

## Neue Geschäftsmodelle der digitalen Ökonomie: Entwicklungstendenzen, Nachhaltigkeitswirkungen und Gestaltungsoptionen am Beispiel der autonomen Mobilität

Fokuspapier im Rahmen des Projekts „Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Politische Gestaltung zwischen Möglichkeiten, falschen Versprechungen und Risiken“

Berlin  
Mai 2019

### Autorinnen und Autoren

Martin Gsell  
unter Mitarbeit von Manuela Schönau  
Öko-Institut e.V.

### Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71  
79017 Freiburg

#### Hausadresse

Merzhauser Straße 173  
79100 Freiburg  
Telefon +49 761 45295-0

### Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7  
10179 Berlin  
Telefon +49 30 405085-0

### Büro Darmstadt

Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt  
Telefon +49 6151 8191-0

[info@oeko.de](mailto:info@oeko.de)  
[www.oeko.de](http://www.oeko.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Hintergrund</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Zukünftige Formen der urbanen Mobilität</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Agile Produktionsweise und neue Geschäftsmodelle</b>	<b>9</b>
4.1.	Daten als Produktionsfaktor	9
4.2.	Neue Geschäftsmodelle für die autonome Mobilität	10
4.3.	Entwicklung einer digitalen Ökonomie der Gemeingüter	12
<b>5.</b>	<b>Sozio-ökonomische und technologische Voraussetzungen für digitale Mobilitätsdienstleistungen</b>	<b>14</b>
5.1.	Notwendige Infrastrukturen und Investitionen für digitale Mobilitätsdienstleistungen	14
5.2.	Innovationen in der digitalen Gemeingüterökonomie	15
<b>6.</b>	<b>Nachhaltigkeitswirkungen</b>	<b>15</b>
6.1.	Effektebenen der Digitalisierung	15
6.2.	Nachhaltigkeitswirkungen von Geschäftsmodellen der autonomen Mobilität	16
<b>7.</b>	<b>Ableitung zentraler Gestaltungs- und Regulierungsnotwendigkeiten im Rahmen der Geschäftsmodelle digitaler Mobilitätsdienstleistungen</b>	<b>19</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>25</b>



## 1. Einleitung

Das vorliegende Paper beschreibt mögliche zukünftige Bilder von Geschäftsmodellen der autonomen Mobilität. Es stellt einen Rückblick aus dem Jahre 2040 dar. Dies weniger, weil wir jetzt schon wüssten, wie die Zukunft genau aussehen würde, sondern eher, um die Konsequenzen herausarbeiten zu können, die aus Entscheidungen, Vorfestlegungen und Pfadabhängigkeiten heute im Jahr 2019 her-vorgehen können. Daraus werden wir dann im letzten Teil des Papers Regulierungs- und Forschungs-bedarfe, Positionen und Regulierungsmöglichkeiten für die heute fälligen Entscheidungen ableiten.

Nach einem kurzen Hintergrund erfolgt eine Hinführung und Vorstellung urbaner autonomer Mobilitätskonzepte und -technologien im Jahr 2040 (Kapitel 2). Die Art und Ausrichtung der Geschäftsmodelle steht im Kontext einer sich wandelnden Produktionsweise, die wir mit dem Begriff der „agilen Produktionsweise“ bezeichnet haben. Dazu wird im Kapitel 3 zunächst erörtert, welchen Stellenwert Daten in Produktionsprozessen einnehmen und wie Daten als Produktionsfaktor den Produktionsprozess hinsichtlich Organisation, Arbeitsweise und Ausrichtung von Geschäftsmodellen verändern können. Dabei arbeiten wir heraus, welche zentralen Akteure und Akteurskonstellationen im Mobilitätsbereich neu in den Vordergrund treten. Als Ausgangspunkt einer anderen potentiellen Entwicklung werden in Kapitel 3.2 partizipative und gemeinwohlorientierte Geschäftsmodelltypen für den Bereich digitaler Mobilitätsdienstleistungen konkretisiert. Sowohl spezifische sozio-ökonomische Rahmenbedingungen als auch technische Voraussetzungen sind dabei für die Realisierung neuer Geschäftsmodelle zwingend erforderlich. Die dafür notwendigen Voraussetzungen, wie Infrastrukturen und Investitionen in autonome Mobilität, werden in Kapitel 4 dahingehend konkreter beschrieben. Es ist anzunehmen, dass die autonome Mobilität das Mobilitätsverhalten und damit auch soziale wie ökologische Nachhaltigkeitswirkungen maßgeblich beeinflussen wird. Kapitel 5 nimmt dahingehend Bezug auf die Treiber und Hemmnisse des Energie- und Flächenverbrauchs und thematisiert daneben Rebound-Effekte und Wirkungen der autonomen Mobilität auf die Ermöglichung bzw. die Beschränkung gesellschaftlicher Teilhabe. In Kapitel 6 stehen Handlungsmöglichkeiten, Forderungen, Positionen, Regulierungserfordernisse und Forschungsbedarfe im Vordergrund. Diese werden aus Autorensicht nötig sein, um die wünschbare Zukunft einer sozial-ökologischen Mobilität im Kontext der agilen Produktionsweise und in Hinblick auf eine digitale Ökonomie der Gemeingüter herbeizuführen.

## 2. Hintergrund

Rückblickend erwiesen sich die Smart City-Strategien aus den Anfängen der 2000er Jahr als wegweisend für die Entwicklung der heute im Jahre 2040 bestimmenden Mobilitätsmodelle. Smart City ist ein Begriff für Stadtentwicklungskonzepte im urbanen Raum im Kontext der Nutzung technischer Hilfsmittel. Das Konzept wurde von Unternehmen, kommunaler Verwaltung und Politik sowie von der Zivilgesellschaft mit unterschiedlichen Zielsetzungen verfolgt (Krumtung, 2018). Mit der Wahl der jeweiligen Digitalisierungs-Strategien wurden Rahmenbedingungen wirksam, die unterschiedliche Entwicklungen in den jeweiligen Metropolen auslösten und geprägt haben.

Das Zeitalter der Digitalisierung war zunächst bestimmt durch eine netzwerkartige Neukonfiguration der sozialen und ökonomischen Systeme. Insbesondere die Bereiche, die vormals durch starke Machtpositionen von vermittelnden Instanzen (Men-in-the-middle) dominiert waren und deren Geschäftsmodelle im Zuge der Digitalisierung obsolet wurden, unterlagen einem tiefgreifenden Strukturwandel, wie zum Beispiel das Taxigewerbe. Dies hat in unterschiedlicher Weise Gewinner, wie die digitalen Fahrdienstplattformen, und Verlierer, wie die angestellten und selbständigen Taxifahrer

rerinnen und Taxifahrer, hervorgebracht. Die Begleitung dieses Strukturwandels durch politische Vorgaben und gesellschaftliche Akteure hat auch die sozialen und ökologischen Folgen maßgeblich mit beeinflusst.

Einerseits entstanden von Politik-, Wirtschafts- und Wissenschaftsakteuren Top-Down geplante und umgesetzte Leuchtturmprojekte mit der Zielsetzung, für kommerzielle Unternehmensinteressen eine günstige Investitions- und Wachstumsperspektive zu bieten, in der Hoffnung, dass diese auf lokaler Ebene Jobs, Wohlstand, Ordnung und Sicherheit hervorbringen würden. Einen solchen Ansatz wählte z.B. die kanadische Stadt Toronto, die sich von der Google-Tochter Sidewalklabs den Stadtteil Quayside entwerfen und planen ließ.<sup>1</sup>

Andererseits wurden durch zivilgesellschaftliche, öffentlich-rechtliche und private Gründungen oder auch durch engagierte Einzelpersonen, z.B. der kommunalen Verwaltung, dezentrale und stärker partizipativ ausgerichtete lokale Initiativen Bottom-Up initiiert, wie dies durch die Stadtverwaltung von Barcelona ab Mitte der 2010er vorangetrieben wurde (Bria, 2017). Elementar waren die Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Transformationsprozesse durch die „Intelligenz der Vielen“, die wesentlich die Ausrichtung und Rahmenbedingungen der digitalen Angebote beeinflussten.

Diese Entwicklungen sind rückblickend ein Ergebnis gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse, um (regionale) Souveränität z.B. über Daten und Technologien, unterschiedliche sozio-ökonomische Entwicklungsmodelle und der Stellung gesellschaftlicher Partizipationsmöglichkeiten (Calzada, 2017).

### 3. Zukünftige Formen der urbanen Mobilität

Seit den Anfängen des automatisierten Fahrens sind ca. 40 Jahre vergangen. Die Automationsstufen der Fahrer-Assistenzsysteme (Stufe 1) und des teil-automatisierten Fahrens (Stufe 2) gehören der Vergangenheit an. Technische Pannen im Zusammenhang mit „Autopiloten“<sup>2</sup> konnten gelöst werden und somit eine weitestgehend unfallfreie vollautomatisierte bzw. autonome Fahrt sicherstellen. Die Forschung und Entwicklung ist weiter vorangeschritten, so dass ein Eingreifen des Fahrers oder der Fahrerin nicht mehr notwendig ist. Notwendige rechtliche Unklarheiten zu Haftungs- und Datenschutzbelangen sind geklärt und inzwischen fester Bestandteil des rechtlichen Rahmengesetzgebung (Heinrichs, 2015b, Ritz, 2018, Verband der Automobilindustrie, 2018).

Die Infrastrukturen haben sich der schnellen Entwicklung der Fahrzeugtechnik angepasst: flächendeckendes 5-G-Netze sowie umfassende und harmonisierte IT Infrastrukturen für Verkehrsinformationen und -telematik stellen den Standard dar (Völzow, 2016). Das Zeitalter des vollautomatisierten bzw. autonomen Fahrens (Stufe 4 und höher) (Ebner, 2013) ist angebrochen. Während bei vollautomatisierten Fahrzeugen das System nur definierte Anwendungsfälle beherrscht und die Fahrerin oder der Fahrer nach Ende übernehmen muss, bewältigt das autonome Fahrzeug die komplette Fahrt; ein Fahrer oder eine Fahrerin ist dabei nicht mehr vorgesehen (Verband der Automobilindustrie, 2018).

