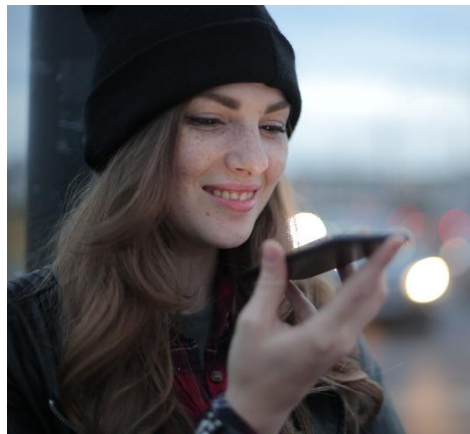


Elektrisch, vernetzt und nachhaltig? Diskurse zur Zukunft der Mobilität in Zeiten von Klimawandel und Digitalisierung

Impulspapier zur 3. Zukunftsplattform: „Mobilität der Zukunft“



Projektleitung: Prof. Dr. Jörn Hoppmann

Lehrstuhl für Management, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

E-Mail: joern.hoppmann@uol.de

Fördermittelgeber: Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur

Förderprogramm: „Zukunftsdiskurse“

Laufzeit: 1. September 2020 bis 31. März 2022

Förderkennzeichen: ZN3576

Oldenburg, den 30.10.2021

Einleitung

Die aktuellen gesellschaftlichen Megatrends „Klimawandel“ und „Digitalisierung“ erfordern und befördern einen fundamentalen Wandel in der Art, wie wir uns fortbewegen. Während beide Megatrends auch zukünftig besonders wichtige und herausfordernde Treiber des Wandels im Mobilitätssektor darstellen werden, wird in Unternehmen, der Öffentlichkeit und der Politik momentan kontrovers diskutiert, wie das Mobilitätssystem der Zukunft gestaltet werden sollte. Sowohl im Kontext des Klimawandels als auch der Digitalisierung haben sich hierbei eine Reihe an Debatten entwickelt, die bisher wenig zielgerichtet verlaufen, häufig einzelne Subaspekte eines Mobilitätssystems isoliert diskutieren und nicht selten sehr emotional geführt werden.

Vor diesem Hintergrund konnte dank finanzieller Förderung des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur das Projekt *„Elektrisch, vernetzt und nachhaltig? Diskurse zur Zukunft der Mobilität in Zeiten von Klimawandel und Digitalisierung“* durchgeführt werden. Ziel dieses Projekts ist es, eine Plattform für öffentliche Diskurse zum Thema „Mobilität der Zukunft“ zu schaffen, welche es verschiedenen Anspruchsgruppen ermöglicht, ihre Sichtweisen auf eine strukturierte Weise einzubringen und alternative Lösungskonzepte zu diskutieren, um auf diesem Wege einen Beitrag zur Versachlichung des gesellschaftlichen Diskurses zu leisten. Die ersten beiden Zukunftsplattformen zu den Themen „Mobilität in Zeiten des Klimawandels“ (Auftaktveranstaltung: „Zukunftsplattform I“) und „Mobilität in Zeiten der Digitalisierung“ (Halbzeitveranstaltung: „Zukunfts-

plattform II“) konnten bereits erfolgreich durchgeführt werden. Ziel der dritten, noch ausstehenden Zukunftsplattform ist es, auf den erarbeiteten Ergebnissen der beiden ersten Zukunftsplattformen aufzubauen und als integrierende Veranstaltung Wechselwirkungen zwischen den Megatrends „Klimawandel“ und „Digitalisierung“ sowie übergreifende Implikationen für die „Mobilität der Zukunft“ (Abschlussveranstaltung: „Zukunftsplattform III“) zu diskutieren.

In diesem Zusammenhang soll das vorliegende Impulspapier als Leitfaden für die Diskussionen in der Abschlussveranstaltung („Zukunftsplattform III“) zum Thema „Mobilität der Zukunft“ dienen. Das Impulspapier ist dabei so aufbereitet, dass es die Vielfalt der Positionen unterschiedlicher Anspruchsgruppen darstellt und unter Referenz auf die wissenschaftliche Diskussion mögliche Lösungswege mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen aufführt. Auf diese Weise liefert das Impulspapier nicht nur Ansatzpunkte für Diskussionen, sondern bietet auch eine wichtige Basis für Entscheidungsträger in Unternehmen und Politik, da das Papier es ihnen erlaubt, unterschiedliche Perspektiven in ihren Entscheidungen frühzeitig einzubeziehen.

Inhaltlich basiert das vorliegende Papier zum einen auf den Impulsvorträgen sowie den Diskussionsbeiträgen der ersten beiden Zukunftsplattformen zu den Themen „Mobilität in Zeiten des Klimawandels“ und „Mobilität in Zeiten der Digitalisierung“. Im Rahmen dieser Veranstaltungen konnten Kerstin Meyer (Projektleiterin Fahrzeuge und Antriebe, Agora Verkehrswende), Dr. Norbert Korallus (Leiter

Verkehrsplanung, Stadt Oldenburg), Dr. Stephan Krinke (Leiter Strategie und Programme, Generalsekretariat Nachhaltigkeit Volkswagen AG), Dr. habil. Weert Canzler (Co-Leiter Forschungsgruppe Digitale Mobilität und gesellschaftliche Differenzierung, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung), Maxim Nohroudi (CEO door2door und Vorstandsmitglied BITKOM) sowie Marion Jungbluth (Leiterin Team Mobilität und Reisen, Verbraucherzentrale Bundesverband) als Expert*innen für Impulsvorträge zu spezifischen Herausforderungen und möglichen Lösungsansätzen gewonnen werden. Unser ausdrücklicher Dank gilt an dieser Stelle allen Referent*innen und Teilnehmer*innen für ihre wertvollen Beiträge.

Darüber hinaus sind in die Ausarbeitung des Impulspapiers auch die zentralen Erkenntnisse aus 41 Experteninterviews eingeflossen, die geführt wurden, um (neue) Aspekte oder Ideen, die in den ersten beiden Zukunftsplattformen aufkamen, mit Expert*innen zu reflektieren und weiter zu vertiefen. Im Einklang mit dem übergeordneten Projektziel decken die Interviewpartner*innen eine große Bandbreite an Perspektiven, Hintergründen und Anspruchsgruppen ab. So wurden insgesamt 21 Interviews mit Expert*innen geführt, die in der Forschung, bei Unternehmensberatungen oder bei brancheninternen Verbänden an der Schnittstelle von Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Mobilitätssektor arbeiten. Ferner wurden weitere 20 Interviews mit Unternehmensvertreter*innen aus dem Mobilitätssektor durchgeführt, die sich allesamt auf die Umsetzung innovativer Mobilitätsangebote spezialisiert haben. Die Dauer der geführten Interviews variierte zwischen ca. 30 und 90 Minuten und belief sich im Durchschnitt auf etwa eine Stunde. Auch den Interviewten möchten wir

an dieser Stelle nochmals herzlich für Ihre Teilnahme sowie die vielen sehr spannenden Einsichten danken.

