zurückgelegten Fahrzeugmeilen führte. Allein im Jahr 2016 legten Ridehailing-Fahrzeuge in New York City insgesamt ca. 1,92 Mrd. km zurück. Neben den bereits genannten Gründen, werden auch die niedrigen Preise der Ridehailing-Dienste als zentraler Treiber genannt (PTV 2020).

Induzierter Verkehr. Ridehailing birgt die Gefahr, dass neue, zusätzliche Wege zurückgelegt werden, die ohne Ridehailing nicht stattgefunden hätten. Analysen zeigen, dass eine nicht marginale Anzahl von Fahrten induziert wurde. Die Rate der induzierten Fahrten liegt in verschiedenen Studien zwischen 5 und 12 % (Tirachini 2019, PTV 2020). In Untersuchungen von McKinsey wird sogar von 19% neuer Wege ausgegangen. Als Gründe werden das Ansprechen neuer Nutzergruppen oder Komfortgewinne angegeben, sodass neue Wege entstehen. Niedrigere Preise können zudem dazu führen, dass weitere Strecken als zuvor zurückgelegt werden.

Leerfahrten. Ein weiterer Kritikpunkt sind Leerfahrten, die zu einem Anstieg der Verkehrsleistung führen können. Modellrechnungen zu Leerlaufkilometern variieren sehr stark und liegen zwischen 10% bis hin zu 43% der Gesamtkilometerleistung (Schaller 2021). Ein Bericht, der die von Uber und Lyft zur Verfügung gestellten Kilometerdaten nutzte, zeigte, dass Leerfahrten 40-48 % der Fahrzeugkilometer von Fahrern ausmachen, die für diese Unternehmen in sechs großen Ballungsräumen in den USA arbeiten (Schaller 2021, Balding et al, 2019).

Besetzungsgrad. Neben den Leerfahrten ist der Besetzungsgrad ein wichtiger Faktor zur Erhöhung der Effizienz. Schaller (2018) ermittelt in seiner Studie eine durchschnittliche Fahrzeugbesetzung von 1,1 Personen und somit einen sehr niedrigen Besetzungsgrad.

Energieverbrauch. Es gibt wenig konkrete Berechnungen zur Entwicklung des zusätzlichen oder eingesparten Energieverbrauchs durch Ridehailing. Wird die Verkehrsleistung und der Fahrzeugbestand reduziert, so sind auch positive Effekte für den Energieverbrauch zu erwarten. Da jedoch die meisten aktuellen Studien davon ausgehen, dass die Verkehrsleistung steigt, ist von einer Zunahme des Energieverbrauchs durch Ridehailing auszugehen. In Austin wurde ein Anstieg des Energieverbrauchs im Verkehr bei unreguliertem Ridehailing von 41–90% im Vergleich zur Ausgangssituation vor Einführung von Ridehailing-Diensten berechnet (Wenzel 2019).

Positive Effekte. Ridehailing hat das Potenzial, in nachfrageschwachen Räumen und Zeiten die erste und letzte Meile für Fahrten im öffentlichen Verkehr zu übernehmen und diesen dadurch attraktiver zu machen. Dabei funktionieren sie ähnlich wie herkömmliche Taxis, sind jedoch komfortabler zu buchen und preiswerter (allerdings auch aufgrund niedriger Arbeitslöhne / Sozialstandards). Zudem könnte Parkplatzsuchverkehr in Städten reduziert werden. Die Auswirkungen stuft Schaller (2021) jedoch als gering ein.

Die Betrachtung der Potenziale zeigt, dass aktuelle Studien überwiegend von (teilweise erheblichen) negativen Effekten bei einem weitgehend unreguliertem Ridehailing ausgehen. Die realen Erfahrungen stammen aus dem nordamerikanischen Raum. Bei der Betrachtung der Erkenntnisse müssen jedoch lokale Unterschiede betrachtet werden. So sind städte- und verkehrsplanerische sowie rechtliche Unterschiede zu berücksichtigen, sodass sich die nordamerikanischen Erkenntnisse nicht automatisch auf den europäischen bzw. deutschen Raum beziehen lassen. Dennoch zeigen die realen Erfahrungen Risiken auf, die als Lerneffekte für eine Umsetzung in Deutschland berücksichtigt werden sollten.

4 Ridepooling-Dienste

Während es für Ridehailing kaum Erfahrungswerte in Deutschland gibt, wurden für das Ridepooling bereits Erfahrungen in verschiedenen Städten in Deutschland gemacht. Zugelassen wurden die Angebote meist mit Sondergenehmigungen für den Betrieb⁴ innerhalb eines befristeten Zeitraumes. Die SSB in Stuttgart ist mit SBB Flex bundesweit die erste Anbieterin von On-Demand Ridepooling-Verkehren mit einer Konzession als Liniennahverkehr nach dem Personenbeförderungsgesetz. Nachfolgend werden die Chancen, Risiken und Potenziale von Ridepooling auf Basis von Auswertungen der Praxiserfahrungen dargestellt.

4.1 Chancen und Risiken von Ridepooling

Die Chancen und Risiken von Ridepooling werden in der nachfolgenden Tabelle stichwortartig gegenübergestellt, Konkretisierungen und die abgeschätzten Effekte finden sich im nachfolgenden Kapitel.

Chancen von Ridepooling	Risiken von Ridepooling
<ul style="list-style-type: none"> + Ergänzung des ÖPNV in nachfrageschwachen Zeiten und Regionen + Tür-zu-Tür-Bedienung oder dichtes Netz virtueller Haltestellen attraktiviert den Umweltverbund insgesamt + Potenzial zur Substitution privater Pkw + Höherer Besetzungsgrad durch Bündelung von Fahrtwünschen + Attraktive Preise für Nutzende + Virtuelle Haltestellen reduzieren Leerfahrten + Gegenüber MIV sowie gegenüber Ridehailing höhere Energieeffizienz je Pkm + Ggf. Reduktion der Pkw-Flotte: Flächenrückgewinn durch weniger Fahrzeuge und Parkplätze 	<ul style="list-style-type: none"> - Leerfahrten zwischen Buchungen, niedriger Besetzungsgrad in nachfrageschwachen Räumen/Zeiten - Kannibalisierung des ÖPNV in nachfragestarken Räumen/Zeiten bei nicht ÖV-Integrierten Angeboten - Zielkonflikt: hohe Pooling-Quoten und kurzfristige Verfügbarkeit der Dienste - Ggf. höhere Kosten ggü. konventionellem ÖPNV erschweren ÖPNV-Integration - Gefahr des Sozialdumping bei nicht ÖV-integrierten Angeboten privater Bedarfsverkehre

Abbildung 4-1 Chancen und Risiken von Ridepooling, eigene Darstellung

Es gibt eine sehr große Übereinstimmung der Chancen und Risiken von Ridehailing und Ridepooling. Die beiden zentralen Unterschiede sind die durch die Bündelungsfunktion höheren Besetzungsgrade von Ridepooling sowie die je nach Umsetzung höhere Integration in den bestehenden öffentlichen Nahverkehr - viele Ridepooling Angebote sind bereits in das bestehende ÖV-Angebot integriert, wohingegen Ridehailing meist privat betrieben wird.