Neue hochentwickelte Technologien ermöglichen es den Fahrzeugen nun selbstständig zu fahren und dank der hohen Anzahl an E-Fahrzeugen konnten verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen weiterhin reduziert werden (siehe 6). Die Fahrzeuge sind mit umfassender Sensorik ausgestattet, welche

<sup>1</sup> <https://www.sidewalklabs.com/>, abgerufen am 04.03.2019

<sup>2</sup> Bei Tesla kam es in 2018 zu mehreren, teils tödlichen Unfällen mit eingeschaltetem Fahrassistenzsystem „Autopilot“. Ungeklärt bleibt bislang, ob die Schuld für den Aufprall beim Assistenzsystem oder dem Fahrer selbst liegt. Die US-Behörde für Transportsicherheit (NTSB) ermittelt in diesen Fällen – „auch um die Auswirkungen neuer Verkehrstechnologien zu verstehen, wenn sie in einen Unfall involviert sind“. (Handelsblatt 2018)

nicht nur den Fahrkomfort durch Info- und Entertainment erhöht (Alich et al., 2015), sondern insbesondere das notwendige Kommunizieren mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur ermöglicht. Das autonome Fahrzeug wurde so zu einer zentralen Fortbewegungsoption – vom ländlichen, über den suburbanen bis hin zum urbanen Raum.

Durch die steigende Sicherheit und Komfort autonomer Fahrzeuge stieg auch der Wunsch vieler, an dieser neuen Form der Fortbewegung teil zu haben. Als innovative Technologie setzte sich das autonome Fahrzeug in Privatbesitz zunächst bei den Oberklasse- und Premiumfahrzeugen durch, wo die Zahlungsbereitschaft und -fähigkeit der Kunden entsprechend hoch ist. Vor allem deutsche Autohersteller im Premiumsegment konnten sich eine gute Wettbewerbsposition im globalen Markt erarbeiten und sich so auch im Bereich autonomen Fahrens gegen neue Konkurrenten durchsetzen (Bardt, 2016) (Heinrichs, 2015a), (Ritz, 2018). Private Besitzer eines solchen autonomen Fahrzeugs schätzen an ihrem neuen Statussymbol dabei insbesondere die Zeitersparnis sowie den hohen Fahrkomfort. Daneben regeln die Fahrzeuge Last-Mile-Situationen (u.a. Parkvorgänge) selbstständig und tragen so zur unkomplizierten Nutzung bei. Durch die hohe Attraktivität autonomer Fahrzeuge setzte sich diese innovative Technologie jedoch schnell auch in der Mittelschicht durch: Skalen- und Massenfertigungseffekte ermöglichten den Zugang zu dieser neuen Mobilitätsform, zunächst für Early-Adopter, bald aber auch eine Durchdringung der breiteren Mittelschicht. Automatisiertes Fahren als Massenphänomen konnte somit den Flächenbedarf v.a. in urbaner Umgebung durch fließenden sowie vor allem durch den ruhenden Verkehr maßgeblich reduzieren. Der Einfluss setzte sich darüber hinaus bis in die Wahl des Wohnstandorts fort: Der suburbane und ländliche Raum gewann unter anderem durch die komfortable und einfache Nutzung autonomer Fahrzeuge an neuer Attraktivität (Heinrichs, 2015b). So resultierte das privat genutzte autonome Fahrzeug vor allem in den suburbanen und ländlichen Räumen in einer Zunahme der individuellen Fahrleistung (Heinrichs, 2015b).

Daneben setzte sich aber auch - in urbanen wie suburbanen Räumen gleichermaßen – die „Sharing Economy“ durch, die seit den 1990er Jahren kontinuierlich gewachsen war. Große Teile der Bevölkerung haben das „Teilen statt Besitzen“ im automobilen Bereich als eine attraktive Möglichkeit entdeckt, selbst an dem neuen System der autonomen, geteilten Mobilität teilzuhaben. Die Gründe sind dabei so divers, wie die Nutzergruppen: neben ökologischen Beweggründen (z.B. Einsparung von Ressourcen und Flächeninanspruchnahme) wurde der Besitz und Betrieb eines eigenen Pkw von einigen Bevölkerungsgruppen zunehmend als Belastung empfunden. Auch schaffen Kooperationen zwischen Mobilitätsanbietern und Online-Plattformen (siehe genauer 4.2) neue Nutzungsanreize, durch die geteilte Mobilität als noch angenehmer und komfortabler empfunden wurde (z.B. Kostenvorteile, Info- und Entertainment). Die geteilte Mobilität zeigte sich vor allem für kurze und mittlere Strecken im urbanen bzw. suburbanen Gebiet als adäquate Verkehrsmittelwahl. Es ergänzt den weiterhin bestehenden Umweltverbund primär auf Strecken der sogenannten „Last-Mile“ und übernimmt damit vor allem eine Zubringer-Funktion. Daneben kommen die autonomen Shuttles gerade in nachfrageschwachen Zeiten zum Einsatz, in denen kein umfassender ÖPNV-Betrieb mit größeren Gefäßgrößen<sup>3</sup> (Busse, Bahnen) gewährleistet werden kann. Diverse Sharing-Modelle werden so aus der Nische geholt und für eine breitere Bevölkerung als attraktiv wahrgenommen. Die gegenüber dem privaten Pkw-Besitz geringeren Kosten und Verpflichtungen fördern das Interesse am Teilen von Fahrzeugen (Car-Sharing), von Fahrten (Ride-Sharing) oder auch nur von Streckenabschnitten (Ride-Hailing) zusätzlich. Geteilte, autonome Fahrten wurden zum festen Bestandteil alltäglicher Mobilität.

---

<sup>3</sup> Im ÖPNV-Betrieb werden oft bedarfsorientiert Fahrzeuge mit unterschiedlichen Gefäßgrößen eingesetzt. Die Gefäßgröße eines Fahrzeugs gibt dabei an, welche Beförderungskapazität (Anzahl an Passagieren) mit einem Fahrzeug möglich ist (z.B. Mikrobus, Solo-Bus, Gelenkbus, Doppelstockbus).

Gerade im urbanen Raum wurden die autonomen Fahrzeuge schnell in bestehende Mobilitätsangebote des bestehenden ÖPNV-Angebots eingebunden und treiben damit die Flexibilisierung (u.a. Verfügbarkeit verschiedener Gefäßgrößen) und die Multimodalität des Verkehrs in der Stadt weiter voran (Heinrichs, 2015b). In den stark verdichteten Innenstädten zeigt sich das Potential der geteilten autonomen Fahrzeuge (shared autonomous vehicles = SAVs) besonders (Heinrichs, 2015b). Die Anzahl an Nutzenden der SAVs steigt zunehmend und gewährleistet damit die notwendige Auslastung der Fahrzeuge für wirtschaftlich tragfähige Geschäftsmodelle.

Einige Mobilitätsplattformen und Algorithmen wurden speziell auf eine intermodale Anschlussfähigkeit optimiert, um so vor allem die Probleme der letzten Meile („last mile“) intelligent zu lösen. So konnte das autonome Fahrzeug insbesondere dafür eingesetzt werden, bei inter-modalen Wegeketten<sup>4</sup> z.B. von der Haltestelle des ÖPNV-Angebots nach Hause zu kommen. Die Geschäftsmodelle variierten dabei bzgl. der Streckenführung (voll-flexibel vs. festgelegte Liniennetze), des Haltestellen-Managements (door-to-door Angeboten vs. Bedienung virtueller Haltestellen) wie auch bei der Festlegung von Fahrzeiten (Fahrpläne vs. bedarfsorientierte „Rufbus“-Systeme) und eventuellen Mitfahrern (kleine vs. größere Gefäßgrößen). Von einer weiterhin rein auf Fahrplänen orientierten Organisation bis hin zu zeitlich und räumlich voll-flexiblen (Sharing-)Angeboten wurden hierbei viele Szenarien und Zwischenstufen umgesetzt, wobei sich der Trend hin zur Flexibilisierung und Individualisierung gerade im Bereich autonomen Fahrens fortsetzte.

Die Übergänge zwischen dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖV) mit größeren Passagierkapazitäten wurden durch den Einsatz verschiedener Gefäßgrößen bei autonomen Fahrzeugen zunehmend fließend (Ritz, 2018). Die Grenze zwischen Angeboten des ÖV und den Sharing-Dienstleistungen verschwamm und bedurfte entsprechender Kooperationen und geeigneter Geschäftsmodelle, um diese Verzahnung zu realisieren (siehe genauer Kapitel 4). Erste Tendenzen in Richtung eines integrierten Mobilitätsangebots im Sinne einer „Mobility as a Service“ zeigten sich freilich bereits ab den 2020er Jahren in vielen Metropolregionen weltweit. Neben intermodalen Mobilitätsstationen waren und sind es vor allem digitale Plattformsysteme (mit Apps als Nutzer-Backend), die den Zugang und die kombinierte Nutzung intelligenter Mobilitätsdienstleistungen durch ein integriertes Routing, Buchungs- und Bezahloptionen von Dienstleistungen verschiedener Anbieter ermöglichen. Dabei bildet der öffentliche Nahverkehr – im urbanen wie auch suburbanen Gebiet - durch eine zwingende Einbindung und Berücksichtigung in intermodale Mobilitätsangebote das Rückgrat einer nachhaltigen Mobilität – sei es in der klassischen Form oder vermehrt auch in kleineren Gefäßgrößen. Die Bürgerbusse, die bereits in den 2020er Jahren in einigen ländlichen Kommunen und Regionen eingesetzt wurden, sind als vollautonome Kleinbusse Teil des allgemeinen öffentlichen Verkehrsnetzes geworden sowie darüber auch organisiert und finanziert (NVBW, 2015).

Allen technischen und systemischen Innovationen zum Trotz bleiben aktive Formen der Fortbewegung weiterhin erhalten. Insbesondere gewinnt das Fahrradfahren – auch in Form von Bikesharing, der Nutzung von Lastenrädern sowie z.T. auch mit elektromotorischer Unterstützung (E-Bikes und Pedelecs) – an Aufschwung in der Gesellschaft. Die gesundheitsfördernde Verlagerung des Verkehrs auf das Fahrradfahren und Fußwege, insbesondere bei Wegen unter 5 km (im urbanen Raum), wurde dabei vor allem durch die SAVs vorangetrieben. Durch diese konnten in urbanen Gebieten die Beanspruchung öffentlicher Flächen aufgrund besserer Auslastung der Fahrzeuge reduziert werden und Platz für weitere bzw. bessere Infrastrukturen für Fuß- und Radwege, wie auch geeignete Abstellflächen, geschaffen bzw. ertüchtigt werden. Durch diese Rückgewinnung

<sup>4</sup> Unter Intermodalität versteht man die Verknüpfung mehrerer Verkehrsmittel innerhalb eines Weges (z.B. Fußweg – Bus – Carsharing). Multimodalität bezeichnet dagegen die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel innerhalb eines definierten Zeitfensters (meist eine Woche).