Das Impulspapier gliedert sich wie folgt. In Kapitel 2 werden zunächst die wichtigsten Positionen hinsichtlich der Zukunft der Mobilität in Zeiten des Klimawandels dargestellt und daran anknüpfend mögliche Lösungsansätze herausgearbeitet. Der Fokus liegt hierbei auf den zentralen Debatten zu alternativen Antriebskonzepten (Kapitel 2.1) sowie alternativen Transportmitteln und den notwendigen Veränderungen einer zukünftigen Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 2.2). Analog zu Kapitel 2 werden im dritten Kapitel die wichtigsten Positionen hinsichtlich der Zukunft der Mobilität in Zeiten der Digitalisierung dargestellt und im Anschluss mögliche Lösungsansätze abgeleitet. Thematisch fokussiert Kapitel 3 auf die Debatten zu digitalen Produkten und Geschäftsmodellen (Kapitel 3.1) sowie den Umgang mit Mobilitätsdaten (Kapitel 3.2). Das Impulspapier schließt in Kapitel 4 mit einem kurzen Fazit, das die gewonnenen Erkenntnisse zur Gestaltung eines digitalen und nachhaltigen Mobilitätssektors zusammenführt und erste, übergreifende Implikationen für die „Mobilität der Zukunft“ ableitet. Aus Gründen der komprimierten Darstellung und besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf Quellenverweise zu den jeweiligen Impulsvorträgen, Diskussionsbeiträgen und Transkripten verzichtet.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre des Impulspapiers.

Im Namen des Projektteams

Prof. Dr. Jörn Hoppmann

Diskurse zur Zukunft der Mobilität in Zeiten des Klimawandels

Der Mobilitätssektor ist für rund ein Viertel der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich – mit steigender Tendenz. Diese Entwicklung steht offensichtlich im diametralen Widerspruch zur Notwendigkeit, die globalen CO₂-Emissionen innerhalb weniger Jahre drastisch zu reduzieren, um die potentiell katastrophalen Auswirkungen des globalen Klimawandels zu minimieren. Auch in Deutschland konnte der Verkehrssektor in den letzten 25 Jahren nicht zur absoluten Treibhausgas-Minderung beitragen, sodass der Verkehrssektor durchaus als ein Sorgenkind des deutschen Klimaschutzes bezeichnet werden kann. Um die CO₂-Minderungsziele für den Verkehr in Deutschland bis 2030 – gemäß des Klimaschutzplans der Bundesregierung – noch zu erreichen, muss die Stagnation des Emissionsniveaus der Jahre 2005-2018 in eine jährliche Minderung von über 3% p.a. umgewandelt werden. Für den Mobilitätssektor ergibt sich folglich die dringende Anforderung, die Art wie wir uns fortbewegen, radikal zu ändern.

Auf der regulativen Ebene deuten jüngere Entwicklungen in der Tat darauf hin, dass die Notwendigkeit, eine Verkehrswende herbeizuführen auch zu politischen Entscheidungsträger*innen durchgedrungen ist. So wurden in den vergangenen Jahren auf europäischer, nationaler und kommunaler Ebene eine Reihe wichtiger regulatorischer Maßnahmen eingeführt. Beispielhaft kann an dieser Stelle auf die EU Flottenemissionsstandards, Anreize für Elektromobilität oder die CO₂-Bepreisung

von Flügen verwiesen werden. Parallel zu diesen regulatorischen Entwicklungen, wächst in Zeiten von Fridays for Future auch in der Bevölkerung das Bewusstsein für die mit verschiedenen Transportmitteln verbundenen Umweltbelastungen.

In ihrer Gesamtheit haben diese Entwicklungen dazu geführt, dass insbesondere im Automobilbereich, aber auch in der Schiff- und Luftfahrt neue Antriebskonzepte als Alternative zu Verbrennungskraftmotoren diskutiert und entwickelt werden, Vor- und Nachteile von Alternativen zum dominierenden Fortbewegungsmittel Automobil in der öffentlichen Diskussion zunehmend in den Fokus geraten und, damit einhergehend, Forderungen nach einer radikalen Änderung der Verkehrsinfrastruktur lauter werden. Im Folgenden soll detailliert dargestellt werden, welche Fragen, Positionen und Handlungsbedarfe für die beiden Teilbereiche „Antrieb der Zukunft“ und „Alternative Transportmittel und Infrastruktur“ im Rahmen des Projekts identifiziert werden konnten. Abbildung 1 fasst die wichtigsten Aspekte überblicksartig zusammen.

Der Antrieb der Zukunft: Positionen und Lösungswege

Da Fahrzeuge mit fossilem Verbrennungsmotor zu einem bedeutenden Teil zu den derzeitigen Klimaemissionen des Transportsektors beitragen, ist auf gesellschaftlicher Ebene eine kontroverse Debatte darüber entbrannt, inwiefern alternative Antriebe und

	Antrieb der Zukunft	Alternative Transportmittel und Verkehrsinfrastruktur
Wichtige Fragen	Womit werden Fahrzeuge in Zukunft angetrieben? Batteriebetriebene Elektromotoren? Brennstoffzellen? Biokraftstoffe? Synthetische Kraftstoffe?	Wie können Alternativen zum Automobil als dominantem Transportmittel gefördert werden?
Identifizierte Positionen	Antriebsarten weisen spezifische Vor- und Nachteile auf, es besteht aber weitgehender Konsens, dass sich im Personenkraftverkehr batteriebetriebene Elektrofahrzeuge durchsetzen werden und Wasserstoff vor allem in Nischenanwendungen eine Rolle spielen wird	Automobil wird vor allem durch kulturelle Normen sowie Akteure, die direkt oder indirekt von der Produktion und Nutzung des Autos (finanziell) profitieren, gestützt, während Mobilitätsforschung sowie Stadt- und Raumplanung Abkehr von automobilier Mobilität fordern
Identifizierter Handlungsbedarf	Noch stärkere Anstrengungen zur Förderung von Nachhaltigkeit entlang der gesamten Elektromobilitäts-Lieferkette (insbesondere in Hinblick auf Rohstoffextraktion und Batterierecycling)	Stärkung alternativer Transportmittel und Reduktion von Autos (z.B. durch Carsharing) erfordert gezielte politische Förderung, neue, ganzheitliche Ansätze in der Stadtplanung (die über Mobilität hinausgehen) und wirksame Partizipationsmöglichkeiten

Abbildung 1: Fragen, Positionen und Handlungsbedarf für die beiden Teilbereiche „Antrieb der Zukunft“ und „Alternative Transportmittel und Infrastruktur“

Kraftstoffe dazu beitragen könnten, die mit dem Verkehrssektor verbundenen Emissionen zu senken. Im Kontext alternativer Antriebe konzentriert sich die Debatte stark auf das Thema Elektromobilität – insbesondere auf die unterschiedlichen Vor- und Nachteile batterie- oder wasserstoffbetriebener Elektromotoren. Der zentrale Unterschied besteht hierbei in der Art der Energiespeicherung. Während das batteriebetriebene E-Fahrzeug Strom lädt und diesen in einem Akku speichert, wird bei wasserstoffbetriebenen E-Fahrzeugen Wasserstoff getankt und über eine Brennstoffzelle elektrische Energie für den Antrieb erzeugt. Die Debatte zu alternativen Kraftstoffen fokussiert auf die Potenziale und Grenzen biogener und synthetischer Kraftstoffe. Während „klassische“ Kraftstoffe primär aus Erdöl hergestellt werden, werden Biokraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Mais, Raps, Zuckerrohr) aber auch aus Rest- und Abfallstoffen (z.B. Gülle, Altspeiseölen) gewonnen. Synthetische Kraftstoffe werden hingegen chemisch hergestellt bzw. synthetisiert und ersetzen z.B. Erdöl als Rohstoffquelle durch Biomasse, Industrieabgase oder eine Kombination aus Kohlendioxid, Strom und Wasser („Power-to-Liquid-Verfahren“).