4.2 Potenziale von Ridepooling

Der Beitrag von Ridepooling zur Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund und zur Energieeffizienz im Verkehr insgesamt kann noch nicht umfassend bewertet werden (Digitalisierungsstrategie NRW 2020: 9). Der spezifische Energieverbrauch sowie Treibhausgas- und Schadstoffausstoß ist bei Ridepooling gegenüber einem adäquat ausgelasteten Massenverkehrsmittel höher, allerdings durch höhere Besetzungsgrade deutlich geringer als beim MIV oder Taxi (Heinitz 2020: 22). Aktuelle Erkenntnisse und Szenariorechnungen werden nachfolgend dargestellt.

⁴ über Experimentierklausel (§ 2 Abs. 7 PBefG) mit einer Befristung auf vier Jahre möglich

Systematisch wäre bei der Potenzialabschätzung zu differenzieren zwischen Ridepooling-Angeboten, die mit dem ÖPNV integriert sind (Linienbedarfsverkehr nach neuem PBefG) und privaten bzw. ÖPNV-unabhängigen Angeboten des gebündelten Bedarfsverkehrs.

Zudem ist zu erwarten, dass im nachfragestarken urbanen Raum und in nachfrageschwachen ländlichen Räumen unterschiedliche Ausprägungen und unterschiedliche Effekte von Ridepooling auftreten: Während im ländlichen Raum niedrigere Pooling-Quoten zu erwarten sind, ist dort die Ergänzungsfunktion zum dort eher lückenhaften ÖPNV besonders hoch. Im urbanen Raum sind zwar höhere Besetzungsgrade erzielbar, zugleich stehen die Angebote dort häufiger in direkter Konkurrenz mit dem ÖPNV. Die bisherige Studienlage erlaubt allerdings noch keine gesicherten quantitativen Aussagen zu unterschiedlicher Wirkungen für unterschiedliche Angebotstypen und Raumstrukturen. Daher wird die Diskussion der Wirkungen nachfolgend gebündelt dargestellt.

Verkehrsleistung. Während für Ridehailing klar von einer Zunahme der Verkehrsleistung auszugehen ist, ist die Wirkung von Ridepooling auf die Verkehrsleistung nicht eindeutig: Je nach Ausgestaltung könnte sie im Saldo ebenfalls steigen, da Verlagerungseffekte vom Umweltverbund zu nicht ÖV-integrierten Ridepooling-Angeboten und zusätzliche Fahrten zum Abholen der Fahrgäste einkalkuliert werden müssen. (Schaller 2021) Während für Ridehailing eine Zunahme von 2,8 neuer Fahrzeugmeilen pro zurückgelegte Meile einer Privatpersonen kalkuliert wird, wird selbst für die geteilte Nutzung noch eine Zunahme von 2,6 neue Fahrzeugmeilen angenommen (Schaller 2018). Auch in einer PTV Studie zu neuen Mobilitätsangeboten wie On-Demand-Diensten stieg die Verkehrsleistung im Vergleich zum Referenzszenario in allen Szenarien an. Als Gründe werden auch hier wieder unerwünschte Verlagerungseffekte und zusätzlich induzierter Verkehr genannt.

Die UBA RESCUE-Studie nimmt in zwei Szenarien an, dass Carsharing und Ridepooling im urbanen Raum in Integration mit dem öffentlichen Verkehr deutlich an Bedeutung gewinnen und privater Pkw-Besitz bis 2050 stark zurückgeht. Mehr als 60% der Pkw-Verkehrsleistung in Städten finde dann durch Ridepooling statt, sofern regulatorische Anpassungen eine Ergänzung des ÖV-Angebots bewirken und Konkurrenz dazu vermeiden. Die Personenverkehrsleistung sinkt in den Szenarien von 1.150 Mrd. Pkm im Jahr 2010 auf 960 Mrd. Pkm im Jahr 2050 (UBA 2019, 196). Zwar sind die Zunahme von Carsharing und Ridepooling wichtige Annahmen in den Szenarien, allerdings gibt es weitere Annahmen z.B. hinsichtlich Anstiegen im Umweltverbund, sodass sich die Einsparungen nicht nur auf die Zunahme von Carsharing und Ridepooling beziehen.

Verlagerungseffekte. Eine wesentliche Chance des Ridepooling ist die Erweiterung und Lückenschließung des bestehenden liniengebundenen öffentlichen Nahverkehrs. Vorteilhaft ist, dass On-Demand Dienste nicht nach einem festen Fahrplan oder Routen fahren, aber mit dem ÖV-Fahrplan kombiniert werden können, sodass ein flexibles und zugleich den ÖV ergänzendes Mobilitätsangebot bis zur Haustür geschaffen wird, das „Anschlussicherheit“ bietet (VCD 2018). Insbesondere im ländlichen Raum stellt der bestehende Nahverkehr häufig keine vergleichbare Alternative zum eigenen Pkw dar. Neue Ridepooling Angebote könnten dazu beitragen, die Mobilitätsnahversorgung sicherzustellen und damit eine attraktive Alternative zum privaten Pkw zu bieten und gleichzeitig auch mobilitätseingeschränkten Personen weiterhin Mobilität zu gewährleisten. Während der Linienverkehr weiterhin die stark frequentierten Hauptlinien bedient, kann Ridepooling verkehrsarme Zeiten abdecken und als Zubringer zu den Hauptlinien und als Tür-zu-Tür-Lösung dienen. (KCW 2019, VCD 2018) Für private Anbieter von auch von Ridepooling-Diensten sind allerdings gerade Relationen mit hoher Mobilitätsnachfrage wirtschaftlich interessant, so dass es ggf. zu einer Kannibalisierung des ÖPNV kommen kann. (Schaller 2018; Weber et al. 2018: 26; OECD/ITF 2015: 5) Untersuchungen von CleverShuttle in Deutschland zeigten, dass 50% der Fahrgäste anstatt des CleverShuttles Busse und Bahnen genutzt, wohingegen 10 % einen privaten Pkw genutzt hätten. (Knie und Ruhrort 2020)