öffentlicher Räume (Rückbau von Straßen, Entsiegelung) konnten die Verkehrsflächen für die aktiv Mobilen so gestaltet werden, dass deren Anforderungen hinsichtlich Fahrkomfort, Geschwindigkeiten (u.a. auch für Pedelecs) und Sicherheitsansprüchen gerecht wurde und deren Akzeptanz und Nutzung dadurch gesteigert werden konnte (StGB NRW, 2017). Auch dank der umfassenden Sensorik autonomer Fahrzeuge ist das Mobilsein zu Fuß oder mit dem Fahrrad nun deutlich sicherer geworden und vermittelt dabei ein Freiheitsgefühl wie nie zuvor (Ritz, 2018)

Die Situation im ländlichen und suburbanen Raum hingegen war anders gelagert. Durch weiterhin rückläufige Nutzungszahlen des ÖV stellt die Aufrechterhaltung eines flächendeckenden öffentlichen Nahverkehrsangebots auch im Jahr 2040 weiterhin eine große Herausforderung dar. Zudem stieg die Zahl individuell genutzter (autonomer) Fahrzeuge im ländlichen und suburbanen Raum weiter an. Zum einen liegt dies an der Ermöglichung von Mobilität mit dem eigenen Fahrzeug für z.B. Betagtere; zum anderen stieg durch das neue Komfortgefühl bei der Nutzung autonomer Fahrzeuge und der weiterhin immobilienwirtschaftlich angespannten Situation in vielen Städten nun teilweise auch wieder die Bereitschaft in den suburbanen Raum zu ziehen. Die früher als lang und teuer wahrgenommenen Strecken wurden komfortabler und dank diverser Sharing-Systeme sanken zudem die individuellen Betriebskosten (Heinrichs, 2015b).

Dabei wurde das Potential bedarfsgerechter Mobilitätsdienstleistungen, wie dem autonomen Fahren, auch zur Förderung nachhaltiger Mobilität im suburbanen Raum erkannt. Autonome Fahrzeuge kommen v.a. in mittleren Gefäßgrößen nun auch dort vermehrt als flexible Ergänzung zum ÖV zum Einsatz. ÖPNV-Unternehmen und Anbieter autonomer Fahrdienste arbeiteten Hand in Hand, um der Bevölkerung im ländlichen Raum ein bedarfsgerechtes Mobilitätsangebot zur Verfügung stellen zu können und so nachhaltige Alternativen zum Besitz eines eigenen Pkw zu schaffen. Im rein ländlichen Gebiet konnten sich geteilte autonome Fahrzeuge unterdessen kaum durchsetzen. Die Potentiale für geteilte Fahrzeuge und Fahrten war nicht nur durch die insgesamt geringe Nachfrage und damit Auslastung, sondern insbesondere auch durch die damit verbundenen Schwierigkeiten des Matching von Fahrten gering. So zeigten sich die Vorteile des autonomen Fahrzeugs im ländlichen Raum insbesondere in seinen technischen Fähigkeiten: der Verkehrsfluss auf Schnellstraßen konnte verbessert, der Platzbedarf fließenden Verkehrs vermindert (Platooning) sowie Unfälle durch vorausschauendes Fahren und umfassende car-2-car- (C2C) und car-2-x-Kommunikation (C2X) minimiert werden.

## 4. Agile Produktionsweise und neue Geschäftsmodelle

Die oben beschriebenen sozio-technischen Neuerungen der digitalen und autonomen Mobilität sind eingebettet in eine wirtschaftliche Transformation. Die traditionellen Automobilkonzerne erlebten ihre wirtschaftliche Blüte in der Massenkonsungesellschaft, welche von Schichtarbeit, Massen- und Fließbandfertigung als zentralen Produktionsmodus geprägt war (Fordismus). Der folgende Abschnitt beschreibt demgegenüber das Aufkommen der agilen Produktionsweise digitaler Unternehmen und deren Geschäftsmodelle.

### 4.1. Daten als Produktionsfaktor

Grundlegende Weichenstellungen bei der Ausrichtung digitaler Geschäftsmodelle für die autonome Mobilität zeigten sich bereits in den Anfängern der mobilen „smarten“ Kommunikations- und Dienstleistungswelt. Einige Unternehmen der Netzökonomie setzten mit innovativen, oft kostenfreien Angeboten, die leicht skaliert und angepasst werden konnten, neue Standards. Mit „Sirenserversn“ (Larnier), wie z.B. der Suchmaschine Google, wurden Nutzerinnen und Nutzer kostenlose Dienste angeboten, diese lieferten im Gegenzug ihre Daten.

Spezifisch für den Mobilitätsbereich wurden diverse kostenlose Mobilitäts-Dienstleistungen unter anderem von Alphabet Inc., dem Google-Konzern, entwickelt und international per App angeboten. So konnte Alphabet Inc. innerhalb kurzer Zeit eine kritische Masse an Nutzerinnen und Nutzer gewinnen (Netzwerk-Effekt) und an sich binden. Mit den kostenlosen Datenlieferungen der Nutzerinnen und Nutzer entstand ein reichhaltiger Datenfundus an Verkehrs- und Nutzungsdaten, der entsprechend verwertet werden konnte. Diese Daten, insbesondere Echtzeitdaten, wandelten sich so zu einem eigenen Kapitalfaktor für das aufstrebende Tech-Unternehmen. Dieser „Datenstock“, der z.B. in Form von vielseitigen standardisierten (Meta-)Daten Aufschluss über die Konsumnachfrage, Vorlieben und typische Verhaltensweisen der Konsumenten und Konsumentinnen gab, entwickelte sich zur zentralen Wertschöpfungsbasis dieser Unternehmen.

Dieser Daten-Kapitalstock nutzt sich nur langsam ab und kann durch etablierte funktionierende Anreiz- und Infrastrukturen zur Datenbewirtschaftung stetig und relativ kostengünstig aktualisiert werden. Dafür lieferten die Nutzerinnen und Nutzer permanent durch die kostenfreie Nutzung der digitalen Dienstleistungen wie Apps und Spiele die nötigen Nutzungs-Daten (Daum, 2017).

Erfolgreiche digitale Plattformen wussten die typischen Merkmale, wie Skalen-, Lock-in- und Netzwerkeffekte durch geschickt gewählte Anreizsysteme erfolgreich zu nutzen. Ihre Plattformen stellen zweiseitige Märkte dar, auf denen verschiedene Angebote um Aufmerksamkeit und Kaufkraft konkurrieren. Konsumenten bzw. Prosumenten<sup>5</sup> schaffen mittels ihrer Bewertungen Transparenz und testen kostenlos für die Marktforschung neue Produkte bzw. Dienstleistungen. Die Plattform fungiert hier als Market-Maker, bringt Angebot und Nachfrage zusammen, wacht über die Zahlungsabläufe und fungiert dabei als Kontrollinstanz (Gsell, 2015). Quasi als Nebenprodukt liefern Anbieter und Nachfrager durch die Nutzung der digitalen Plattform Daten, die strukturiert und analysiert als eigenes Produkt weiterverkauft werden können, oder auf diesen neue Anwendungen und Geschäftsmodelle aufgebaut werden können.

Die agile Produktionsweise ist durch Unbeständigkeit und stetigen Wandel gekennzeichnet. Auf der Basis vielfältiger aber standardisierter Daten können nach den Prinzipien der agilen Softwareentwicklung (agiles Manifesto) in beliebiger Anzahl Geschäftsmodelle aufgebaut, getestet, verworfen und modifiziert werden, die darüber hinaus fast beliebig skalierbar und übertragbar waren. Neben den Daten als Wertschöpfungsbasis war die neue Produktionsweise auch durch neue flexible Organisations- und Arbeitsweisen, flache Hierarchien und netzwerkartige Projektstrukturen charakterisiert (Mayer-Schönberger & Ramge, 2017).

## 4.2. Neue Geschäftsmodelle für die autonome Mobilität

Die Entwicklung der Mobilität bis 2040 war wesentlich geprägt durch ein Wettbewerbsumfeld datengetriebener Geschäftsfelder, in dem Monopole bzw. Oligopole typisch sind, also ein oder wenige Anbieter einer Vielzahl von Konsumenten und Konsumentinnen gegenüberstehen. Entscheidend für die Marktakteure der digitalen Welt war, dass Eigentum und Nutzung von Datenressourcen zunächst weitgehend unreguliert blieben. Waren Datenbestände, Verarbeitungs- bzw. Datenbewirtschaftungstechnologien erst einmal implementiert, diente dieser sich nur langsam abnutzende Daten-Kapitalstock, in den zudem durch die Nutzung von Apps stetig neu eingespeist wurde, als Wertschöpfunggrundlage für die Etablierung zahlreicher Geschäftsmodelle.

Mit dem Aufkommen autonomer Fahrzeuge entwickelten sich neue Geschäftsfelder insbesondere im Bereich der Mobilitätsplattformen und des Sharing, auf die auch bestehende Akteure reagieren

<sup>5</sup> Mit dem Begriff Prosumenten, beschrieb Alvin Toffler, dass die Grenzen zwischen Konsum und Produktion zusehends verwischen. Mit dem Aufkommen digitaler Technologien und Schnittstellen können Feed-Backs der Konsumenten in den Produktionsprozess integriert werden.

mussten. So waren Automobilhersteller durch die disruptive Veränderung des autonomen Fahrens gefordert, schrittweise den digitalen Trend aufzugreifen und selbst zu Entwicklern und Anbietern cloudbasierter Mobilitätsdienstleistungen zu werden. Die starken Auswirkungen dieser Entwicklung zeigten sich nicht zuletzt vor allem in Volkswirtschaften, wie z.B. Deutschland, die besonders durch die klassische Automobilwirtschaft geprägt sind. Durch die einseitige Fokussierung auf den Verkauf von Autos mit Verbrennungsmotoren mit einer hohen Wertschöpfungstiefe und der davon abhängigen Zulieferindustrie drohte durch die digitale Konkurrenz der Verlust ihrer Marktanteile und Geschäftsmodelle. Ihren Bedeutungsverlust konnte diese Industrie jedoch kurzfristig mit dem immerwährenden Verweis auf die bedrohten Arbeitsplätze aufhalten und durch Lobbyarbeit politisch geschickt nutzen, wie z.B. mit dem Erhalt des Dienstwagenprivilegs.