Die alternativen Antriebe und Kraftstoffe sind jeweils mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen verbunden. Der zentrale Vorteil der Elektromobilität ist, dass Elektrofahrzeuge in der Nutzungsphase auf lokaler Ebene keine Emissionen produzieren und dadurch über die Lebensdauer eines Automobils gesehen insgesamt geringere CO₂-Emissionen verursachen. Allerdings sind sie im Herstellungsprozess sehr energie- und ressourcenintensiv. Insbesondere für den Fall, dass Elektrofahrzeuge unter Verwendung von Kohleenergie produziert werden, schneiden Elektrofahrzeuge bezüglich der herstellungsbezogenen CO₂-Emissionen in der Regel schlechter ab als Verbrennungskraftfahrzeuge. Gegenwärtig erweist sich daher erst im Verlauf der Lebensfahrleistung die CO₂-Bilanz von E-Autos – sowohl mit Batterie als auch mit Brennstoffzelle – gegenüber Verbrennerfahrzeugen als vorteilhaft.

In Hinblick auf die Frage, ob bei einer Umstellung auf Elektromobilität batterie- oder wasserstoffbetriebene Fahrzeuge zum Einsatz kommen sollten, weisen beide Konzepte spezifische Vor- und Nachteile auf. Ein wichtiger Vorteil batterieelektrischer Fahrzeuge ist, dass sie die beste Energiebilanz („Well-to-“

Wheel“) und CO₂-Bilanz über den Lebenszyklus („Cradle-to-grave“) im Vergleich aller Antriebskonzepte (Benzin, synthetische Kraftstoffe, Gas, Brennstoffzelle, Plug-in-Hybrid) aufweisen. Zu ihren Nachteilen zählt (gegenwärtig noch) die Akkukapazität, die zusammen mit dem Stromverbrauch des Elektroantriebs die Fahrzeugreichweite bestimmt. Nach Herstellerangaben für das Jahr 2019 lag die durchschnittliche Reichweite einer Batterieladung aller Elektrofahrzeuge in Deutschland bei 324 km – und somit deutlich unter der Reichweite von Verbrennungskraftfahrzeugen. Ein weiterer Nachteil besteht in der häufig noch unzureichenden Ladeinfrastruktur, insbesondere im Hinblick auf die Anzahl und Verteilung von Ladesäulen, deren Benutzerfreundlichkeit sowie die Ladedauer. Ferner werden zur Herstellung von Batterien seltene Erden wie Kobalt benötigt, die in Regionen, wie z.B. dem Kongo, zum Teil unter schlechten Arbeitsbedingungen abgebaut werden. Neben sozialen Problemstellungen wirft die Batterieherstellung und -entsorgung aber auch ökologische Fragestellungen auf. Zum einen kann kritisch hinterfragt werden, ob bzw. inwieweit eine grüne Zukunft der Mobilität in einer Antriebsform liegen kann, die intensiv auf endliche Rohstoffe (z.B. Lithium, Graphit, Kupfer, Kobalt, Nickel) zurückgreift. Außerdem fehlt es bisher an Prozessen, die es ermöglichen, die Batterien am Ende ihres Lebenszyklus wieder zu verwenden oder klimagerecht zu entsorgen. So wurden im Jahr 2018 in der EU lediglich 5% der Batteriezellen recycelt. Es ist jedoch wichtig zu erwähnen, dass sowohl das Problem endlicher Rohstoffe als auch des Recyclings von der Industrie früh erkannt wurden, sodass in den vergangenen Jahren viele Forschungsprogramme und Initiativen gestartet wurden, die darauf abzielen, seltene Erden (wie z.B. Lithium) durch besser verfügbare Rohstoffe zu ersetzen und ein umfassendes Batterierecycling einzuführen. Darüber hinaus dürfen bei der Beurteilung der Nachhal-

tigkeit von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen die Emissionen bei der Stromerzeugung im Kraftwerk nicht außer Acht gelassen werden, da die CO₂-Bilanz der Fahrzeuge maßgeblich vom tatsächlich geladenen Strom abhängig ist. Umgekehrt verbessert sich mit einem steigenden Anteil regenerativer Energien im Strommix die Bilanz weiter zugunsten batteriebetriebener E-Fahrzeuge.

Im Gegensatz zu batterieelektrischen Fahrzeugen stellt die Ressourcenproblematik beim Wasserstoffantrieb keinen Problemkreis dar, da Wasserstoff in unendlicher Menge verfügbar ist. Weitere Vorteile von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen liegen in der hohen Reichweite sowie der schnellen Betankung (3-5 Minuten). Auch für Wasserstofffahrzeuge fehlt momentan jedoch eine flächendeckende Tankinfrastruktur. So war Deutschland im Jahr 2020 laut dem europäischen Automobilverband ACEA Spitzenreiter in Europa bezüglich der Anzahl von Wasserstofftankstellen – mit lediglich 83 Tankstellen. Der zentrale Nachteil eines wasserstoffbetriebenen E-Fahrzeugs ist jedoch in der Ineffizienz der Brennstoffzelle begründet, da bei der Elektrolyse von Wasserstoff große Mengen an Energie aufgewendet werden müssen. Während batteriebetriebene E-Autos (modellabhängig) auf einen Wirkungsgrad von 70-80% kommen, liegt dieser beim wasserstoffbetriebenen E-Auto bei lediglich 25-35%, sodass das batteriebetriebene E-Autos um ein Mehrfaches effizienter ist.

Im Vergleich mit Elektrofahrzeugen haben mit biogenen und synthetischen Kraftstoffen betankte Fahrzeuge den Vorteil, dass es für ihre stärkere Nutzung prinzipiell keiner radikalen Transformation der Automobilindustrie und (Lade-)Infrastruktur bedarf, da weiterhin Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen. Allerdings bergen Biokraftstoffe das Problem, dass landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von Lebensmitteln in Zukunft für den Anbau von Kraftstoffen verwendet werden, was mit der Gefahr einer Verteuerung

von Lebensmitteln, steigenden Pachtpreisen und Monokulturen einhergeht. Der wesentliche Nachteil synthetischer Kraftstoffe liegt in deren Ineffizienz – ein Ergebnis der vielen und aufwendigen Schritten bei der Kraftstoffherstellung. Aktuell liegt der Wirkungsgrad vieler synthetischer Kraftstoffe lediglich bei um die 15%. Wie bei fossilen Kraftstoffen fallen bei Fahrzeugen, die mit biogenen oder synthetischen Kraftstoffen betankt werden, zudem lokale Emissionen an.

Auch wenn es divergierende Sichtweisen auf die verschiedenen Alternativen – samt ihrer Vor- und Nachteile – gibt und die Alternativen häufig kontrovers diskutiert werden, konnten im Zuge dieses Forschungsprojekts auch dominante Positionen hinsichtlich des Antriebs der Zukunft identifiziert werden. Weitgehender Konsens besteht zum einen dahingehend, dass sich die Elektromobilität als klimafreundlichere Alternative zu Fahrzeugen mit fossilem Verbrennungsmotor durchsetzen wird. Darüber hinaus kristallisierte sich heraus, dass batteriebetriebene E-Fahrzeuge als Hauptzugpferd des Personenverkehrs fungieren werden, wohingegen Wasserstoff eher für Nischenanwendungen zum Einsatz kommen wird. Hierzu zählen insbesondere Anwendungen mit hoher täglicher Fahrleistung, der Schwerlastverkehr (z.B. LKWs, Busse) sowie der Flug- und Schiffsverkehr. Diese dominanten Positionen werden sowohl von der Automobilindustrie als auch von der Politik eingenommen. So fokussieren die großen Automobilhersteller wie VW, Toyota oder Daimler ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eindeutig sehr stark auf batterieelektrische Antriebe während Wasserstoffantriebe zwar weiterhin, aber in einem erheblich kleineren Rahmen, verfolgt werden. Die Dominanz von batterie gegenüber wasserstoffbetriebenen E-Fahrzeugen stellt auch in der politischen Parteilandschaft einen breiten Konsens dar, auch wenn das Thema Wasserstoff mit der Dekarbonisierung von Industrieprozessen (z.B. Stahlherstellung) stark an Aufmerksamkeit