Relevant für die Verlagerungspotenziale dürfte auch die Integration von Buchung und Information der Ridepooling-Angebote und anderer Verkehrsangebote sein. In Helsinki wurde dies über eine integrierte Mobilitätsplattform „WHIM“ realisiert, die u.a. Flatrates für alle Mobilitätsdienste in der finnischen Hauptstadt bietet. Die in einer App integrierten Echtzeit-Verkehrsmittelinformationen werden durch eine umfassende Datenplattform ermöglicht. In Untersuchungen mit Sammeltaxis und Taxi-Bussen von OECD und ITF in Helsinki wurde eine minimale Ersatzrate von 20% der Pkw-Fahrten ermittelt, um die Vorteile der geteilten Mobilität nutzen zu können. Darüber hinaus erreichte man eine relevante Verkehrsverlagerung weg vom privaten Autoverkehr.

Fahrzeugkilometer. In den Szenariorechnungen von OECD und ITF für Lissabon ist jedes Auto fast zehnmal mehr Kilometer gefahren, insgesamt sind die Fahrzeugkilometer aber selbst in den Spitzenzeiten um 37 % geringer. Werden zusätzlich zu den Sharing Diensten noch 60% der privaten Pkw Flotte behalten, so werden keine Effekte im Hinblick auf Fahrzeugkilometer und damit auf die Reduktion von Staus und CO₂-Emissionen erzielt. Wird die private Pkw Flotte jedoch auf 40% reduziert, so ist eine Reduzierung der Fahrzeugkilometer in den Spitzenstunden um 13% möglich, was die Staus im Wesentlichen reduziert. (ITF/OECD 2016)(ITF/OECD 2016)

Induzierter Verkehr. Beispiele haben gezeigt, dass nicht nur Fahrten im ÖPNV kannibalisiert wurden, sondern zusätzliche Fahrten angeregt wurden, was zu einem Anstieg der Verkehrsleistung, der Emissionen und zu einer höheren Belastung der Straßeninfrastruktur führte. (Transport and Environment 2019: 3). Allerdings basieren die Untersuchungen hierzu nur auf freien Ridepooling-Angeboten – für ÖV-integrierte Angebote liegen noch keine aussagekräftigen Untersuchungen vor.

Leerfahrten. Ein weiterer Kritikpunkt sind Leerfahrten. Fahrgäste werden an individuellen Orten abgeholt und abgesetzt, sodass zwischen vor und nach einer Fahrt Leerfahrten entstehen, die zu einem erheblichen Anstieg in der Verkehrsleistung führen können. (Schaller 2021). Durch eine stärkere Bündelung der Haltepunkte durch virtuelle Haltestellen lässt sich der Leerfahrtenanteil ggf. reduzieren.

Energieverbrauch. In der zuvor genannten PTV Studie wurde zwar ein Anstieg der Verkehrsleistung nachgewiesen, dennoch wurden in beiden Szenarien „behutsamer Mobilitätswandel“ und „umfassender Mobilitätswandel“ Einsparungen im Endenergieverbrauch und von Treibhausgas-(THG)-Emissionen erzielt. Als Gründe dafür werden höhere Besetzungsgrade und eine höhere Fahrzeugeffizienz angegeben. Eine positive Umweltbilanz kann jedoch erst durch die Steigerung der Besetzungsgrade erreicht werden, wodurch auch bei steigenden Verkehrsleistungen die Kfz-Fahrleistungen sinken könnten. Voraussetzung sind zudem energieeffiziente Fahrzeugflotten. Bei einem behutsamen Mobilitätswandel liegen die Einsparungen bei etwa 2% bis 2030 und bei 6% bis 2050. Bei einem umfassenden Mobilitätswandel liegt das Potenzial bei 14% bis 2030 und bei 25% bis 2050. (PTV 2020)

CO₂-Emissionen. Für Helsinki ermittelten OECD und ITF in einer Szenariorechnung mit Sammeltaxis und Taxibussen fast 20% der CO₂-Emissionen eingespart werden, wenn 20 % der Pkw-Fahrten und alle Buszubringerfahrten durch die neuen Mobilitätsangebote ersetzt werden. Würden im Zentrum keine privaten Autofahrten mehr stattfinden, könne man 25% der Emissionen einsparen und bei einer vollständigen Reduzierung von Auto- und Busfahrten sogar 97%. (ITF/OECD 2017 Helsinki). In Szenariorechnungen für Lissabon, in denen der ÖV durch Sammeltaxis und Taxi-Busse ergänzt wurde, wurden ein Drittel der Verkehrsemissionen eingespart. Durch längere Fahrstrecken und kürzere Lebenszyklen würde eine beschleunigte Flottenerneuerung notwendig, die neue und saubere Technologie ermöglicht und ebenfalls zur Reduzierung von CO₂-Emissionen beitrage. (ITF/OECD 2016)

Pooling-Quoten. Höhere Besetzungsgrade wirken sich positiv auf potentielle Einsparungen aus. Erkenntnisse aus dem Ausland zeigen bisher, dass die Pooling-Quote verhältnismäßig gering ist.

Je nach Studie liegt die Pooling-Quote zwischen einem Achtel und einem Drittel aller Fahrten. In großen Märkten wird etwa ein Drittel der Fahrten geteilt, in New York beispielsweise jedoch nur etwa ein Fünftel. (Schaller 2021). Knie und Ruhrort (2020) untersuchen speziell Ride-Pooling Dienste in Deutschland, basierend auf den Daten von CleverShuttle. In Berlin, München und Leipzig fanden rund 50 Prozent der Fahrten mit mehreren Fahrgästen statt. In den Nachtstunden steigt der durchschnittliche Pooling-Anteil auf bis zu 65 Prozent.