Die etablierten Automobilkonzerne entwickelten zentrale Schlüsselkompetenzen im Bereich digitaler Services als Folge ihrer jahrzehntelangen Ausrichtung als Produkthanbieter zu langsam, und agierten überwiegend träge in den neuen datengetriebenen Geschäftsfeldern (Bormann et al. 2018). Als Folge daraus setzen viele der Automobilhersteller auf Kooperationen und Allianzen, um komplementäre Kompetenzen bestehender und neuer Akteure auf dem Markt zusammenzuführen. Dadurch wurde v.a. neuen Anbietern aus dem IT-Bereich durch Wissensvorsprünge datenbasierter, mobilitätsbezogener Serviceangebote ein erfolgreicher Markteintritt ermöglicht. Mit der neuen agilen Produktionsweise, basierend auf den gewonnenen Echtzeitdaten, konnten einerseits eigene Dienstleistungen verbessert, neue entworfen, aber vor allem auch über Datenhandel von anderen Dienstleistern weiterverwertet werden (Heymann & Meister, 2017).

Im Bereich der Mobilität wurde den Akteuren schnell klar, dass nur durch Kooperationen unterschiedlicher Anbieter die kommenden Herausforderungen, die u.a. mit dem autonomen Fahren einhergingen, zu bewältigen sind. Als typische Entwicklung investierten PKW-Hersteller wie GM, Fiat, Chrysler, BMW und Daimler frühzeitig in ihre Entwicklung zu Mobilitätsdienstleistern (Stocker & Shaheen, 2017). Sie bildeten auch strategische Kooperationen und Partnerschaften, um z.B. gemeinsame Kartenprojekte zu entwickeln (magility, 2017). Auch in der Zulieferindustrie haben sich strategische Partnerschaften und Unternehmensbeteiligungen gebildet (Ritz, 2018). Andere Hersteller wie Tesla setzten frühzeitig auf die Entwicklung geschlossener digitaler Öko-Systeme, die exklusiv für die Fahrzeuge des Herstellers digitale und technische Infrastrukturen bereitstellen und auf dieser Basis weitere Dienstleistungen für ihre Kundinnen und Kunden anbieten (Morozov & Bria, 2017).

Das autonome Fahrzeug der Zukunft stellte aus dieser Perspektive ein ultimatives digitales Endgerät dar, also eine Plattform für ein digitales Ökosystem, auf dem unterschiedliche Geschäftsmodelle realisierbar sind. Somit entstand ein Wettbewerb zwischen den verschiedenen Automobilherstellern, die in verschiedenen Kooperationen mit Technologie-Firmen eigene Plattformen aufbauten. Schnell wurde klar, dass nur offene Modelle bzw. Plattformen sich behaupten konnten, während proprietäre Lösungen ein Nischen-Dasein verbrachten, da erstere leichter skaliert bzw. übertragen werden können. Der Wettbewerb bestand darin, welches Konsortium als erstes die nötige Marktdurchdringung erreichen und seine Plattform als neuen Standard etablieren konnte, ähnlich wie Google dies mit seinem Betriebssystem Android für Smartphones durchsetzen konnte (Alich et al., 2015).

So sind es vor allem auch die neuen Marktakteure aus der Netzökonomie (wie z.B. Alphabet, Amazon, Uber usw.), die aufbauend auf der agilen Produktionsweise profitieren konnten. Diese verfügten über reichhaltige (Daten)Kompetenzen, Erfahrungen, wie auch über ausreichend Kapitalstärke, in der gezielten Disruption etablierter konventioneller bzw. analoger Geschäftsmodelle. Diese Unternehmen waren zuvor gerade daran gewachsen, dass sie die Vorteile der Digitalisierung, wie Reichweite und einfache Skalierbarkeit bei geringen Grenzkosten, in ihren jeweiligen

Bereichen gegenüber etablierten „trägeren“ Geschäftsmodellen hatten durchsetzen und diese ver- und zurückdrängen können (wie z.B. Taxi- und Hotelgewerbe, Zeitungsannoncen, stationärer Einzelhandel etc.) (Bardt, 2016). Durch Geschäftsmodelle, die Netzwerk-Effekte geschickt nutzten und über Locked-in-Mechanismen und Incentives die Nutzerbasis stetig vergrößerten, konnte eine hohe Marktdominanz erreicht werden. Dies ermöglichte die Akkumulation immenser Datenressourcen und lehrte die Kompetenzen, wie die Daten entsprechend der jeweiligen Unternehmensziele zu verwerten sind.

Gleichzeitig eröffnete der digitale Wandel der Mobilität auch neue Potentiale und Geschäftsmodelle für weitere Akteure in der mobilen Wertschöpfungskette: Werkstätten konnten auf Basis der Fahrzeugdaten zusätzliche Serviceverträge bzw. Reparaturangebote anbieten und Versicherungen die Daten zur tariflichen Optimierung der Versicherungsangebote nutzen, z.B. für maßgeschneiderte On-Demand-Policen (Völzow & Livschits, 2018).

### 4.3. Entwicklung einer digitalen Ökonomie der Gemeingüter

Skandale, wie die Beeinflussung des Wahlverhaltens durch z.B. Cambridge Analytica, Filterblasen und die massive Kritik an digitalen Geschäftsmodellen und den beherrschenden Akteuren der Netzökonomie änderten zunächst einmal wenig, da das Bewusstsein der Bevölkerung über personenbezogenen Datenschutz und Schutz der Privatsphäre, der in den ersten Jahren wenig ausgeprägt war. Einige Geschäftsmodelle konnten über einen „stillen Zwang zur Teilnahme“ auch die Unzufriedenen weiterhin an sich binden. Die individuelle Nicht-Teilnahme an den oft kostenlosen Angeboten, z.B. im Social-Media-Bereich, wurde gleichzeitig mit einem Ausschluss von den sich in den digitalen Bereich verlagernden Informations-, Bekannten- und Freundeskreisen sanktioniert (Locked-in-Effekt). Durch fehlende Standards und Schnittstellen war die Übertragung von Daten oder ganzen Profilen an andere Anbieter nicht möglich (fehlende Interoperabilität), was die Plattformbetreiber als Teil ihres Geschäftsmodells nutzten, um Exit-Strategien so schwer und unattraktiv wie möglich zu machen.

In Form einer Gegenbewegung wuchs nach und nach die Anzahl der Nutzerinnen und Nutzer von Open-Source-Lösungen (z.B. im Software-Bereich), da deren digitale Software-Codes transparent waren und durch eine Entwicklungs-Community kontrolliert werden konnte. Die Kontrolle über die eigenen Daten und Transparenz über die eingesetzten Algorithmen, Software- und Hardware rückten nach und nach stärker ins allgemeine Bewusstsein. In einigen Metropolen führte die bewusste Ausrichtung frühzeitig zur Stärkung von digitalen Gemeingütern. Über gezielte Förderprogramme der Wirtschaftsförderung, aber auch über die öffentliche Beschaffung konnten auf kommunaler Ebene kollaborative Open-Source-Lösungen gefördert, implementiert und verbreitert werden (Morozov & Bria, 2017).

Geschäftsmodelle mit standardisierten proprietären Lösungen für Mobilitätsangebote einiger Großkonzerne konnten sich nicht als Standard durchsetzen, da die offenen Architekturen der digitalen Öko-Systeme vielfältige Anknüpfungspunkte für weitere soziale und technische Innovationen und Geschäftsmodelle anboten. So waren auch die großen Anbieter gefordert, ihre Angebote mit den offenen Lösungen kompatibel zu machen.

Ein wesentlicher Unterschied dieser Metropolen bestand darin, die bereitgestellten Infrastrukturen für Daten und Verkehrsleitsysteme durch offene Schnittstellen, offene Datenkonzepte so auszugestalten, dass eine Vielzahl von Anbietern und Geschäftsmodellen einerseits in Wettbewerb zueinander stehen und andererseits sich gegenseitig ergänzen können. Grundlegend für diese Entwicklungen waren Forschungsprojekte und zivilgesellschaftliche Initiativen in verschiedenen Groß-

städten (z.B. DECODE<sup>6</sup>), aber auch konzertierte Open-Dataportale einzelner Ministerien (z.B. mCloud.de des BMWi).

Diese Entwicklungen im Bereich Open Data, also die öffentlich-rechtliche Datenbereitstellung, -verarbeitung und -analytik, stellten für die Geschäftsmodelle grundlegende Ressourcen in Form von personenbezogenen, nutzungsbezogenen und kommunalen Daten bereit. Dies war eine wichtige Grundlage, um Monopole großer Unternehmen, die insbesondere auf exklusiven Datenbeständen beruhten, zu verhindern (Bria, 2017).

Als Grundsatz waren die auf Gemeingüter ausgerichteten Stadtentwicklungsstrategien bestrebt, gemeinschaftliches Eigentum (z.B. an Datenbeständen) mit demokratischen Entscheidungsstrukturen zu vereinen. Dazu gehörte der Aufbau, die Pflege und Weiterentwicklung von Datenbanken als wesentliche Infrastrukturen im Angebot der öffentlichen Hand, um grundlegende Bedürfnisse (z.B. Wohnen, Mobilität, Gesundheit usw.) zu erfüllen. Zu den Zielsetzungen der öffentlich-rechtlichen Datenstellen auf kommunaler Ebene gehörte, die Verwaltung durch moderne, Echtzeitdaten-gestützte Verfahren zu unterstützen und Entscheidungsprozesse transparent und partizipativ gestaltbar zu machen. Darüber konnte dann auch Verwaltungshandeln agil gestaltet werden und durch Interoperabilität effizienter ausgerichtet werden. Maßnahmen der Wirtschaftsförderung wurden stärker am Gemeinwohl orientiert, genossenschaftlichen und kollektiven Wirtschaftsformen wurde über die öffentliche Vergabe ein Vorrang vor profitorientierten Lösungen eingeräumt (Morozov & Bria, 2017).

Digital vernetzte kommunale Datenstellen dienten dabei auch als Informationsbroker und Clearingstelle, um nutzungsabhängige Daten, z.B. Stauwarnungen, für die Verkehrsleitung zu pseudo- und anonymisieren und diese für die Nutzung aufzubereiten. An die kommunale Datenstelle angeschlossen ist eine Koordinationsstelle für Innovationen. Diese setzt Rahmenbedingungen und vergibt Förderungen für sozial-innovative Geschäftsmodelle. So haben diese Geschäftsmodelle dazu geführt, dass autonome Fahrzeuge über kommunale Plattformen das bestehende ÖV-System, insbesondere auf der letzten Meile und als Teil eines öffentlichen Sharing-Angebots, ergänzt haben und ein ökologisch ausgerichtetes intermodales Mobilitätsangebot entstand. Die Dienstleistungen des konventionellen Taxigewerbes, welches bereits in den 2020er Jahren durch digital-ernetzte Fahrdienste wie Uber zurückgedrängt wurde, werden durch kommunale Mobility-as-a-Service-Dienstleistungen als Crowd-basierter Ansatz erbracht. Über kommunale Standards für Mobilitäts-Plattformen kann sichergestellt werden, dass arbeitsrechtliche, tarifliche und sicherheitsrechtliche Bestimmungen als Rahmen angelegt und von den Dienstleistungsakteuren eingehalten werden. So haben lokale Fahrerinnen- und Fahrer-Kooperativen den Fahrdienst Uber lokal verdrängt und eigene Anwendungen entwickeln können, die von den Bürgerinnen und Bürgern gut angenommen wurden (Morozov)<sup>7</sup>.