gewonnen und den Weg in die Wahlprogramme mehrerer Parteien gefunden hat.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Vor- und Nachteile, die mit den zentralen Antriebs- und Kraftstoffalternativen verknüpft sind, sowie der weitläufig geteilten Einschätzung, dass sich insbesondere die batteriebetriebene Elektromobilität am Markt durchsetzen wird, können die folgenden Lösungsansätze abgeleitet werden. Erstens bedarf es noch stärkerer Anstrengungen zur Förderung von Nachhaltigkeit entlang der gesamten Elektromobilitäts-Lieferkette. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die für Batterien benötigten Rohstoffe, die größtenteils in Entwicklungs- und Schwellenländern abgebaut werden. Einerseits bietet der Handel von Rohstoffen den Ländern des globalen Südens die Möglichkeit, durch die generierten Einnahmen, die Lebensbedingungen der eigenen Bevölkerung erheblich zu verbessern. Andererseits zeigt die Realität, dass der Abbau von Rohstoffen der E-Mobilität mit vielfältigen nachhaltigkeitsrelevanten Herausforderungen und Problemen einhergeht. Damit die E-Mobilität in Zukunft aber tatsächlich ihr volles Potenzial zur Emissionsreduzierung im Verkehrssektor ausschöpfen kann, muss sie auch auf einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz fußen. Die Förderung – oder zumindest Billigung – schwerwiegender sozialer und ökologischer Missstände in rohstoffproduzierenden Ländern steht einer solchen Akzeptanz eindeutig entgegen. Zwingend notwendig ist daher, dass der Rohstoffabbau für die E-Mobilitätswende unter Einhaltung von sozialen und ökologischen Standards erfolgt. Gefragt sind in diesem Zusammenhang nationale und internationale Regierungen, eine noch stärkere Zusammenarbeit zwischen rohstoffexportierenden und -importierenden Ländern aber auch die Automobilindustrie selbst, die ihre Lieferanten nach hohen Umwelt- und Sozialstandards aussuchen und dahingehend verpflichten muss. Während viele Automobilhersteller bereits erste Initiativen gestartet haben, so besteht hinsichtlich

der flächendeckenden Umsetzung und Kontrolle der Umwelt- und Sozialstandards noch Verbesserungsbedarf.

Ein zweiter Lösungsansatz besteht darin, die E-Mobilität noch stärker nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zu gestalten. Auch hier kommt der Antriebsbatterie eine zentrale Rolle zu, da in einer üblichen Mittelklassewagen-Batterie mit 30 kWh Leistung, rund 11 kg Mangan, 4,5 kg Lithium und jeweils 12 kg Kobalt und Nickel verbaut sind. Antriebsbatterien, die nicht mehr leistungsfähig genug für den Fahrzeugeinsatz sind, verfügen aber immer noch über einen Energieinhalt von 70-80% ihrer ursprünglichen Kapazität. Vor dem Recycling von E-Auto-Akkus bietet sich daher zunächst ihre weitere Verwendung im stationären Betrieb an, auch „zweites Leben“ („Second Life“) genannt. Gegenwärtig wird dieser Ansatz aber noch nicht flächendeckend, sondern lediglich „modellhaft“ (z.B. im BMW-Werk in Leipzig oder am Fährterminal im Hamburger Hafen), verfolgt – und dies obwohl das zweite Leben durchaus 10-12 Jahre währen kann. Neben der industriellen Nutzung bzw. Weiterverwendung eröffnen sich aber auch Anwendungspotenziale für private Haushalte. So reicht i.d.R. bereits ein einziger, ausrangierter Akku aus, um bei der Nutzung dezentraler erneuerbarer Energien den notwendigen Stromspeicherbedarf eines Familien-Haushalts abzudecken.

Bezüglich des Recyclings der Batteriematerialien ist nach heutigem Stand technisch deutlich mehr möglich als (momentan noch) regulativ gefordert. Allerdings sind die notwendigen Prozessschritte teilweise noch zu energieintensiv und teuer. Die starke Zunahme von Elektroautos ist aber zeitverzögert auch mit einer starken Zunahme an ausgedienten Elektroauto-Batterien verbunden, sodass Skaleneffekte – neben Rohstoffmangel und steigenden Rohstoffpreisen – klar für ein Batterie-Recycling als wirtschaftlich attraktives Zukunftsgeschäfts sprechen. Wichtige Impulse wird die Thematik auf EU-Ebene

voraussichtlich auch über die neue EU-Batterieverordnung erfahren, die bereits im Jahr 2022 in Kraft treten soll und einen wichtigen Beitrag zu mehr Ressourcenschonung und Recycling leisten soll.

Drittens bedarf es technologischer Weiterentwicklungen bei der Batteriekapazität und einem umfassenden Ausbau der Ladeinfrastruktur, um die Reichweite batteriebetriebener E-Fahrzeuge zu erhöhen und die „Reichweitenangst“ auf Kundenseite bzw. das verbreitete Klischee, dass E-Autos nur für kurze Strecken geeignet sind, wirksam zu entkräften. Die Entwicklung der durchschnittlichen Reichweite einer Batterieladung in den vergangenen Jahren stimmt optimistisch, dass das Reichweitenproblem in der Tat schon relativ kurzfristig gelöst werden kann. Prognostiziert wird, dass die durchschnittliche Batteriereichweite bis zum Jahr 2022 (2025) auf 504 (784) Kilometer ansteigen wird.

Alternative Transportmittel und Verkehrsinfrastruktur: Positionen und Lösungswege

Der Trend des Klimawandels ist nicht nur mit einer gesellschaftlichen Diskussion hinsichtlich alternativer Antriebskonzepte verbunden, sondern entfacht zunehmend auch eine Debatte über die Vorteilhaftigkeit verschiedener Transportmittel. Im Mittelpunkt dieses Diskurses steht die Rolle und Relevanz des Autos als Fortbewegungsmittel im Mobilitätssystem der Zukunft sowie die Frage, ob bzw. inwieweit alternative Transportmittel (z.B. Bahn, öffentlicher Nahverkehr, E-Scooter) des Individual- und öffentlichen Personenverkehrs eine taugliche Alternative zum Auto darstellen und dessen herausragende Stellung im Mobilitätssektor zu durchbrechen vermögen.

Im Projektverlauf wurde zum einen deutlich, dass in weiten Teilen der Gesellschaft immer noch starke Beharrungskräfte hinsichtlich der favorisierten Stellung des Autos wirken.

Grund hierfür ist insbesondere, dass die Automobilität die kulturelle Norm darstellt und ein signifikanter Anteil der Bevölkerung das Auto weiterhin als Statussymbol – und nicht nur als Mittel zum Zweck der Fortbewegung – und Inbegriff individueller Freiheit ansieht. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Debatte zu alternativen Transportmitteln nicht losgelöst von Fragen der Verkehrsinfrastruktur geführt werden kann, da die konkrete Ausgestaltung infrastrukturpolitischer Maßnahmen einen Umstieg auf andere Fortbewegungsmittel entscheidend fördern oder hemmen kann. So wird als Argument gegen einen Umstieg auf alternative Verkehrsmittel häufig direkt aufgeführt, dass insbesondere im ländlichen Raum einige Alternativen für viele Wege nicht in Frage kommen (Fahrrad, E-Scooter) oder nicht ausreichend ausgebaut sind (Bus, Bahn).