Reduzierte Fahrzeugflotten: Eine Szenariorechnung des On-Demand-Anbieters Door-to-door für München im Jahr 2030 ermittelte, dass im Szenario 50% der privaten Pkw (etwa 360.000) durch insgesamt 8.400 On-Demand-Shuttles ersetzt werden konnten. Durch die reduzierte Flotte könnten 3.8 Milliarden Personenkilometer eingespart, 7,5 Quadratkilometern neuer Fläche durch weniger benötigten Parkraum zugewonnen und 140 Stunden Zeit pro Jahr und Fahrer gewonnen werden. (Door-to-door 2021: 12, 32) Das Szenario unterstellt dabei allerdings ideale Rahmenbedingungen für Ridepooling, u.a. Restriktionen für den MIV. In der Szenario-Studie für Lissabon mit einem ÖV, Sammeltaxis und Taxibussen konnte die heutige Autoflotte auf 3% reduziert werden. (ITF/OECD 2016)

Rebound-Effekte. Je nach Ausgestaltung könnte Ridepooling könnte das Autofahren in verschiedener Hinsicht attraktiver machen: Einerseits können Kosten reduziert werden, wodurch Ridepooling attraktiver wird und andererseits können Reisezeiten dadurch reduziert werden, dass die Straßen entlastet und Staus reduziert werden. Beide Effekte können die Bedingungen für das Auto verbessern. Diese erhöhte Attraktivität kann dazu führen, dass Nutzer von anderen Verkehrsmitteln zum Auto (sowohl dem privaten oder auch dem gepoolten Fahrzeug) wechseln oder durch die Senkung der Reisekosten längere Strecken zurückgelegt werden oder weiter vom Stadtzentrum weggezogen wird. Die Verkehrsverlagerung, größere Entfernungen und Umzüge als Rebound-Effekte mildern die ursprünglichen Vorteile von Ridepooling im Hinblick auf die Entlastung der Straßen und Schadstoffemissionen. Durch weniger Staus können direktere Routen gewählt werden, was zu einer Verringerung der zurückgelegten Entfernungen führen kann, was Teile der Rebound-Effekte ausgleichen kann. Eine Studie zu Rebound-Effekten in Paris kommt zu dem Ergebnis, dass 68 bis 77% der möglichen CO₂-Emissionsreduktionen (durch höhere Besetzungsgrade, effizientere Fahrzeuge und positive Verlagerungseffekte auf den Umweltverbund) und 52 bis 73% der aggregierten sozialen Vorteile wie Staus und Luftqualität durch Rebound Effekte wieder aufgelöst werden. (Coulombel et al. 2019).

Letztlich existieren auch Zielkonflikte. Sieht man Ridepooling als Ergänzung des ÖPNV in nachfrageschwachen Zeiten und Regionen, steht dies möglicherweise in Widerspruch mit hohen Pooling-Quoten und der kurzfristigen Verfügbarkeit von Ridepooling-Diensten. Gerade in nachfrageschwachen Zeiten und Regionen könnte es sein, dass nur wenige Fahrgäste Dienste in Anspruch nehmen, jedoch ein hoher Personalbedarf und hohe Personalkosten entstehen, wenn die Verfügbarkeit gewährleistet bleiben soll. Speziell in Deutschland sank das Interesse an kommerziellen Ridepooling Angeboten. So zogen sich Anbieter teilweise bereits aus Märkten wieder zurück, da die Angebote nicht betriebswirtschaftlich zu betreiben seien. Die Pooling-Quoten seien niedrig und der Anteil der Leerfahrten hoch, sodass die Personalkosten im Verhältnis zu den Einnahmen hoch sind und mit einem Preisniveau oberhalb des ÖPNV und unterhalb von Taxitarifen nicht wirtschaftlich sind. (Gries und Langer 2021).

Im Vergleich zu exklusiven Ridehailing-Diensten, können für Ridepooling-Dienste mehr positive Effekte erwartet werden. Allerdings sind Voraussetzungen notwendig, damit Risiken reduziert und positive Effekte wirksam werden. Diese werden im Fazit zusammengefasst.

5 Autonome On-Demand-Dienste

Die fortschreitende Automatisierung von Fahrzeugen ermöglicht auch im Bereich von Ridepooling neue Chancen. Wie zuvor erläutert, sind Pooling-Dienste mit potentiell höheren Besetzungsgraden im Vergleich zu Hailing-Diensten zu bevorzugen, weswegen diese nachfolgend vorrangig betrachtet werden.

5.1 Chancen und Risiken von autonomen On-Demand-Diensten

Die Verfügbarkeit hochautomatisierter oder autonomer Fahrzeuge ist ein „Gamechanger“ für On-Demand-Dienste. Durch den Wegfall der Kosten für das Fahrpersonal könnten – selbst bei relativ hohen Investitionen in die Fahrzeugtechnik – die Gesamtkosten der Mobilitätsdienste signifikant reduziert werden. Hierdurch entstehen zum einen privatwirtschaftliche Business-Cases für Ridehailing- und Pooling-Dienste, die verstärkt in den Markt treten dürften. Andererseits entsteht das Potenzial, Ridepooling-Dienste als Teil öffentlicher Verkehrsangebote zu moderaten Kosten nahezu flächendeckend einzuführen.

Die Chancen und Risiken der autonomen Fahrzeugtechnik im für On-Demand-Dienste werden in der nachfolgenden Tabelle stichwortartig dargestellt. Konkretisierungen und die abgeschätzten Effekte werden im nachfolgenden Kapitel detaillierter dargestellt.

Chancen von autonomen On-Demand-Diensten	Risiken von autonomen On-Demand-Diensten
<ul style="list-style-type: none"> + Massive Kostenreduktion durch Wegfall der Fahrpersonalkosten + Rentables Geschäftsmodell ermöglicht Vielzahl neuer Mobilitätsdienstleistungen + Kostendeckender Betrieb ermöglicht Angebotsausweitung als ÖPNV-Ergänzung + Flächendeckende ÖPNV-Integration von Ridepooling: „Haustüranschluss Mobilität“ bietet Verlagerungspotenzial auch im nachfrageschwachen Raum + Effizientere Fahrweise durch autonome Fahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> – Stärkere Gefahr der Kannibalisierung von ÖPNV bei günstigeren und flächendeckend verfügbaren Angeboten – Kostenreduktion kann verkehrsinduzierend wirken – Höheres Sicherheitsempfinden kann verkehrsinduzierend wirken – Zusätzlicher Energieverbrauch der autonomen Fahrzeugtechnik

Abbildung 5-1 Chancen und Risiken von autonomen Ridepooling-Diensten

5.2 Potenziale von autonomen Ridepooling-Diensten

Nachfolgend werden die Potenziale von autonomen Ridepooling-Diensten dargestellt.