Die kommunale, offene und partizipative Ausrichtung der Grundlagen der Datenbewirtschaftung machte auch einen öffentlichen Diskurs über die eingesetzten Entscheidungskriterien der genutzten Algorithmen möglich. Algorithmen und ihre Entscheidungsstrukturen werden von Menschen auf die zu lösenden Probleme zugeschnitten und hinsichtlich eines anzustrebenden Zustands optimiert. Erst die Transparenz über die eingesetzten Optimierungskriterien macht deutlich, dass Algorithmen normative, nicht-neutrale Werkzeuge sind, die auf bestimmte Zielzustände von Menschen ausgerichtet werden und wiederum abhängig sind von deren jeweiligen Akteurs-Interessen und

---

<sup>6</sup> In dem Projekt werden Softwaretools entwickelt, die Nutzerinnen und Nutzern die Möglichkeit geben, selbst über die Verwendung von Daten zu entscheiden und diese auch für gemeinwohlorientierte Zwecke zu stiften. [www.decodeproject.eu](http://www.decodeproject.eu), abgerufen am 15.01.2019,

<sup>7</sup> <https://www.theguardian.com/commentisfree/2016/dec/04/data-populists-must-seize-information-for-benefit-of-all-evgeny-morozov>, abgerufen am 31.01.2019



Machtpositionen (Krüger & Lischka, 2018). Durch Algorithmen, die in Folge partizipativer Prozesse implementiert wurden, zogen normative Elemente und sozio-ökologische Aspekte wie Verkehrsvermeidung und -verlagerung, Ermöglichung des Zugangs zu Mobilität im Sinne einer sozialen Teilhabe und Verkehrssicherheit in die Anwendungen für digitale Mobilitätsdienstleistungen ein.

Zusammengefasst hatte es sich gezeigt, dass durch digitale Geschäftsmodelle grundlegende Vorteile für die Nutzerinnen und Nutzer realisiert, Transaktionskosten abgebaut und komplexe sozio-technische Gefüge und Organisationsabläufe überhaupt erst ermöglicht werden konnten. Eine im Rückblick falsch verstandene liberale Auffassung von der Neutralität der Geschäftsmodelle stellte zunächst den Blick auf die Realität: die grundlegenden Vorteile der Geschäftsmodelle führten im Kontext einer kapitalistischen Marktwirtschaft zu problematischen gesellschaftlichen Pfadabhängigkeiten und global agierenden Plattformunternehmen, deren wirtschaftliche Macht die ganzer Volkswirtschaften übertraf und über eine monopolistische Stellung am Markt verfügten. Noch rechtzeitig konnte diese Fehlentwicklung durch strenge Regulierung zurückgedrängt werden und es wurden insbesondere solche Geschäftsmodelle politisch gestärkt, die in Form von gemeinnützigen und sozial-innovativen (Plattform-)Modellen die Vorteile der Digitalisierung zum Wohle der Gesellschaft förderten und Gemeinwohl hervorbrachten.

## 5. Sozio-ökonomische und technologische Voraussetzungen für digitale Mobilitätsdienstleistungen

In diesem Abschnitt erfolgt eine kurze Diskussion der nötigen sozio-ökonomischen und technischen Voraussetzungen für die Realisierung digitaler Mobilitätsdienstleistungen (5.1). In Kapitel 5.2 werden darauf aufbauend Innovationen beschrieben, die spezifisch für offene und kollaborative Systeme gelten.

### 5.1. Notwendige Infrastrukturen und Investitionen für digitale Mobilitätsdienstleistungen

Digitale Geschäftsmodelle, wie die hier betrachteten Mobilitätsdienstleistungen, benötigen Infrastrukturen und Investitionen, um Innovationen hervorbringen zu können. Damit die digitale Mobilität der Zukunft sich etablieren konnte, mussten die Infrastrukturen auf den Einsatz autonomer Fahrzeuge vorbereitet werden. Die verkehrstechnischen Infrastrukturen, wie etwa Signalanlagen, Sensorik und Verkehrslageinformationen, z.B. Stau- oder Unfallmeldungen, mussten angepasst werden. Daneben wurden auch fahrzeug-seitig solche Lösungen bevorzugt, die Schnittstellen zum Datenaustausch durch gemeinsame Standards sicherstellten. Insbesondere für vollautomatisierte Fahrzeuge war eine genaue Bestimmung der Fahrzeugposition in allen Umgebungen eine notwendige Bedingung, welche nur durch ein flächendeckendes 5G Netz als auch eine sichere und leistungsfähige IT-Infrastruktur für die Verkehrstelematik gewährleistet werden konnte (Völzow, 2016). Eine wesentliche Bedeutung kommt dabei auch der Kommunikationsinfrastruktur zu: die autonom fahrenden Fahrzeuge müssen fortan untereinander (car-to-car; c2c) wie auch mit der Umgebung (car-to-x; c2x) kommunizieren. Dies erforderte neben dem Aufbau digitaler Verkehrsinformationsnetze, hochgenaue digitale Referenzkarten als auch die Kommunikation mit Signalanlagen und setzt zudem eine fahrzeugseitige Sensorik in Echtzeit (z.B. für das korrekte Halten am Stau-Ende) voraus. Die Finanzierung des zusätzlichen Ausbaubedarfs gestaltete sich durch die Vermischung öffentlicher und privater Finanzierung zunächst schwierig. Daneben galt es die Frage zu klären, welche Kosten fahrzeugseitig und welche infrastrukturseitig entstehen und somit den entsprechenden Adressaten zuzuschreiben waren (Bohnstein, 2015, Völzow, 2016).

Neben den weiter oben angesprochenen Trend zum Sharing hat die Digitalisierung das Mobilitätsverhalten vor allem auch durch die immer stärkere Vernetzung von Mobilitätsdienstleistungen mit weiteren Angeboten verändert. Zentrale Wachstumsmärkte haben sich entlang zahlreicher Funktionen entwickelt: Entertainment-Angebote (z.B. Musik- und Videostream), Mobilitätsmanagement (z.B. Wartung, aktuelle Verkehrsinformationen, Wetter), Sicherheitsfunktionen (z.B. Notrufaktionen). Diese Dienstleistungen sind Teil des vollautomatisierten Verkehrs geworden, bei dem das jeweilige Fahrzeug Teil eines vernetzten Marktplatzes ist (Alich et al., 2015).

## 5.2. Innovationen in der digitalen Gemeingüterökonomie

Regionen und Kommunen mit einer digitalen Gemeingüterökonomie legten den Schwerpunkt darauf, durch die autonomen Fahrzeuge die Verkehrsbelastung auf den Straßen zu senken. Dies konnte nur über ein verkehrliches Gesamtkonzept realisiert werden, welches neben der Technologie auch auf einen generellen Wandel des Mobilitätsverhaltens setzte (siehe dazu genauer Abschnitt 6.2). Das seit vielen Jahren bekannte und in Anfängen bereits umgesetzte Konzept der „Mobility as a Service“ (MaaS) konnte sich gestärkt durch die hohe Akzeptanz geteilter, autonomer Fahrzeuge nun auch in der breiteren Masse durchsetzen.

Der ÖV blieb weiterhin das Rückgrat der urbanen Mobilität – nicht zuletzt durch eigene Anpassungen an die Digitalisierung. Insbesondere durch vollautomatisierte Kleinbusse konnten nun auch in suburbane Regionen die letzte Meile problemlos überwunden werden sowie durch eine flexiblere Routengestaltung Passagiere beliebig ein-, aus- oder umsteigen (Fulton et al., 2017). Durch den Einsatz passgenauer Gefäßgrößen wuchs der öffentliche Personenverkehr noch stärker mit den verschiedenen Konzepten geteilter Mobilität zusammen. Ridesharing und -Hailing als Ergänzung des ÖVs für Fahrten in kleineren Fahrzeugen konnten ihr Potential weiter entfalten und ergänzten zusammen mit diversen, bedarfsgerechten Carsharing-Angeboten den Umweltverbund (Bardt 2015, Ritz 2018).

Durch Wettbewerbe, aber auch kollaborative Softwareentwicklungsveranstaltungen („Hackathons“) konnten die nötigen Softwaregrundlagen geschaffen werden, um die Entwicklungen in offene Softwaresysteme zu fördern. Durch geeignete Kriterien im öffentlichen Beschaffungswesen wurde nur solche Software beschafft, die nach den Prinzipien der Interoperabilität und offenen Standards ausgerichtet sind, also z.B. Open Source- bzw. Open Data-Anspruch einhalten. Dadurch konnte eine Nachfrage, auch von Seiten privater Unternehmen und Haushalte geschaffen werden und weitere Entwicklungen wurden ermöglicht. Die Investitionen der Kommunen und privaten Wirtschaft in Open Source-Software führten dazu, dass Entwicklungskosten über alle potenziellen Nutzenden skaliert werden konnten. Die einmal von der Community oder einem Softwareentwickler entwickelte Software konnte so in anderen Kommunen eingesetzt bzw. auf diese angepasst werden. Die Entwicklung musste nur einmal finanziert werden und für die Anpassung, Skalierung und Übertragung auf den jeweiligen lokalen Kontext werden eher geringe Ressourcen benötigt. Die Anreize für Betrieb, Weiterentwicklung und Nutzung der digitalen Lösungen beinhalten eine Mischung aus monetärem Belohnungssystem und gesellschaftlicher Anerkennung.