Vor dem Hintergrund der Debatte zu alternativen Transportmitteln und der Verkehrsinfrastruktur kristallisierten sich im Zuge des Projektverlaufs auch zwei dominante und durchaus gegensätzliche Positionen heraus. Beide Positionen können dabei spezifischen gesellschaftlichen Akteursgruppen zugeordnet werden, die sich bezüglich ihrer primären Aufgaben und Interessen substantiell unterscheiden. Auf der einen Seite stehen hier die Automobilkonzerne sowie Akteure, die direkt oder indirekt von der Produktion und Nutzung des Autos (finanziell) profitieren, und daher weiterhin auf Mobilitätskonzepte setzen, die sehr stark auf dem Auto basieren. Auf der anderen Seite stehen weite Teile der Mobilitätsforschung sowie der Stadt- und Raumplanung, die eine gegensätzliche Position einnehmen und sich für die sukzessive „Verbannung“ des Autos – insbesondere in urbanen Lebensräumen – aussprechen.

Neben ökologischen Argumenten verweist die Akteursgruppe der Mobilitätsforschung und Stadt- und Raumplanung dabei insbesondere auf die vielfältigen Probleme (z.B.

Lärm, Unfälle, Staus), die mit der Vereinnahmung des (städtischen) Raums durch das Auto einhergehen, sowie auf die negative Verkehrsspirale, die aus dem Kfz-Verkehr resultiert. Da der Kfz-Verkehr sehr flächenintensiv ist, steigt mit einer Zunahme des Kfz-Verkehrs nicht nur der Flächenverbrauch sondern auch der Verkehr generell, da die zu überbrückenden Distanzen steigen. Dies führt jedoch zu steigenden Emissionen und einer reduzierten Attraktivität des Fuß- und Radverkehrs, was wiederum die Attraktivität verkehrsbelasteter Wohngebiete reduziert und Entfernungen, zum Beispiel zwischen Wohnort und Arbeitsplatz, weiter vergrößert. Es folgt ein steigender Mobilitäts- und Transportbedarf, der wiederum in mehr Kfz-Verkehr mündet. Auch wenn die Mobilitätsforschung und Stadt- und Raumplanung dezidiert für die schrittweise Abkehr der autodominierten Mobilität in urbanen Räumen plädiert, herrscht Einigkeit darüber, dass dieser Transformationsprozess zwangsläufig konfliktbeladen und spannungsreich ist bzw. sein wird. Dies gilt sowohl im Hinblick auf die gesamtgesellschaftliche Akzeptanz, die es für eine entsprechende Transformation bedarf, als auch die Bereitschaft zur individuellen Verhaltensänderung.

Ausgehend von den im Forschungsprojekt generierten Erkenntnissen können, bezugnehmend auf die Themenkomplexe alternative Transportmittel und Verkehrsinfrastruktur, die folgenden Lösungsansätze zur Gestaltung einer klimafreundlicheren Mobilität abgeleitet werden. Zum einen kann festgehalten werden, dass die etablierten Automobilkonzerne derzeit (noch) nicht die Abkehr von der autobasierten Mobilität forcieren. Auch wenn die Automobilindustrie somit schwerpunktmäßig weiterhin auf Geschäftsmodelle setzt, in denen das Auto die zentrale Stellung einnimmt, kommen gleichwohl verstärkt Konzepte zum Einsatz, die immerhin die Belastungen der autobasierten Mobilität mildern. Beispielfhaft kann in diesem Zusammenhang auf das wachsende Engagement

der großen Automobilkonzerne im Bereich Carsharing verwiesen werden. So stehen hinter SHARE NOW (car2go & DriveNow), dem aktuell größten Carsharing-Anbieter in Deutschland nach Anzahl der Fahrzeuge, die Automobilkonzerne BMW und Daimler. Aus einer Klimaschutz-Perspektive sind derartige Engagements zu begrüßen, da Carsharing potentiell eine effizientere Auslastung von Fahrzeugen ermöglichen und somit einen wichtigen Beitrag für weniger Autos, geringere Emissionen, weniger Parkraumauslastung und, in Konsequenz, mehr Lebensqualität beitragen kann. Allerdings zeigen Studien, dass diese Effekte vor allem für stationsbasiertes Carsharing auftreten, während im Fall von Carsharing, bei welchem die Fahrzeuge im öffentlichen Raum geparkt werden, eine Reduktion des Verkehrsaufkommens derzeit nicht klar erwiesen ist.

Im Hinblick auf die langfristige, geschäftsstrategische Ausrichtung der führenden Automobilkonzerne können deren Tätigkeiten im Carsharing-Bereich durchaus als beginnende Transformation – weg vom Automobilhersteller hin zum kundenorientierten Mobilitäts- und Servicedienstleister – verstanden werden. Gleichzeitig ist der Carsharing-Bereich momentan für viele Unternehmen noch nicht profitabel, sodass gerade in den letzten Jahren eine Phase der Ernüchterung und Konsolidierung zu beobachten ist. Eine Wiederbelebung würde (analog der Förderung von Elektromobilität) ein stärkeres Eingreifen durch die Politik erfordern.

Ein zweiter Lösungsansatz liegt in der Notwendigkeit, dass auch seitens der öffentlichen Verwaltung die Rolle des Autos sowie möglicher Alternativen neu gedacht wird, da die Wahl des Transportmittels entscheidend von der Ausgestaltung der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur abhängig ist. So zeigen die Beispiele Freiburg (mit dem Stadtteil Vauban) und Heidelberg (mit der Bahnstadt), dass eine durchdachte Stadtplanung den Einwohnern erfolgreich Anreize bieten kann, vom

Auto auf andere Fortbewegungsmittel wie das Fahrrad oder den öffentlichen Nahverkehr umzusteigen. Die genannten Beispiele können interessierten Städten und Kommunen sicherlich als Inspiration und in Teilen auch als Blaupause zur Entwicklung und Umsetzung eigener Strategien und Maßnahmen dienen. Gleichwohl ist festzuhalten, dass die gegenwärtigen Herausforderungen im Kontext einer nachhaltigeren Verkehrsinfrastruktur weniger im Wissen als im politischen Handeln liegen. Damit die nachhaltige Transformation der Verkehrsinfrastruktur gelingen kann, muss diese einerseits als komplexe gesamtgesellschaftliche Aufgabe gedacht und verstanden werden und in Folge auch ganzheitlich adressiert werden, und zwar durch Strategien und Maßnahmen, die zielgerichtet aufeinander abgestimmt sind. Die Gestaltung einer nachhaltigeren Verkehrsinfrastruktur darf seitens der öffentlichen Verwaltung somit nicht isoliert als reine „Mobilitätsfrage“ beantwortet werden, sondern muss Zusammenhänge mit Fragen, Bedürfnissen und Herausforderungen aus anderen Bereichen (z.B. Wirtschaft, Raumordnung, Stadt- und Verkehrsplanung, Verkehrlenkung, Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Freizeit) explizit berücksichtigen. Andererseits wird diese Transformation zwangsläufig auch auf Widerstände treffen, sodass es auch Regulierung bedarf und unpopuläre Entscheidungen getroffen werden müssen (z.B. wenn im Rahmen der Erneuerung von Verkehrsinfrastruktur Anwohner-Parkplätze gestrichen werden). Notwendig sind in diesem Zusammenhang insbesondere Partizipationsverfahren, welche die Teilhabe und Beteiligung betroffener Bürger*innen ermöglichen, und somit positiv zur Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz von Maßnahmen beitragen. In diesem Zusammenhang müssen auch die vielen Vorteile, die sich aus einer nachhaltigeren Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur für die Betroffenen ergeben, klar kommuniziert und sichtbar gemacht werden, um (berechtigten) Vorbehalten wirksam begegnen zu können.