Verlagerungseffekte. Es wird erwartet, dass autonome Fahrzeugtechnologien eine Verlagerung weg vom privaten Pkw und hin zu geteilt genutzten autonomen Fahrzeugen beschleunigen würde. Als zentraler Treiber werden vor allem geringe Preise gesehen. Allerdings gibt es auch Faktoren wie Wartezeiten und zusätzliche Fahrzeiten durch das Abholen und Absetzen anderer Fahrgäste sowie eine eingeschränkte Privatsphäre, die von einer gemeinsamen Nutzung solcher Fahrzeuge abhalten können. Verschiedene Studien kommen zu der Einschätzung, dass die Einführung von gemeinsam genutzten autonomen Fahrzeugen in Städten tendenziell zu einer Verlagerung auf

Kosten des öffentlichen Verkehrs führt und somit zu einem höheren Verkehrsaufkommen und zu mehr Staus. Ein positiver Verlagerungseffekt vom privaten Pkw auf geteilt genutzte, autonome Fahrzeuge könnte in Vorstädten erzielt werden. (Scheller 2021) Durch sinkende Kosten könnte eine Verlagerung von aktiven Verkehrsmodi auf autonomes Ridepooling von bis zu 15% erzielt werden. Von signifikanten Effekten der Verlagerung sei aber nicht auszugehen. (Agora Verkehrswende 2020). Fraedrich et al. 2017 prognostizieren für 2035, dass für den Pooling-Betrieb von autonomen Fahrzeugen von einer Verlagerung von 10-20% ausgegangen wird. In Städten hat das autonome Pooling-System aber auch Potenziale ca. 8% der Fahrten von dem privaten Pkw auf die Pooling-Dienste zu verlagern.

Verkehrsleistung: Einsparungen in der Verkehrsleistung könnten durch die Bündelung von Fahrten und durch die Verlagerung von privaten Pkw Fahrten auf autonome Ridepooling-Dienste entstehen. Werden allerdings Fahrten vom Umweltverbund verlagert, so wird die Pkw-Fahrleistung ansteigen. Sinkende Fahrtkosten könnten dazu führen, dass die Verkehrsleistung bis 2050 um bis zu 150% steigt. Dieser Mehrverkehr würde durch eine Verlagerung von anderen Verkehrsmitteln wie dem öffentlichen Nahverkehr oder aktiver Mobilität auf das Auto entstehen. (NABU 2019) In einem Szenario für Deutschland 2035 wird davon ausgegangen, dass die Fahrleistung um 10% gegenüber dem Referenzszenario ansteigen wird. Dieses Wachstum lässt sich auf Verlagerungen vom Umweltverbund auf das Auto begründen (Fraedrich et al. 2017, PTV 2020). Eine Szenario-Studie von OECD/ ITF (2015) kommt zu dem Ergebnis, dass bei einem autonomen Ridepooling die gefahrenen Autokilometer um etwa 6% zunehmen würden, bei autonomen Ridehailing würden sich die gefahrenen Autokilometer sogar fast Verdoppeln (+89%).

Energieverbrauch. Aufgrund einer steigenden Fahrleistung z.B. durch induzierte Verkehre, Leerfahrten und längere Wegstrecken wird von einem bis zu 50 bis 60 Prozent höherer Energiebedarf gegenüber dem heutigen Stand ausgegangen. Die Energieersparnis von 10 bis 20% durch eine energieeffizientere Fortbewegung von automatisierten Fahrzeugen wird hierbei überkompensiert, sowohl durch die zusätzlichen Fahrleistungen sowie durch energieintensive Technik im Fahrzeug, die zusätzlichen Energieverbrauch in Höhe von 4 bis 15% erwarten lässt. (Agora Verkehrswende 2020)

Reduktion der Fahrzeugflotte. Modellrechnungen zeigen, dass Ridepooling-Fahrzeuge das tägliche Fahrtenaufkommen von bis zu elf privaten Fahrzeugen übernehmen können – ohne Einschränkungen in der Mobilität (Agora Verkehrswende 2020). Bratzel und Thömmes (2018) leiten aus verschiedenen Studien ab, dass durch autonome Pooling-Dienste nur etwa 10 bis 30% des heutigen Fahrzeugbestandes notwendig wäre, ohne dass es Einschränkungen in der Mobilität gäbe. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass zwischen 2020 und 2030 ein Rückgang des Fahrzeugbestandes um 25% durch autonome Fahrdienste zu erwarten ist. (Bratzel und Thömmes 2018) Modellrechnungen für Austin in Texas ergaben, dass ein geteilt genutztes autonomes Fahrzeug zwischen 10 und 13 Fahrzeugen ersetzen könnte und 49% der Fahrten gemeinsam genutzt werden. Eine Studie aus New York stellte heraus, dass geteilt genutzte autonome Fahrzeuge die Flottengröße um 59% reduzieren könnte. Eine weitere Studie aus New York ergab, dass die bestehende Taxiflotte von 13.000 Fahrzeugen in New York durch 2.000 bis 3.000 geteilte autonome Fahrzeuge mit Kapazitäten von 4 bzw. 10 Fahrgästen ersetzen könnte. OECD und ITF (2015) ermittelten für ein autonomes Pooling System, dass nur 10% der heutigen Autoflotte erhalten bleibt, 65% weniger Fahrzeuge während der Hauptverkehrszeit genutzt werden und die gefahrenen Fahrzeugkilometer um 9% zunehmen würden. Bei einem autonomen Ridehailing-System würde die Mobilität mit ca. 20% der heutigen Autoflotte erhalten bleiben, es würden 23% weniger Fahrzeuge während der Hauptverkehrszeiten genutzt, jedoch würden die gefahrenen Fahrzeugkilometer um 103% zunehmen. (OECD/ ITF 2015)

Für Deutschland berechnet Fraedrich et al. 2017, dass sich für 2035 eine notwendige Flottengröße von 300.000 autonomen Fahrzeugen ergeben würde, um die Mobilität aufrecht zu erhalten..