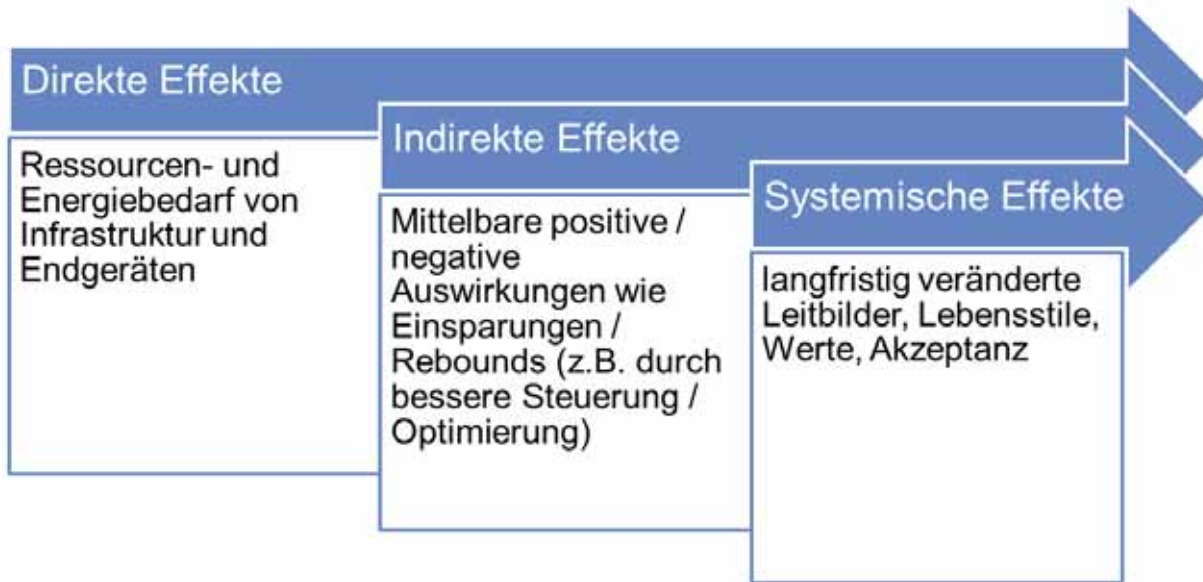
## 6. Nachhaltigkeitswirkungen

### 6.1. Effektebenen der Digitalisierung

Die Ausgestaltung der jeweiligen Geschäftsmodelle und die damit verbundene Nutzung und Auslastung autonomer Fahrzeuge bestimmt deren Umweltauswirkungen maßgeblich mit. Die dadurch

ausgelösten Nachhaltigkeitswirkungen lassen sich in Effekte erster, zweiter und dritter Ordnung unterscheiden (siehe Abbildung 6-1).

**Abbildung 6-1: Effektebenen der Digitalisierung in Bezug auf Nachhaltigkeit**



Quelle: Öko-Institut (nach Hilty 2015)

Effekte erster Ordnung (direkte Umweltwirkungen oder ökonomische Effekte wie Beschäftigung in sektoraler Betrachtung): Beinhaltet alle direkten Umwelteffekte, die sich entlang des Produktlebenszyklus der IKT Nutzung (z.B. mobile Endgeräte, Netzwerke und Rechenzentren, aber auch Produktionssteuerungsanlagen) ergeben, einschließlich der Herstellungs-, Distributions-, Anwendungsphase und Entsorgung. Hierunter fällt auch das anteilige Materialinventar der digitalen Hardware und der Infrastrukturen.

Effekte zweiter Ordnung (darunter indirekte Umweltauswirkungen in Querschnittsbetrachtung): Die Digitalisierung löst Effekte auf die Ressourcennutzung und Umweltauswirkungen in den jeweiligen Anwendungsbereichen aus (z.B. Konsum, Wohnen, Mobilität oder industrielle Produktion), wobei sowohl positive Effekte durch Effizienzsteigerungen als auch negative Effekte in Folge von Rebounds auftreten können. Auf dieser Ebene spiegeln sich Veränderungen der Nutzungshäufigkeiten, -intensitäten und -dauern im Konnex mit der Digitalisierung wider und es können in Folge auch direkte Rebound-Effekte eintreten.

Effekte dritter Ordnung (Meta-Strukturelle bzw. gesellschaftliche Umweltwirkungen): Diese entstehen durch die Auswirkungen der digitalen Technologien auf gesellschaftliche Verhältnisse (z.B. Konsumverhalten, Lebensstile, Arbeitsorganisation, Teilhabechancen, Zeitbudgets, gesellschaftliche Beziehungen). Auf dieser Ebene können sogenannte indirekte Reboundeffekte entstehen, deren Ursache-Wirkungsbeziehungen hochkomplexe Strukturen aufweisen.

## 6.2. Nachhaltigkeitswirkungen von Geschäftsmodellen der autonomen Mobilität

Zunächst ist ein Augenmerk auf die zentralen Treiber für den Energie- und Ressourcenverbrauch zu legen. Noch losgelöst von den Spezifika der Geschäftsmodelle und dem damit verbundenen



Einsatz autonomer Fahrzeug als monomodalen<sup>8</sup> Ersatz für das private konventionelle Auto bzw. den alternativen Sharing-Modellen sind die Treiber eines höheren Verbrauchs klar zu benennen: neben einer umfassenden Sensorik, die für die Fahrzeugkommunikation (car-to-car und car-to-x) notwendig ist (siehe 5.1), werden die Hersteller bei autonomen Fahrzeugen zudem einen Fokus auf Fahrkomfort legen. So sorgen verstärkt Enter- und Infotainment-Systeme im Fahrzeug für ein neues Komfortgefühl während des Fahrens: die Fahrzeit kann sinnvoller genutzt und die Aufmerksamkeit anderen Dingen gewidmet werden. Dieser – im Vergleich zum „klassischen“ ÖV – größere Gewinn an Komfort und Privatheit kann dabei nicht zuletzt auch zu einer Ausweitung der Verkehrsleistung führen.

Einer der wesentlichen Umwelteffekte dürfte insbesondere im urbanen Betrachtungsraum der Flächenthematik zukommen. So besitzen autonome Fahrzeuge, in starker Abhängigkeit von der Ausgestaltung des Geschäftsmodelles, großes Potential zur Flächenentlastung sowohl im fließenden als auch im ruhenden Verkehr beizutragen. Abgestimmte Brems- und Beschleunigungsvorgänge ermöglichen zunächst eine höhere Fahrzeugdichte im fließenden Verkehr. Unter der vorläufig getroffenen Annahme ausbleibender Reboundeffekte (Zunahme des motorisierten Individualverkehrs) etwa durch die Ausrichtung an der in 4.3 dargestellten digitalen Gemeingüterökonomie können die so frei werdenden MIV-Infrastrukturen nach und nach zurückgebaut werden und etwa in Wegenetze für Fußgänger und Radfahrer oder aber auch Aufenthaltsraum und Grünflächen umstrukturiert werden. Zusätzliche Flächeneinsparungspotentiale können auch beim ruhenden Verkehr angenommen werden. Um jedoch tatsächlich auch Stellplätze einsparen zu können, bedarf es mehr als autonomes Fahren. Dies kann nur in Verbindungen mit Geschäftsmodellen funktionieren, die konsequent auf Carsharing, Carpooling und Ridesharing setzen und dadurch mittel- bis langfristig den Privatbesitz an (autonomen) Pkws reduzieren können. Die Anbieter von offenen und kollaborativen Mobilitätsplattformen setzten bewusst Anreize, um die Plattform-User zu einem ökologisch sinnvollen Verkehrsverhalten zu animieren. Ein Mix aus monetären und reputativen Belohnungen, z.B. mit spielerischen Elementen (Gamifikation), kann ökologisch sinnvolles Verkehrsverhalten zusätzlich fördern. Auch Personen mit weniger nachhaltigem Verhalten werden somit sensibilisiert, ohne dabei auf moralisierende Vorhaltungen abzustellen. So können auch digitale Geschäftsmodelle dazu beitragen, erfolgreich gesellschaftliches Verhalten auf einen nachhaltigeren Pfad lenken.

Daneben sei zudem noch auf die Annahme einer energie-effizienteren Nutzung der Fahrzeuge verwiesen – nicht zuletzt getrieben durch den vermehrten Einsatz elektromotorischer Fahrzeuge, der auch bei autonomen Fahrzeugen weiterhin eine große Bedeutung zukommt.<sup>9</sup> Zunächst ist dazu festzuhalten, dass durch die höhere Energieeffizienz von E-Fahrzeugen bei entsprechendem Einsatz der Energiebedarf des Verkehrssystems sinken wird. Der energieaufwändigen Herstellung von Elektrofahrzeugen steht dabei eine Betriebsphase entgegen, bei deren Summe es bereits heute zu einer Verminderung des Treibhausgasausstoßes kommt. Nicht zuletzt durch das Fortschreiten der Energiewende, wie auch einer effizienteren und sauberen Herstellung der Elektrofahrzeuge, kann sich deren Klimabilanz weiter verbessern. Diese bedingt daneben jedoch eine im Vergleich zu heute höhere zusätzliche Stromnachfrage, welche durch erhöhte Kapazitäten von erneuerbaren Energien gedeckt werden muss. Auch ist der Einsatz von elektromotorischen Fahrzeugen eng mit der Frage nach den Verfügbarkeiten von zusätzlich benötigten Rohstoffen verbunden.

---

<sup>8</sup> Als „monomodale“ Nutzung eines Verkehrsmittels versteht man, wenn die gesamte Wegestrecke mit nur einem Verkehrsmittel zurückgelegt wird. Der Begriff Monomodalität wird meist im Zusammenhang mit der Nutzung eines (privaten) Pkw verwendet und steht damit im Gegensatz zur Multi- bzw. Intermodalität.

<sup>9</sup> Hierbei ist zu beachten, dass die hierzu genannten Umwelteffekte sich nicht spezifisch auf automatisierte Fahrzeuge beziehen, sondern auf alle elektromotorisch angetriebenen Fahrzeuge weitestgehend unabhängig von deren Nutzung zutreffen.