Diskurse zur Zukunft der Mobilität in Zeiten der Digitalisierung

Neben dem Klimawandel trägt auch der Megatrend der Digitalisierung zu einem fundamentalen Umbruch im Mobilitätssektor bei. Wie die durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderungen ist auch der digitale Wandel mit Entwicklungen verbunden, die in Wissenschaft und Öffentlichkeit kritisch diskutiert werden und neuer regulatorischer Maßnahmen bedürfen. So ergeben sich auf der einen Seite durch die Digitalisierung neue Produkte und Geschäftsmodelle, die es erlauben, mobilitätsbezogene Entscheidungen und Prozesse effizienter und kund*innenorientierter zu gestalten. Auf der anderen Seite geht die digitale Transformation des Mobilitätssektors aber auch mit Risiken und neuen Herausforderungen im Bereich des Datenschutzes und der Datensicherheit einher. Im Folgenden sollen, analog zur Beschreibung für den Bereich Klimaschutz, im Detail die wichtigen Fragen, Positionen und Lösungswege für die Teilbereiche „Digitale Mobilitäts-Produkte und -Geschäftsmodelle“ und „Umgang mit Mobilitätsdaten“ aufgezeigt werden, die im Rahmen des Projekts identifiziert wurden. Abbildung 2 fasst die wichtigsten Aspekte kurz zusammen.

Digitale Produkte und Geschäftsmodelle: Positionen und Lösungswege

Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung lässt sich auch im Verkehrssektor eine deutliche Zunahme an neuen, digitalen Produkten

und Geschäftsmodellen beobachten. Im Hinblick auf die involvierten und am Markt agierenden Unternehmen, können in diesem Zusammenhang zwei zentrale Positionen unterschieden werden. Auf der einen Seite stehen die etablierten Unternehmen, insbesondere Automobilkonzerne, die schwerpunktmäßig weiterhin sehr stark auf klassische Geschäftsmodelle und den Verkauf physischer Güter (z.B. Pkws) setzen – wenngleich auch diese Unternehmen den Wandel erkannt haben und verstärkt digitale Produkte und Geschäftsmodelle (z.B. App-basiertes Carsharing) anbieten bzw. verfolgen. Auf der anderen Seite stehen Start-up-Unternehmen, die Mobilität neu und breiter denken, und deren Geschäftsmodell nicht länger auf dem Verkauf physischer Güter, sondern auf der Bereitstellung digitaler Mobilitätsangebote und Plattformen, basiert.

Hinsichtlich der Akteursgruppe der Politik ist derzeit (noch) keine klare und einheitliche Position zu erkennen. Vielmehr kann ein breites Spektrum an unterschiedlichen Perspektiven und Interessen ausgemacht werden. Nicht selten steht die Politik digitalen Produkten und Geschäftsmodellen im Mobilitätssektor aber skeptisch oder zögerlich bis hin zu (tendenziell) ablehnend gegenüber. Dieser Umstand ist auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass diese Akteursgruppe oftmals noch in Kategorien klassischer ÖPNV-Angebote denkt und dem Thema Mobilität aus einer eher bürokratischen Perspektive begegnet.

	Digitale Mobilitäts-Produkte und -Geschäftsmodelle	Umgang mit Mobilitätsdaten
Wichtige Fragen	Wie können neue digitale Produkte und Geschäftsmodelle im Bereich der Mobilität so gefördert werden, dass sie zum Gemeinwohl beitragen?	Wie können Datenschutz und Datensicherheit so ausgestaltet werden, dass Verbraucher*innen-Interessen geschützt werden, ohne Innovation zu behindern?
Identifizierte Positionen	Während vor allem Start-ups und jüngere Nutzer*innen digitalen Geschäftsmodellen sehr offen gegenüberstehen, besteht angesichts offener arbeitsrechtlicher, ethischer und demographischer Fragen noch Skepsis in etablierten Unternehmen, der Politik und unter älteren Nutzer*innen	Es besteht weitgehender Konsens, dass Datenschutz Innovation nicht behindern muss, sondern über konsequenten und von Beginn an mitgedachten Datenschutz, digitale Mobilitätslösungen entwickelt werden können, die auch im internationalen Vergleich Wettbewerbsvorteile bieten
Identifizierter Handlungsbedarf	Kooperation zwischen Start-ups und der öffentlichen Verwaltung/Politik, um im realen Raum „experimentell“ zu lernen, welche digitalen Lösungsansätze sowohl mit marktwirtschaftlichen als auch mit gemeinwohlorientierten Zielsetzungen vereinbar sind	Sammeln und Kommunikation von Best-Practice-Beispielen und Standards, wie Mobilitätsdaten anonymisiert/geschützt und wie unabhängige Datenintermediäre eingesetzt werden können (siehe konkrete Empfehlungen von Verbraucher*innenschutzorganisationen)

Abbildung 2: Fragen, Positionen und Handlungsbedarf für die beiden Teilbereiche „Digitale Produkte und Geschäftsmodelle“ und „Umgang mit Mobilitätsdaten“

Die heterogene Sichtweise der Politik auf das Thema digitale Produkte und Geschäftsmodelle ist vor dem Hintergrund der vielen potenziellen Vor- und Nachteile, die mit der Digitalisierung des Verkehrssektor einhergehen, durchaus nachvollziehbar. Auf der einen Seite bieten digitale Technologien die Möglichkeit, neue Produkte und Geschäftsmodelle für den Mobilitätssektor zu entwickeln, die einen deutlichen Mehrwert für Kund*innen und die Gesellschaft insgesamt bieten. Große Potenziale bestehen beispielweise bezüglich einer effizienteren Auslastung physischer Kapazitäten (z.B. von Fahrzeugparks) sowie einer flexibleren und bedarfsgerechteren Bereitstellung von Mobilitätsangeboten. Die Nutzung digitaler Technologien erlaubt es darüber hinaus, autonome und vernetzte Fahrzeuge zu entwickeln, was die Möglichkeit bietet, gleichzeitig Verkehrsaufkommen, Staus, Emissionen und Unfallzahlen zu senken.

Auf der anderen Seite ist die zunehmende Digitalisierung des Verkehrssektors zweifelsohne auch mit potenziellen Nachteilen sowie einer ganzen Reihe noch offener Fragen und ungelöster Probleme verbunden. So stellt sich zum einen die prinzipielle Frage, ob es

überhaupt wünschenswert ist, dass privatwirtschaftliche Akteure mit dem ÖPNV konkurrieren und diesen in bestimmten Bereichen zurück- oder wohlmöglich sogar verdrängen. Diese Frage ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da privatwirtschaftliche Akteure eigene wirtschaftliche Interessen verfolgen und nicht primär im Sinne der öffentlichen Daseinsvorsorge agieren. Im Kontext der sogenannten Ride-Hailing-Dienste, die Privatpersonen die Möglichkeit bieten, auf digitalen Plattformen Mitfahrende zu finden und auf diese Weise zusätzliche Einkünfte zu generieren, sind einige Anbieter (z.B. Uber) bereits stark umstritten. Grund hierfür ist, dass diese Unternehmen als kommerzielle Anbieter in Konkurrenz zu Taxis treten, jedoch keine vergleichbaren arbeitsrechtlichen Standards bieten und damit zu einer Verbreitung von Niedriglohnarbeit beitragen. Der Trend des autonomen Fahrens wirft darüber hinaus wichtige ethische Fragen, wie zum Beispiel die Haftungsfrage, auf, die nach wie vor ungeklärt sind. Hinzu kommt, dass der Einsatz von autonomen Fahrzeugflotten, z.B. als Robotertaxis, potentiell zum Verlust einer Vielzahl von Arbeitsplätzen und damit zu ho-

hen volkswirtschaftlichen Kosten führt. Derzeit noch offen ist ebenfalls die Frage, ob bzw. inwieweit digitale Produkte und Geschäftsmodelle im Mobilitätskontext nur für urbane Lebensräume oder auch für ländliche Gebiete nutzbar sind. Gleiches gilt für die Frage, welche Altersstruktur digitale Mobilitätsangebote auf Seite der Nutzer*innen abbilden können – insbesondere im Hinblick auf ältere Generationen und Bevölkerungsgruppen mit wenig oder ohne digitalen Bezug.