Kostenreduktion: Im Idealfall werden Ridepooling-Dienste für nachfrageschwache Zeiten und Regionen als Ergänzung zum ÖPNV angeboten. Der Zielkonflikt zwischen einem ausreichenden Angebot und hohen Personalkosten bei Bedarfsverkehr wurde zuvor bereits erläutert. Autonome Fahrzeuge könnten hierbei zum „Gamechanger“ werden. Durch autonome Fahrzeuge würde der zentrale Kostentreiber – das Fahrpersonal - entfallen. Bei herkömmlichen Taxis machen die Personalkosten etwa 50 bis 60% der Kosten aus (Bratzel und Thömmes 2018). Entfällt dieser Kostentreiber, so könnten On-Demand-Dienste auch in nachfrageschwachen Zeiten und Regionen wirtschaftlicher betrieben werden. Die Kosten pro Kilometer für den Nutzer könnten durch den Wegfall der Fahrpersonalkosten deutlich sinken. Es wird um eine Kostenreduktion um den Faktor 2 bis 8 gesprochen. Die günstigeren Preise könnten zu einer deutlich erhöhten Nachfrage führen. Die Fahrpreise könnten ohne Fahrpersonal um mindestens 50% sinken. (Transport and Environment 2019)

Zugewinn von öffentlichem Raum: OECD und ITF (2015) ermittelten in ihren Szenariorechnungen, dass bei autonomen On-Demand-Diensten alle Parkplätze auf der Straße sowie 80% der privaten Parkplätze entfernt werden könnten und die Flächen entsprechend anderweitig genutzt werden können.

Die Darstellung der Chancen, Risiken und Potenziale zeigt, dass autonome Fahrzeuge die Wirtschaftlichkeit von On-Demand-Verkehr grundsätzlich deutlich erhöhen und damit ein insgesamt größeres On-Demand-Angebot und eine erhöhte Nachfrage erwarten lassen: Der deutlich kostengünstigere Betrieb lässt niedrigere Nutzungspreise privater On-Demand-Angebote erwarten, was die Nachfrage stärken dürfte. Und da autonome Angebote als Teil des ÖPNV eher kostendeckend betrieben werden könnten, lässt dies eine Ausweitung des Angebots erwarten – bis hin zur Möglichkeit eines flächendeckend verfügbaren „Haustüranschlusses“ Mobilität.

Je nach Ausprägung der On-Demand-Angebote kann dies konträre Effekte auf Verkehrsvolumen und Modal Split haben: Autonome Ridehailing-Angebote und nicht mit dem ÖPNV integrierte Ridepooling-Angebote könnten zusätzliche verkehrsinduzierende Wirkungen haben und den ÖPNV noch stärker kannibalisieren. Dagegen besteht andererseits durch ÖPNV-integrierte und mit diesem komplementäre Angebote das Potenzial, die Attraktivität des Umweltverbundes stark zu erhöhen, so dass in höherem Maße MIV auf gebündelte Verkehre verlagert wird.

Insgesamt sind also positive Effekte auf Verlagerung und Energieeffizienz im Verkehrssystem vor allem dann zu erwarten, wenn durch Regulierung und lokale Planung eine differenzierte Steuerung der Verkehrsangebote ermöglicht wird. Im Schlussteil des Papiers werden Voraussetzungen hierfür benannt.

6 Fazit

6.1 Voraussetzungen für die Nutzung von On-Demand-Diensten mit positiven Verlagerungseffekten

Basierend auf den Chancen, Risiken und Potenzialen von Ridehailing und Ridepooling werden acht Voraussetzungen abgeleitet, um die Potenziale von On-Demand-Angeboten zu nutzen und Risiken zu minimieren:

Erzielen von hohen Pooling-Raten. Einsparpotenziale lassen sich erst dann realisieren, wenn möglichst hohe Pooling-Raten erreicht werden. Erst mit höheren Besetzungsgraden werden zusätzliche Fahrten eingespart, sodass auch die Personenverkehrsleistung reduziert werden kann. Daher ist Ridepooling im Vergleich zu Ridehailing zu bevorzugen. Ein direkter Anreiz für hohe Besetzungsgrade könnte auch im Ridehailing zur Stärkung der Pooling-Funktion führen.

Zugriff auf Daten der Mobilitätsangebote: Für die Kontrolle der Pooling-Quoten und weiterer Anforderungen an die On-Demand-Angebote ist ein einfacher Datenzugriff der Aufgabenträger/Genehmigungsbehörden notwendig.

On-Demand-Dienste als Ergänzung, nicht als Konkurrenz des ÖPNV. Bei der Ausgestaltung von On-Demand-Angeboten ist darauf zu achten, dass diese als Ergänzung zum ÖPNV fungieren und diesen nicht kannibalisieren. Um eine Konkurrenz auf Haupttrouten des ÖPNV zu vermeiden, besteht die Möglichkeit, das Bediengebiet von On-Demand-Diensten zu begrenzen. Die Nachfrage nach On-Demand-Diensten sollte überwiegend aus Verlagerung vom MIV rekrutiert werden. Um On-Demand-Dienste als Ergänzung zum bestehenden Nahverkehr zu etablieren, ist eine Integration notwendig, sodass ein möglichst nahtloser Wechsel möglich ist.

Ausbau vorhandener Angebote und Integration von Mobilitätsdiensten. Vorhandene Angebote im Nah-, Fuß- und Radverkehr müssen ausgebaut, die Qualität verbessert werden und mit neuen On-Demand-Angeboten verknüpft werden. Integrierte Informations- und Buchungsplattformen fördern die Verknüpfung der Angebote.

Preisgestaltung in Anlehnung an den ÖPNV mit Komfortzuschlag. Eine Integration der Ticketpreise ist ebenfalls empfehlenswert, wobei durch zusätzliche Komfortgewinne, wie eine Tür-zu-Tür Angebot auch Komfortzuschläge möglich sind.