Perspektiv ist davon auszugehen, dass durch Materialeffizienz, Recycling und Substitution bei der Ressourcennutzung keine Ressourcenknappheit besteht.<sup>10</sup>(Hacker, 2018)

Wengleich das autonome Fahren gerade in Verbindung mit der Elektrifizierung, Digitalisierung und dem Sharing viele ökologisch positiv zu bewertende Wirkungen mit sich bringt, so gehen daraus potenzielle Reboundeffekte hervor, welche systematisch untersucht werden müssen. So ist es zunächst denkbar, dass die mit autonomem Fahren verbundenen Effizienzgewinne v.a. durch einen Anstieg der Fahrzeugnutzung und damit einer höheren Fahrleistung überkompensiert werden. Die Nutzungsvorteile des autonomen Fahrens, wie Komfortgewinne durch Zeiteinsparung, die geringeren Nutzungskosten (u.a. durch Sharing und Skalierungseffekte bei der Fahrzeuganschaffung) als auch eine höhere Verkehrssicherheit (u.a. weniger Unfälle), lassen dieses Szenario realistisch erscheinen. Daneben kann es auf der Ebene geteilter Mobilität durch den Einsatz autonomer Mikrobusse (sog. „Robo-Taxis“) auch zu einer Kannibalisierung des ÖVs kommen. Diese erfüllen durch ihre flexibleren und damit oftmals kleineren Gefäßgrößen ebenfalls höhere Ansprüche an Komfort und Flexibilität. Sie könnten dadurch die Akzeptanz und Auslastung der „traditionellen“ öffentlichen Verkehrsbetriebe gefährden, sofern diese sich nicht frühzeitig auf die neuen Mobilitätsbedürfnisse ihrer Kundinnen und Kunden einstellt und den MaaS-Gedanken in bestehende Strukturen integriert. Zuletzt sind es auch Sharing-Modelle, welche, entgegen ihrer eigentlichen Intention, unbeabsichtigte, negative Umweltwirkung entfalten könnten: Werden die Fahrzeuge nicht im Sinne eines Ridesharing-Systems und damit einer größtmöglichen Auslastung verstanden und genutzt, wären gegebenenfalls häufige Leerfahrten und damit zusätzlicher Verkehr auf den Straßen die Folge. Aus allen drei Nutzungsszenarien des autonomen MIV, ÖV und des Sharing würde letztlich eine konträre Entwicklung zu der oben angesprochenen Flächeneinsparung resultieren: Sowohl eine Anpassung bzw. ein Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen für den motorisierten Individualverkehr als auch die Erschließung neuer Siedlungsgebiete wären notwendig, um den neuen Anforderungen an Mobilität und Wohnen auch infrastrukturell gerecht zu werden (ITF & OECD, 2015).<sup>11</sup>

Die digitale Mobilitätswende stellte daneben auch in sozialer Hinsicht für viele Bürgerinnen und Bürger einen Zugewinn an Mobilitätsoptionen dar. Gerade intermodal angelegte, digitale Plattformen ermöglichten den Nutzern und Nutzerinnen gleichermaßen die Information und Auskunft über bestehende Verkehrsmittelooptionen, wie auch eine daran anschließende unkomplizierte Buchung und gebündelte Abrechnung. So konnten die daran ausgerichteten Geschäftsmodelle auch neuen Nutzergruppen, die bislang z.B. vor allem auf individuelle Mobilität fokussiert waren, Zugänge zu Mobilitätsangeboten schaffen und zu einem höheren Maß an Mobilität beitragen. Im suburbanen Raum konnten autonome Fahrzeuge zudem auch soziale Teilhabe ermöglichen: gerade dort gibt es Bevölkerungsgruppen, deren Mobilität durch fehlende, flexible und vor allem auch regelmäßige Mobilitätsangebote stark eingeschränkt sein konnte. Digitale Lösungen in Form von Last-Mile- bzw. Ridesharing-Angeboten ermöglichten diesen (wieder) eine stärkere gesellschaftliche Teilhabe in zweierlei Hinsicht: Alltagswege waren so (wieder) einfacher zu gestalten und zudem gab das Ridesharing die Möglichkeit zur sozialen Interaktion.

Gleichzeitig sind jedoch auch die negativen Auswirkungen einer digitalisierten, automatisierten Mobilität und die damit verbundenen Verlierer in sozialer Hinsicht zu benennen: so erfuhren – als konträre Entwicklung - vor allem gesellschaftliche Gruppen ohne bzw. mit geringem Zugang zu digitalen Angeboten eine Einschränkung in ihrer Mobilität. Würde daneben der MIV-basierte Ver-

<sup>10</sup> Weitere umfassendere Antworten auf die wichtigsten Fragen zur Elektromobilität können dem Faktencheck entnommen werden (Verfügbar unter: [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ\\_Elektromobilitaet\\_Oeko-Institut\\_2017.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ_Elektromobilitaet_Oeko-Institut_2017.pdf))

<sup>11</sup> Auf die Darstellung indirekter Rebound-Effekte (z.B. Ressourceneinsparung führt zu Ressourceneinsatz an anderer Stelle) soll an dieser Stelle verzichtet werden. Weitere Informationen dazu sind Ritz (2018) zu entnehmen.

kehr in Städten durch eine zu geringe Berücksichtigung von Sharing-Angeboten durch autonomes Fahren weiter steigen, wäre zudem mit einem höheren Lärmaufkommen und verkehrsbedingten Emissionen zu rechnen, die dann für die gesamte (Stadt-)Bevölkerung zu spüren wäre. Daneben zeigte sich zuletzt die Datenerhebung und -verarbeitung von Verkehrs- und Reiseinformationen sowohl für Fahrzeugbesitzer gleichermaßen wie für die NutzerInnen von Apps oder Diensteanbietern und den weiteren Verkehrsteilnehmer als Bedrohung der individuellen Privatsphäre (vgl. 4).

## **7. Ableitung zentraler Gestaltungs- und Regulierungsnotwendigkeiten im Rahmen der Geschäftsmodelle digitaler Mobilitätsdienstleistungen**

Im abschließenden Kapitel werden politische Maßnahmen beschrieben, die darauf abzielen, die autonome Mobilität so gestalt- und regulierbar zu machen, dass diese eine sozial-ökologische Verkehrswende unterstützt und die oben beschriebenen möglichen negativen Wirkungen auf Umwelt und Gesellschaft reduziert werden. Dazu ist es gleichermaßen notwendig, dass bestehende Mobilitätsmuster verändert (Verkehrsverlagerung und -vermeidung) und daneben auch alternative, sozial-ökologische Mobilitätsangebote gefördert werden (siehe hierzu Tabelle 7-1).

**Tabelle 7-1: Politische Maßnahmen**

Thema	Problem Problembeschreibung/Referenz	Gestaltungsbedarfe / Standpunkt / Regulierungsvorschlag / Forderung / Forschungsbedarfe
<p>Digitalisierung, Monopolbildung, Datenstock als Wertschöpfungsbasis</p>	<p>Kriterien für Marktversagen sind erfüllt (Skaleneffekte mit sinkenden Grenzkosten, Netzwerkeffekte, Lock-in-Effekte etc.), siehe insbesondere Kapitel 3</p>	<p>Rahmenbedingungen müssen nachträglich gegen die Interessen der digitalen Konzerne durchgesetzt und über kartellrechtliche Schritte versucht werden, Marktzutrittsbedingungen für einen funktionierenden Wettbewerb zu schaffen.</p> <p>Eigentums- bzw. Nutzungsrechte an Daten müssen geklärt werden (nutzungs- vs. personenbezogene Daten)</p> <p>Zerschlagung und Vergesellschaftung von digitalen Monopol-Unternehmen können nötig werden</p> <p>Besteuerung der unternehmerischen Wertschöpfung auf Datenbasis (Datensteuer)</p> <p>Digitale Märkte so regulieren, dass Gemeingüterorientierung gestärkt wird, z.B. Ausnahme der Besteuerung der Wertschöpfung auf Datenbasis, Anreize für gemeingüterorientierte Venture Capital-Geber(innen) schaffen, z.B. steuerlich etc. (um Wagniskapital-Geber(innen) Anreize zu geben)</p> <p>Gezielte Fördermaßnahmen für offene und sozial-ökologisch ausgerichtete Geschäftsmodelle (z.B. Wettbewerbe, öffentliche Beschaffung)</p> <p>Kriterien der öffentlichen Beschaffung / öffentliche Vergaben so definieren und ausrichten, dass digitale Unternehmen die Kommunen bzw. Regionen am Datenstock beteiligen müssen.</p> <p>Technische/Organisatorische Grundlagen in den Kommunen für die Datenallmende einrichten, also offene Schnittstellen, offene Standards, Open Data, Kompetenzen aufbauen, Personalstock aufbauen</p>
<p>Algorithmen und Entscheidungskriterien</p>	<p>Die Entscheidungs- bzw. Optimierungsstrukturen von Algorithmen sind nach vorhergewählten Kriterien definiert worden, die nicht transparent sind.</p>	<p>Kriterien für Entscheidungsbasis der Algorithmen offenlegen, sozial-ökologische Kriterien in den verschiedenen Anwendungsfeldern müssen entwickelt werden (z.B. stärkere Berücksichtigung von Fuß- und Fahrradverkehr in mobilen Apps,</p>

Thema	Problem Problembeschreibung/Referenz	Gestaltungsbedarfe / Standpunkt / Regulierungsvorschlag / Forderung / Forschungsbedarfe
	<p>KI und Algorithmen werden so komplex (z.B. machine learning), dass diese gar nicht mehr durchschaut werden können, bei Fehlfunktionen besteht Verantwortungslücke, aber auch Frage nach der Ausrichtung der Optimierung, Profit oder Gemeinnutz?.</p>	<p>um Umwelt und Gesundheit zu fördern)</p> <p>Die Verantwortungsstrukturen beim Einsatz von KI/Algorithmen müssen so weit wie möglich transparent gemacht werden, Schutz von Betriebsgeheimnissen durch Clearingstelle sicherstellen, die zur Geheimhaltung über Details verpflichtet ist, aber Bericht der Öffentlichkeit vorlegt. Zusätzlich soll Technikfolgenabschätzung verpflichtenden Prüfkatalog für Algorithmen und KI entwickeln, welchen die Unternehmen absolvieren müssen.</p>
<p>Ausrichtung der Geschäftsmodelle</p>	<p>Geschäftsmodelle beinhalten Anreizstrukturen, die auf Profit ausgerichtet sind und begünstigen so z.T. ökologisches Fehlverhalten, Rebounds und andere gesellschaftlich unerwünschte Erscheinungen. Gemeinnützige Potenziale werden verschwendet.</p>	<p>Assessmenttool entwickeln und anwenden, um Anreizstrukturen von GMs in Bezug auf ihre Nachhaltigkeitswirkungen (z.B. Rebound-Check) zu untersuchen und zu prognostizieren.</p> <p>Öffentlich-rechtliche Finanzierung durch Investitionsbanken, wenn finanzielle Tragfähigkeit der Geschäftsmodelle gesichert werden kann (oft nur Anschubfinanzierung nötig, Betrieb, Wartung und Weiterentwicklung kann wirtschaftlich selbst tragfähig sein, da diese aus der Datenrendite finanziert werden kann).</p> <p>Geschäftsmodelle können, einmal entwickelt, leicht auf andere Kommunen übertragen werden, Anpassung nötig, Entwicklungen müssen nur einmal finanziert werden</p>
<p>Datenbereitstellung, Kompatibilität, Schnittstellen, Interoperabilität</p>	<p>Digitale Unternehmen bilden geschlossene Datensilos, die eine gesellschaftliche Nutzung der Daten unmöglich macht.</p>	<p>Private Datenbestände öffentlich nutzbar machen, analog Versorgungssicherheit sollten öffentlich-rechtliche Datenbroker Zugriff auf private Daten bekommen, um darauf zentrale Anwendung aufbauen zu können (für Mobilitäts-Apps, digitale Verkehrsleitsysteme, Verbrauchs- bzw. Emissionsdaten etc.)</p> <p>Rahmenbedingungen und Verfügungsrechte über Daten so gestalten, dass offene Software- und Datenprinzipien eingehalten werden und Lock-ins vermieden werden (viele GMs basieren auf Lock-ins, um Netzwerkeffekte besser generieren</p>