Aufbauend auf den im Forschungsprojekt generierten Erkenntnissen, können die folgenden Lösungsansätze abgeleitet werden. Vor dem Hintergrund der vielfältigen Chancen, die sich aus der Digitalisierung für den Mobilitätssektor ergeben, sollten verstärkt Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Start-up-Unternehmen Anreize und Möglichkeiten bieten, innovative digitale Lösungen zu entwickeln und anzubieten. Vor dem Hintergrund der potenziellen Nachteile und Probleme, die mit einem stärker digitalisierten Mobilitätssektor einhergehen, sollte das „Feld“ der Mobilität Start-up-Unternehmen aber auch nicht unkontrolliert überlassen werden. Zielführend erscheinen in diesem Zusammenhang daher Kooperation zwischen Start-up-Unternehmen und Akteuren der öffentlichen Verwaltung, um im realen Raum „experimentell“ zu lernen, welche digitalen Lösungsansätze sowohl mit marktwirtschaftlichen als auch mit gemeinwohlorientierten Zielsetzungen vereinbar sind. Die Experimente würden es öffentlichen Akteuren auch erlauben, sich detaillierter mit digitalen Technologien auseinanderzusetzen und hierbei Wissen auf- und Berührungspunkte abzubauen. Ferner würden derartige Kooperationsformate den großen Vorteil bieten, unmittelbar und zielgerichtet regulatorisch gegensteuern zu können sobald die Interessen der öffentlichen Daseinsvorsorge nicht (mehr) adäquat berücksichtigt werden. In der Tat zeigen unsere Gespräche, dass viele Kommunen und Städte sich bereits auf den

Weg gemacht haben, um den Nutzen digitaler Lösungen für das öffentliche Verkehrsangebot auszuloten. Start-ups und andere Unternehmen scheinen die öffentlichen Verkehrsunternehmen und -verbände dabei durchaus als entscheidende Akteure wahrzunehmen. Wie mehrere unserer Gesprächspartner*innen betonten, besitzen letztere eine Art „Gatekeeper“-Funktion, d.h. kontrollieren den Zugang privatwirtschaftlicher Akteure zum Markt. Dies impliziert, dass es für eine stärkere Nutzung digitaler Lösungen sehr wichtig ist, in den öffentlichen Verkehrsunternehmen eine Offenheit für Innovationen zu erzeugen. Gleichzeitig sollte der Fokus auf Daseinsvorsorge beibehalten werden, um einen „Ausverkauf“ des Mobilitätsangebots an privatwirtschaftliche Akteure (insbesondere schnellwachsende digitale Plattformen mit hohem Profitinteresse) zu vermeiden.

Die Notwendigkeit einer engen Begleitung privatwirtschaftlicher Aktivitäten durch die Politik besteht auch im Bereich des autonomen Fahrens. Wie im Bereich digitaler Plattformen sollte hier auf eine Kooperation zwischen Unternehmen und öffentlicher Verwaltung gesetzt werden, um Herausforderungen früh zu erkennen und regulatorisch zu adressieren, ohne hierbei Innovationen zu verhindern. Die Frage, ob und wann sich autonomes Fahren in der Praxis etablieren wird, war unter den befragten Expert*innen stark umstritten. Während einige einen Durchbruch in naher Zukunft erwarteten, betonten andere, dass es sich bei den hohen Erwartungen der letzten Jahre um einen Hype handelte. Für letztere Einschätzung spricht, dass einige Automobilhersteller ihre Aktivitäten im Bereich des autonomen Fahrens in den letzten Jahren zurückgefahren haben und stärker auf Kooperation mit spezialisierten Unternehmen (z.B. Argo AI) statt auf unternehmensinterne Forschung und Entwicklung setzen.

Für Start-ups und andere privatwirtschaftliche Akteure im Mobilitätsbereich ergeben sich aus unserem Forschungsprojekt und den

dazugehörigen Diskussionen und Interviews zweigeteilte Implikationen. Zum einen eröffnet die Digitalisierung neue Geschäftsmodelle, die auf den ersten Blick sehr attraktiv erscheinen. So arbeiten viele Unternehmen an digitalen Mobilitätsplattformen, deren Idee es ist, dass die Unternehmen selbst über keine physischen Güter verfügen, sondern lediglich eine Plattform zur Verfügung stellen, über die Anbieter*innen und Nachfrager*innen verknüpft werden (sogenannter „asset-light“-Ansatz). Da nicht in physische Güter investiert werden muss, lassen sich Plattformansätze schnell skalieren (d.h. ausrollen) und versprechen hohe Renditen.

Angesichts der vorangehend beschriebenen Trends alternativen Transportmitteln und multimodaler Mobilität (d.h. der Verknüpfung verschiedener Transportmittel) scheinen diese Bemühungen durchaus vielversprechend und generieren einen potentiell hohen Mehrwert für Mobilitätsnutzer*innen. Zum anderen zeigten unsere Interviews mit Mobilitätsexpert*innen und Unternehmensvertreter*innen jedoch auch, dass die Umsetzung von Plattformansätzen im Mobilitätsbereich mit größeren Herausforderungen verbunden ist als z.B. in der Internetindustrie (Facebook, Google etc.). Im Mobilitätssektor lässt sich die eigentliche Beförderungsleistung nicht digitalisieren, sodass bei der Einführung von Plattformen technologische, regulatorische und soziale Einflussfaktoren zu beachten sind, die sich aus dem physischen Transportmittel ergeben. So zeigte unsere Analyse beispielsweise, dass die Einführung von digitalen Plattformen im Bahnverkehr aufgrund der hohen Kapitalintensität der Schienenfahrzeuge, starken Bedeutung zentraler Planung und komplexer Regulierung deutlich schwieriger ist als z.B. im Carsharing. Auch für sehr einfache Transportmittel wie z.B. E-Scooter oder Fahrräder lohnen sich digitale Plattformansätze allerdings häufig nicht. Dies liegt daran, dass sich die Transportmittel kostengünstig beschaffen lassen und bei der Nutzung häufig Beschädigungen auftreten, was

den Anreiz reduziert, durch Plattformansätze den Kauf physischer Güter zu vermeiden, und dazu führt, dass potentielle Anbieter*innen ihre Transportmittel auf der Plattform nur ungern anderen zur Verfügung stellen. In Verbindung mit der „Gatekeeper“-Funktion öffentlicher Unternehmen erklären diese Herausforderungen warum Plattformansätze im Mobilitätssektor bisher vor allem im Carpooling (z.B. Blabla-Car) und Fernbus-Bereich (z.B. Flixbus) zum Einsatz kommen. Start-ups sollten die Besonderheiten des Mobilitätssektors bei der Entwicklung digitaler Lösungen daher von Anfang an mitdenken und nicht der Illusion verfallen, dass die Einführung von Plattformen den gleichen Logiken folgt wie in anderen Sektoren.