Einheitliche Soziale Standards für ein Level Playing Field: Neben Standards für Barrierefreiheit und Umweltstandards der Fahrzeuge sind auch gemeinsame Regeln zur Bezahlung der Fahrer:innen dafür relevant, gleiche Chancen der verschiedenen Angebotstypen zu ermöglichen. Auch wenn sich Leerfahrten oder niedrige Pooling-Quoten negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken, darf dies nicht zum Nachteil der FahrerInnen werden. Um faire Arbeitsbedingungen für das Fahrpersonal zu schaffen, könnten die Rahmenbedingungen für ÖV-integrierte Linienbedarfsverkehre, private Bedarfsverkehre und Mietwagenverkehre entsprechend ergänzt werden.

Integrierte Mobilitätsplattform: Erfahrungen u.a. aus Helsinki und Vilnius zeigen, dass anbieterübergreifend integrierte Buchungs- und Informationsplattformen wesentliche Anreize für die kom-

fortable Gestaltung von Reiseketten im Umweltverbund einschließlich On-Demand-Angeboten bieten. Deren Aufbau und Regulierung könnte bundesweit koordiniert vorangetrieben werden.

6.2 Ergänzende Rahmenbedingungen für autonome On-Demand-Dienste

Die zuvor genannten Voraussetzungen gelten prinzipiell gleichermaßen für autonome On-Demand-Dienste. Darüber hinaus bieten die autonomen Dienste jedoch aufgrund der Einsparung von Fahrerkosten deutlich eher ein tragfähiges Geschäftsmodell.

Verstärkung der Effekte durch rentablere Geschäftsmodelle: Die stärkere ökonomische Tragfähigkeit der Geschäftsmodelle kann zu Ausweitung von Angeboten und Nachfrage führen, was die verkehrlichen Effekte jeweils verstärken kann – in beide Richtungen: Induzierte Verkehre, Kannibalisierung des ÖPNV und insgesamt geringere Fahrzeugbesetzungsgrade können bei autonomen Ridehailing-Angeboten oder nicht mit dem ÖPNV integrierten, wenig regulierten Ridepooling-Angeboten verstärkt auftreten. Auf der anderen Seite ist durch autonome Fahrzeuge ein flächenhaftes Angebot ÖV-integrierter Ridepooling-Dienste öffentlich finanzierbar, wodurch ein „Haustüranschluss Mobilität“ umsetzbar wird und für breite Nutzer:innengruppen eine Verlagerung vom MIV auf den Umweltverbund attraktiviert werden könnte.

Energieeffizienz für die Technologie im Fahrzeug: Für autonome Fahrzeuge ist für die Vernetzung und den Datenaustausch deutlich mehr Technologie im Fahrzeug notwendig, als bei herkömmlichen Fahrzeugen, was mit erhöhtem Energiebedarf einhergeht.

Niedrige, aber angemessene Fahrzeuganzahl: Auf der einen Seite sollte ein guter Service mit kurzen Wartezeiten gewährleistet sein, allerdings sollte dies nicht zu einem Überangebot an Fahrzeugen führen. Die Fahrzeuganzahl ist so zu bestimmen, dass Mobilitätsbedürfnisse mit der kleinsten Anzahl an notwendigen Fahrzeugen erfolgt.

7 Quellen und Literatur

Agora Verkehrswende (2020): Die Automatisierung des Automobils und ihre Folgen. Chancen und Risiken selbstfahrender Fahrzeuge für nachhaltige Mobilität. Online verfügbar unter <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/die-automatisierung-des-automobils-und-ihre-folgen/>

Balding, Melissa; Whinery, Teresa; Leshner, Eleanor; Womeldorff, Eric (2019): Estimated TNC Share of VMT in Six US Metropolitan Regions (Revision 1). Memorandum to Brian McGuigan, Lyft and Chris Pangilian, Uber. Fehr & Peers (Hrsg.) Online verfügbar unter: https://issuu.com/fehrandpeers/docs/tnc_vmt_findings_memo_08.06.2019

Baltic, Troy; Cappy, Alex; Hensley, Russell; Pfaff, Nathan (2019): How sharing the road is likely to transform American mobility. McKinsey. Online verfügbar unter <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-sharing-the-road-is-likely-to-transform-american-mobility>

BCS (2019): Mobility as a Service: Chance für die Verkehrswende, Herausforderung für die Partner des Umweltverbands, Positionspapier des Bundesverbandes Carsharing e.V. (bcs), Januar 2019. Online verfügbar unter <https://www.carsharing.de/themen/umweltverbund/mobility-as-a-service-chance-fuer-verkehrswende-herausforderung-fuer-partner>

BMUB (2016): Wirkung von E-Car Sharing Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil), Abschlussbericht aus dem FuE-Programm "Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), April 2016. Online verfügbar unter <https://www.erneuerbar-mobil.de/projekte/wimobil>

Bonus, Tabea und Schmettow, Martin und Grippenkoven, Jan und König, Alexandra (2018) Der tatsächliche Bedarf hinter bedarfsgesteuerten Angeboten: Analyse des Nutzenbeitrags von Eigenschaften des Bedienkonzepts von Mobility-on-demand Systemen. 26. Verkehrswissenschaftliche Tage, 14.-15-Mär. 2018, Dresden.

Bratzel, Stefan und Thömmes, Jürgen (2018): Alternative Antriebe, Autonomes Fahren, Mobilitätsdienstleistungen: Neue Infrastrukturen für die Verkehrswende im Automobilsektor. Schriften zu Wirtschaft und Soziales, No. 22. ISBN 978-3-86928-174-2. Heinrich-Böll-Stiftung. Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/180991>

Coulombel, Nicolas; Boutueil, Virginie; Liu, Liu; Vigié, Vincent; Yin, Biao (2019): Substantial rebound effects in urban ridesharing: Simulating travel decisions in Paris, France. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 71, 110–126. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.12.006>

Door-to-door (Hrsg.) (2021): Next Generation Ridepooling. How to leverage the full value of on-demand mobility. Whitepaper. Online verfügbar unter <https://door2door.io/wp-content/uploads/2021/02/door2door-Next-Generation-Ridepooling.pdf>

Fraedrich, Eva; Kröger, Lars; Bahamonde-Birke, Francisco; Frenzel, Ina; Liedtke, Gernot; Trommer, Stefan; Lenz, Barbara; Heinrichs, Dirk (2017): Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr. Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen. e-

mobil BW Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.). Online verfügbar unter https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie_AutomatisiertesFahren.pdf

Gies, Jürgen und Langer, Victoria (2021): Mit On-Demand-Angeboten ÖPNV-Bedarfsverkehre modernisieren. Werkstattbericht zu Chancen und Herausforderungen, Berlin 2021 (Difu-Sonderveröffentlichung). Online verfügbar unter <https://difu.de/publikationen/2021/mit-on-demand-angeboten-oepnv-bedarfsverkehre-modernisieren>

Giesel, Flemming und Nobis, Claudia (2016): The Impact of Carsharing on Car Ownership in German Cities. In: Transportation Research Procedia, 19, Seiten 215-224. Elsevier. mobil.TUM - International Scientific Conference on Mobility and Transport, 06.-07. Juni 2016, München, Deutschland. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.12.082

Haefeli, Ueli; Matti, Daniel; Schreyer, Christoph; Maibach, Markus (2006): Evaluation Car-Sharing. Schlussbericht September 2006.