Thema	Problem Problembeschreibung/Referenz	Gestaltungsbedarfe / Standpunkt / Regulierungsvorschlag / Forderung / Forschungsbedarfe
		<p>zu können, offene vs. geschlossene digitale Ökosysteme)</p> <p>Kommunale bzw. regionale öffentlich-rechtliche Datenstellen aufbauen (hier Pseudo- und Anonymisierung gewährleisten), diese nur bei Einhaltung bestimmter Kriterien/Lizenzen genutzt werden dürfen (z.B. Creative Commons Share Alike etc.)</p> <p>Kooperation mit kommunaler Innovationsabteilung (kommunales Entwicklungs-Hub, siehe z.B. Koop BSR, Bewag etc. in Berlin) sozio-ökologisch ausgerichtete Geschäftsmodelle entwickeln.</p>
<p>Kontrolle der Daten bei vernetzten und automatisierten Fahrzeugen</p>	<p>Verletzung von Persönlichkeitsrechten</p>	<p>Datensparsamkeit / Datenminimierung: Datenerhebung dem Zweck angemessen und notwendig</p> <p>Transparenzprinzip: Verpflichtung zur Unterrichtung in einer präzisen, verständlichen und leicht zugänglichen Form in einer einfachen und klaren Sprache</p> <p>Löschpflichten: Löschung personenbezogener Daten ohne unangemessene Verzögerung</p> <p>Lösungsansätze: Zweckbindungsgrundsatz; Transparenz und Information für den Betroffenen, Lösung durch Verbesserung der Fahrzeug-Infrastruktur (Datensouveränität);</p>
<p>kommunale / regionale Einflussnahme</p>	<p>Digitalisierung befördert Dezentralisierung, fehlende politische Gestaltungsmacht auf der kommunalen und regionalen Ebene. Notwendigkeit kommunaler Einflussnahme auf marktgesteuerte Entwicklung</p> <p>Für die Systemintegration, also einem „erweiterten und technologisch angepassten Umweltverbund“ bedarf es geeigneter Geschäftsmodelle, die eine nachhaltige Mobilität in den Fokus nehmen (also auch künftig Fokus auf große Gefäßgrößen und kleine Sharing- &amp; Poolingfahrzeuge nur als Ergänzung)</p>	<p>Reform der Subsidiarität mehr Entscheidungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene, Möglichkeiten ökonomische Rahmenbedingungen spezifisch lokal/regional auszurichten. Stadt/Land spezifische Formen und angepasste Regulierung entwickeln.</p> <p>Forschungsbedarf:</p> <p>Wie kann eine Ausgestaltung / Umsetzung des regulativen Rahmens bzw. ökonomischer Anreize und Geschäftsmodelle für die Integration autonomer Fahrzeuge in den Umweltverbund aussehen?</p> <p>Wie kann der Umweltverbund durch neue Technologien flexi-</p>

Thema	Problem Problembeschreibung/Referenz	Gestaltungsbedarfe / Standpunkt / Regulierungsvorschlag / Forderung / Forschungsbedarfe
		bilisiert werden (z.B. autonome Fahrzeuge unterschiedlicher Gefäßgrößen)?
Infrastrukturen für autonomes Fahren	Fehlende Regulierung der Infrastrukturen für autonomes Fahren	<p>Rechtlich –regulatorischer Rahmen für Anbieter technologischer Infrastrukturen und dafür nötiger Voraussetzungen (5G-Netz, Sensorik für Radar, Ultraschall, etc.) im Sinne der Nachhaltigkeit (z.B. Systemoffenheit, offene Schnittstellen und Standards)</p> <p>Forschungsbedarf:</p> <p>Wie können die sozio-ökonomischen Chancen und Potenziale der autonomen Mobilität im Sinne gesellschaftlicher Teilhabe und einer Mobilität für alle weiter entwickelt und genutzt werden, insbesondere im suburbanen und ländlichen Raum?</p> <p>Welche Anreize und Geschäftsmodelle braucht es, um die autonome Mobilität als übergreifendes Mobilitätssystem („Mobility as a Service“) auch im Sinne der Generationengerechtigkeit nutzbar werden zu lassen (z.B. Mobilitätsdienstleistungen für (hoch-)Betagte und sehr junge Zielgruppen etc.)?</p>





## Literaturverzeichnis

- Alich, S.; Bauer, C.; Danne, B.; Gründinger, W.; Martignoni, R.; Rist, O. & Schneider, J. (2015). Connected Cars – Geschäftsmodelle (Diskussionspapier). Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW).
- Bardt, H. (2016). Autonomes Fahren. Eine Herausforderung für die deutsche Autoindustrie. Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung 43 (2).
- Bohnstein, D. v. (2015). Private Investitionen in öffentliche Infrastruktur. München: vbw. Verfügbar unter <https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2015/Downloads/Positionspapier-einseitig-final-2.pdf>, zuletzt abgerufen am 04.10.2018.
- Bormann, R.; Fink, P.; Holzapfel, H.; Rammler, S.; Sauter-Servaes, T.; Tiemann, H.; Waschke, T. & Weirauch, B. (2018). Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie: Transformation by disaster oder by design? (Friedrich-Ebert-Stiftung (FES), Hrsg.) (WISO Diskurs 03/18).
- Bria, F. (2017). Barcelona City Council technological sovereignty guide. Barcelona Ciutat Digital.
- Calzada, I. (2017). The Techno-Politics of Data and Smart Devolution in City-Regions. Comparing Glasgow, Bristol, Barcelona, and Bilbao. *Systems* 5 (1), S. 18.
- Daum, T. (2017). Das Kapital sind wir. Zur Kritik der digitalen Ökonomie (Nautilus flugschrift, 2. Auflage). Hamburg: Edition Nautilus.
- Ebner, H.-T. (2013). Motivation und Handlungsbedarf für Automatisiertes Fahren. DVR-Kolloquium Automatisiertes Fahren, Bonn. Verfügbar unter [http://www.dvr.de/download2/p3745/3745\\_0.pdf](http://www.dvr.de/download2/p3745/3745_0.pdf), zuletzt abgerufen am 04.10.2018.
- Florian Hacker (2018). Elektromobilität - Faktencheck. Fragen und Antworten (Öko-Institut e.V., Hrsg.). Öko-Institut e.V. Verfügbar unter [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ\\_Elektromobilitaet\\_Oeko-Institut\\_2017.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ_Elektromobilitaet_Oeko-Institut_2017.pdf), zuletzt abgerufen am 04.10.2018.
- Fulton, L.; Mason, J. & Meroux, D. (2017). Three revolutions in urban transportation. How to achieve the full potential of vehicle electrification, automation and shared mobility in urban transportation systems around the world by 2050. UC Davis; Institute for Transportation & Development Policy (ITDP).
- Gsell, M. (2015). Vom Nutzen statt besitzen zur Sharing Economy: Eine Systematisierung der Ansätze (Working Paper Nr. 1). Öko-Institut.
- Heinrichs, D. (2015a). Autonomes Fahren und Stadtstruktur. In D. Heinrichs (Hrsg.), *Autonomes Fahren und Stadtstruktur* (S. 219–239). Springer Vieweg.
- Heinrichs, D. (Hrsg.) (2015b). *Autonomes Fahren und Stadtstruktur*: Springer Vieweg.
- Heymann, E. & Meister, J. (2017). Das "digitale Auto": Mehr Umsatz, mehr Konkurrenz, mehr Kooperation (Deutsche Bank Research, Hrsg.) (Deutschland Monitor - Digitale Ökonomie und struktureller Wandel).
- ITF & OECD (2015). Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic, Paris. Verfügbar unter [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb\\_self-drivingcars.pdf](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf), zuletzt abgerufen am 04.10.2018.
- Krüger, J. & Lischka, K. (2018). Damit Maschinen den Menschen dienen. Lösungsansätze, um algorithmische Prozesse in den Dienst der Gesellschaft zu stellen -Arbeitspapier- (Bertelsmann Stiftung, Hrsg.).
- Krumtung, A. (2018). Potenziale & Herausforderungen smarterer Mobilität für Städte und Gemeinden. Monographie am The Open Government Institute (TOGI) der Zeppelin Universität zu aktuellen Herausforderungen von Kommunen (Schriftenreihe des The Open Government Institute (TOGI) der Zeppelin Universität Friedrichshafen Band 18).
- magility (2017). Smart Services – Datengetriebene Geschäftsmodelle in der Automobilindustrie. Verfügbar unter <https://www.magility.com/smart-services-datengetriebene-geschaeftsmodelle-in-der-automobilindustrie/>, zuletzt abgerufen am 24.05.2018.
- Mayer-Schönberger, V. & Ramge, T. (2017). Das Digital. Markt, Wertschöpfung und Gerechtigkeit im Datenkapitalismus. Berlin: Econ.

- Morozov, E. & Bria, F. (2017). Die Smarte Stadt neu denken. Wie urbane Technologien demokratisiert werden können (Rosa-Luxemburg-Stiftung, Hrsg.).
- Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH (NVBW) (Hrsg.) (2015). Bürgerbusse in Fahrt bringen. Stationen auf dem Weg zum BürgerBus.
- Ritz, J. (2018). Mobilitätswende - autonome Autos erobern unsere Straßen. Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- StGB NRW (2017). Thesenpapier Mobilität der Zukunft. Städte- und Gemeindebund Nordrhein-Westfalen.
- Stocker, A. & Shaheen, S. (2017). Shared Automated Vehicles: Review of Business Models. Prepared for the Roundtable on Cooperative Mobility Systems and Automated Driving (6-7 December 2016) (Discussion Paper 2017-09). International Transport Forum (ITF).
- Verband der Automobilindustrie (2018). Automatisiertes Fahren. Verfügbar unter <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/automatisiertes-fahren/automatisiertes-fahren.html>, zuletzt abgerufen am 08.06.2018.
- Völzow, C. (2016). Automatisiertes Fahren - Infrastruktur. München: vbw. Verfügbar unter <https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2016/Downloads/160418-Automatisiertes-Fahren-Infrastruktur.pdf>, zuletzt abgerufen am 04.10.2018.
- Völzow, C. & Livschits, O. (2018). Automatisiertes Fahren - Datenschutz und Datensicherheit. vbw. Verfügbar unter <https://vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Recht/2018/Downloads/vbw-Position-Automatisiertes-Fahren-Datenschutz-und-Datensicherheit-Ma%CC%88rz-2018.pdf>, zuletzt abgerufen am 04.10.2018.