Der Umgang mit Mobilitätsdaten: Positionen und Lösungswege

Eine wesentliche Besonderheit digitaler Produkte und Geschäftsmodelle besteht darin, dass sie auf der Gewinnung, Speicherung und Verarbeitung von Kund*innen-Daten beruhen. Die Nutzung dieser Daten erlaubt es Unternehmen, Kund*innen Produkte und Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen, die eng auf die jeweiligen Bedürfnisse zugeschnitten sind. So kann beispielsweise auf Basis der Nutzungsdaten von Elektrofahrzeugen der durchschnittliche Stromverbrauch im täglichen Gebrauch ermittelt und die nicht genutzte Batteriekapazität gegen Bezahlung der Fahrzeugbesitzer*innen zur Stabilisierung des Stromnetzes genutzt werden. Die digitale Transformation des Mobilitätssektors geht aber gleichzeitig auch mit Risiken und neuen Herausforderungen im Bereich des Datenschutzes und der Datensicherheit einher. So können Daten beispielsweise leicht zweckentfremdet und ohne explizite Einwilligung der Kund*innen verwendet werden können oder, im Falle von Hackerangriffen, sensible Daten an Dritte gelangen. Im Zuge des wachsenden Aufkommens

digitaler Geschäftsmodelle im Mobilitätssektor ist es daher nicht verwunderlich, dass zunehmend auch Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit diskutiert werden und in der jüngeren Vergangenheit erheblich an Bedeutung gewonnen haben. Nicht selten sind diese Fragen dabei auch Gegenstand kontrovers geführter Debatten.

Im Hinblick auf den gesellschaftspolitischen Diskurs zum Thema Datenschutz und -sicherheit (im Mobilitätssektor) stehen sich zwei dominante Positionen gegenüber, die auf den ersten Blick unvereinbar erscheinen. Die eine, unternehmensnahe Position weist mit Nachdruck darauf hin, dass digitale Geschäftsmodelle ohne die Gewinnung, Speicherung und Verarbeitung von Kund*innen-Daten keine Mobilitätslösungen anbieten können, die einen Mehrwert für Kunden*innen schaffen. Dieser Perspektive folgend wird ein zu restriktiver Datenschutz in der Regel als eines der zentralen Innovationshemmnisse im Bereich der Digitalisierung angeführt. Die andere, Verbraucherschutznahe Perspektive argumentiert hingegen, dass Datenschutz extrem wichtig ist, da Personen oftmals nicht wissen welche Daten sie wann überhaupt teilen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass die Datensammlung am Ende in einem Datenmonopol seitens des datensammelnden Unternehmens mündet.

Vor dem Hintergrund dieser beiden konfligierenden Positionen und der im Forschungsprojekt generierten Erkenntnisse können die folgenden Lösungsansätze abgeleitet werden. Zum einen kristallisierte sich heraus, dass die beiden zunächst gegensätzlich erscheinenden Positionen durchaus in Einklang miteinander gebracht werden können. So besteht weitgehender Konsens, dass das Thema Datenschutz und -sicherheit in einigen Fällen tatsächlich Innovationen be- oder sogar verhindern kann. Andererseits besteht auch weitgehender Konsens dahingehend, dass führende Unternehmen dieses Thema von Anfang an konsequent mitdenken. Wird

dieses getan, können digitale Mobilitätsangebote geschaffen werden, die nicht nur einen kurzfristigen Mehrwert für Kunden*innen bieten, sondern auch langfristig akzeptiert und genutzt werden, da es zu keinem „bösen Erwachen“ seitens der Kunden*innen kommt. Dieser Perspektive folgend stellt konsequenter Datenschutz weniger eine Barriere, sondern vielmehr die Grundlage einer erfolgreichen Entwicklung und Umsetzung innovativer, digitaler Geschäftsmodelle im Mobilitätssektor, dar. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Tatsache, dass die Frage nach dem Umgang mit Mobilitätsdaten auch international weiter erheblich an Bedeutung gewinnen und verstärkt regulativ begleitet werden wird. Für unternehmerische Akteure bietet sich folglich die Möglichkeit, über konsequenten und von Beginn an mitgedachten Datenschutz, digitale Mobilitätslösungen zu entwickeln, die auch im internationalen Vergleich Wettbewerbsvorteil bieten.

Als zweiter Lösungsansatz kann abgeleitet werden, dass die Sicherstellung von Datenschutz und Datensicherheit auf hohem Niveau schon heute möglich ist und somit nicht ein reines Zukunftsthema darstellt, das erst perspektivisch adressiert werden sollte. Unternehmen, die dem Thema proaktiv begegnen möchten, können sich in diesem Zusammenhang unter anderem an den konkreten Empfehlungen von Verbraucher*innenschutzorganisationen orientieren – z.B. hinsichtlich der Anonymisierung von Mobilitätsdaten, weiterführender Schutzkonzepte, die das Risiko einer De-Anonymisierung verringern, oder dem Einsatz von Datenintermediären, die unabhängig, neutral und ohne ein wirtschaftliches Eigeninteresse agieren. Wünschenswert und zielführend wäre es in diesem Kontext, die Bemühungen der Standard-Entwicklung weiter zu forcieren und, als zusätzliche Orientierungshilfe, unternehmerische Best-Practice-Beispiele noch stärker zu sammeln und zu teilen.

Fazit

Der Mobilitätssektor befindet sich derzeit in einem fundamentalen Wandel, der mit weitreichenden Auswirkungen für eine Vielzahl gesellschaftlicher Akteure einhergeht und daher in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert wird. Auch ist die Transformation des Mobilitätssektors noch keineswegs abgeschlossen, sodass die Frage, wie das Mobilitätssystem der Zukunft ausgestaltet werden sollte und welche Maßnahmen auf individueller, wirtschaftlicher und politischer Ebene notwendig sind, zu diesem Zeitpunkt sicherlich noch nicht abschließend beantwortet werden kann. Trotz der vielfältigen Alternativen, die gegenwärtig diskutiert, genutzt und (weiter-)entwickelt werden, und die jeweils mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen verbunden sind, kristallisieren sich in einigen Mobilitätsbereichen zunehmend favorisierte Lösungen heraus, die sich sukzessive am Markt etablieren. Somit wird von Akteuren – sowohl auf der Nachfrage- als auch auf der Angebotsseite – Mobilität teilweise schon heute neu und innovativ gedacht und gelebt.

Fest steht darüber hinaus, dass die beiden gesellschaftlichen Megatrends „Klimawandel“ und „Digitalisierung“ auch zukünftig besonders wichtige und herausfordernde Treiber des Wandels im Mobilitätssektor darstellen werden. Um diesen beiden Entwicklungen im Kontext des Mobilitätssektors erfolgreich begegnen zu können, ist es jedoch notwendig, dass beide Trends nicht losgelöst sondern zusammenhängend, und auf breiter gesellschaftlicher Akzeptanz aufbauend,

adressiert werden. Eine integrierende Herangehensweise bedeutet jedoch nicht, dass beiden Megatrends eine gleichwertige Rolle hinsichtlich der Gestaltung des Mobilitätssystems der Zukunft zukommt. Vielmehr sollte sich die Gestaltung an der „hierarchischen“ Beziehung zwischen Klimawandel bzw. Nachhaltigkeit und Digitalisierung orientieren und ausrichten.

Als übergreifende Implikation für die „Mobilität der Zukunft“ kann somit abgeleitet werden, dass die Digitalisierung stets vor dem Hintergrund einer ökologisch und sozial nachhaltigen Entwicklung zu sehen, hinterfragen und gestalten ist. Konkret bedeutet dies, dass die Digitalisierung des Mobilitätssektors zum einen nicht nur um der Digitalisierung willen erfolgen darf. Die Digitalisierung sollte also kein Selbstzweck sein, oder nur auf die Privatisierung und Monopolisierung vormals öffentlicher Mobilitätsangebote abzielen, sondern vielmehr als Mittel zum Zweck, nämlich mobilitätsbezogene Entscheidungen und Prozesse effizienter und kund*innenorientierter zu gestalten, verstanden und eingesetzt werden. Zum anderen ist darauf zu achten, dass die Digitalisierung nicht dem Klimawandel zuarbeitet, sondern ihr großes Potenzial als Hebel zur Bekämpfung des Klimawandels tatsächlich realisiert wird. Beide Aspekte verdeutlichen die Notwendigkeit, dass es für die digitale und nachhaltige Transformation des Mobilitätssektors enger regulatorischer Begleitung bedarf.