Heinitz, Florian (2020): Potenziale und Hemmnisse für Pkw-Fahrgemeinschaften in Deutschland. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA TEXTE 216/2020. ISSN 1862-4804. Dessau-Roßlau, November 2020

KCW (2019): Perspektiven zur effizienten Nutzung von neuartigen Mobilitätsangeboten. Gutachten für Verbraucherzentrale Bundesverband. Online verfügbar unter https://www.vzbv.de/sites/default/files/20191001_gutachten_vzbv_final.pdf

Knie, Andreas; Ruhrort, Lisa; Gödde, Jan; Pfaff, Theresa (2020): Ride-Pooling-Dienste und ihre Bedeutung für den Verkehr. Nachfragemuster und Nutzungsmotive am Beispiel von „CleverShuttle“ – eine Untersuchung auf Grundlage von Buchungsdaten und Kundenbefragungen in vier deutschen Städten. WZB Discussion Paper No. SP III 2020-601. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin. Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/220020>

Liebchen, Christian; Lehnert, Martin; Mehlert, Christian, Schiefelbusch, Martin (2020): Ridepooling-Effizienz messbar machen. Betriebliche Effizienzgrößen für Ridepooling-Systeme. In: Der Nahverkehr, 38. Jahrgang, 2020, Heft 9, Seiten 18-21. Online verfügbar unter https://www.kcw-online.de/content/6-veroeffentlichungen/177-effizienz-von-ridepooling/dnv_2020_009_mehlert_etal_kcw-liz.pdf

Martinez, Luis Miguel und Viegas, Jose (2016): Shared Mobility Innovation for Liveable Cities. Technical Report. May 2016. DOI: 10.1787/5jlwvz8bd4mx-en.

NABU (2019): Ridesharing, Ridepooling – Neue Mobilitätsdienste im städtischen Raum. Kommentierung vor dem Hintergrund der bevorstehenden Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes. Online verfügbar unter <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/verkehr/auto/190923-nabu-hintergrundpapier-ridesharing.pdf>

ÖPNV Digitalisierungsoffensive Nordrhein-Westfalen und Kompetenzzentrum Digitalisierung NRW (2020): Analyse der Zukunftspotenziale von Ridepooling-Systemen in NRW. Januar 2020. Online verfügbar unter https://www.kcd-nrw.de/fileadmin/03_KC_Seiten/KCD/Newsletter/Gutachten_Zukunftspotenziale_Ridepooling_KCD_NRW.pdf

OECD/ITF (2015): Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic. Corporate Partnership Board Report. Online verfügbar unter <https://www.itf-oecd.org/urban-mobility-system-upgrade-1>

OECD/ITF (2017): Shared Mobility Simulations for Helsinki. Case-Specific Policy Analysis. Online verfügbar unter <https://www.itf-oecd.org/shared-mobility-simulations-helsinki>

PTV (2019): Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr. Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Auftragnehmer: PTV Transport Consult GmbH (PTV), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, M-Five GmbH. Online verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-575100.html>

Schaller, Bruce (2021): Can sharing a ride make for less traffic? Evidence from Uber and Lyft and implications for cities, *Transport Policy*, Volume 102, 2021, Seiten 1-10, ISSN 0967-070X, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.12.015>.

Schaller Consulting (2018): The New Automobility: Lyft, Uber and the Future of American Cities. Online verfügbar unter <http://www.schallerconsult.com/rideservices/automobility.htm>

Shaheen, Susan; Chan, Nelson; Gaynor, Theresa (2016): Casual Carpooling in the San Francisco Bay Area: Understanding User Characteristics, Behaviors, and Motivations. UC Berkeley: Transportation Sustainability Research Center. Online verfügbar unter <https://escholarship.org/uc/item/4dh2h0rf>

Tirachini, Alejandro (2020): Ride-hailing, travel behaviour and sustainable mobility: an international review. *Transportation* 47, 2020, Seiten 2011–2047. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10070-2>

Transport & Environment (2019): Less (cars) is more: how to go from new to sustainable mobility. Online verfügbar unter <https://www.transportenvironment.org/publications/less-cars-more-how-go-new-sustainable-mobility>

UBA (2015): Nutzen statt Besitzen: Neue Ansätze für eine Collaborative Economy, ISSN 1865-0538. 03/2015. Dessau-Roßlau, September 2015

UBA (2020): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität - RESCUE – Studie. 36/2019. ISSN 1862-4359. Dessau-Roßlau, November 2019

VCD (2018): On-Demand-Ridesharing: Nur als Teil des ÖPNV eine Chance für die Verkehrswende. VCD-Position 10/2018. Online verfügbar unter https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Oeffentlicher_Personennahverkehr/modern_und_digital/Position_On-Demand-Ridesharing.pdf

Weber, Manuela; Gsell, Martin; Fanderl, Nora; Krauß, Jennifer; Kern, Mira (2020): Mobilität 4.0 – Digitale Plattformen als Beitrag zur nachhaltigen Verkehrswende in Stadt und Land? Kurzpapier zur Analyse mobilitätsspezifischer digitaler Plattformsysteme. Zwischenergebnisse aus dem Projekt „regGEM:digital: Regionale Wertschöpfungs- und Nachhaltigkeitseffekte digitaler Plattformsysteme für zukünftige Grundversorgung von Ernährung und Mobilität, April 2020 Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/regGEM-digital-Mobilitaet.pdf>

Wenzel, Tom, Rames, Clement, Kontou, Eleftheria, and Henao, Alejandro. Travel and energy implications of ridesourcing service in Austin, Texas. United States: N. p., 2019. Web.
doi:10.1016/j.trd.2019.03.005.