SAFiP

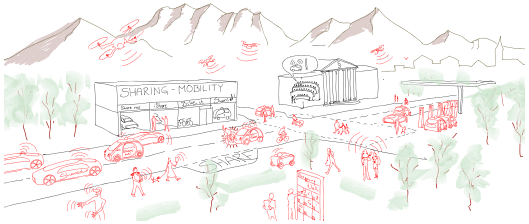
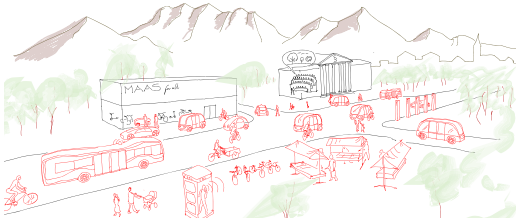
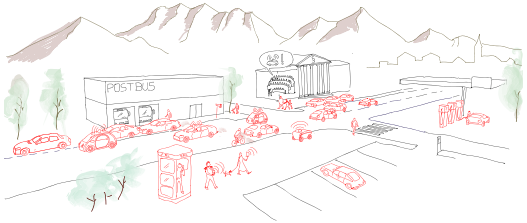
SYSTEMSZENARIEN AUTOMATISIERTES FAHREN IN DER PERSONENMOBILITÄT

SZENARIEN 2030

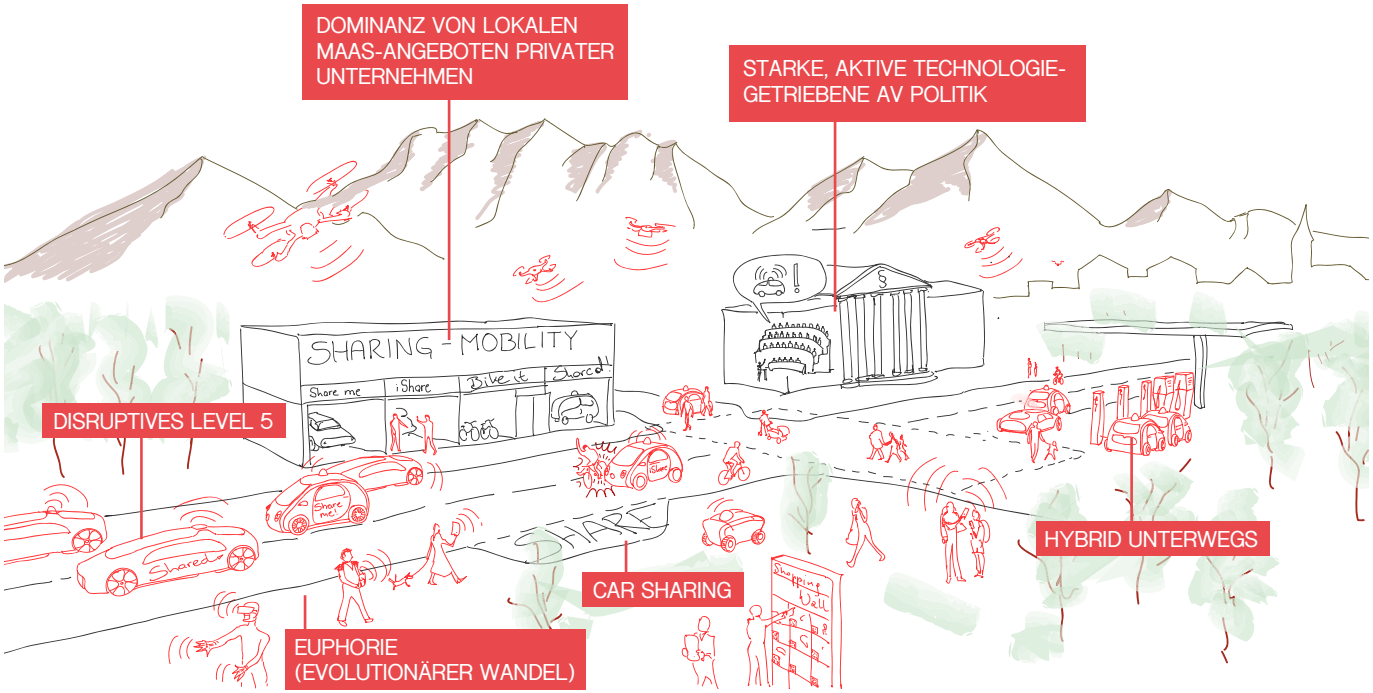
TU WIEN Technische Universität Wien Department für Raumplanung Verkehrssystemplanung raum ivs
TUW
TU WIEN Technische Universität Wien Department für Raumplanung Soziologie raum isra
WIENER LOKALBAHNEN
Institut für Höhere Studien Institute for Advanced Studies Vienna
KFV Kuratorium für Verkehrssicherheit

Bundesministerium Verkehr, Innovation und Technologie
FFG Forschung wirkt.

ÜBERBLICK SZENARIEN 2030

	1. Markt-getriebene AV-Euphorie	2. Politik-getriebene AV-Steuerung	3. Individualisierte Mobilität und AV-Innovationsstau
			
Mobilitäts- und Verkehrspolitik	**starke, aktive Technologie-getriebene AV Politik** Fokus auf Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaft	**aktive Umweltschutz-getriebene AV Politik** Fokus auf ökologische Nachhaltigkeit und soziale Inklusion	**starke, aktive Technologie-getriebene AV Politik** Fokus auf Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaft
Mobility as a Service	**Dominanz von lokalen MaaS-Angeboten privater Unternehmen** einzelne Anbieter, schwache Schnittstellen zu Partnerdiensten und ÖV	**Stadt-regionales öffentliches MaaS** verstärkte Zusammenarbeit von Anbietern, Ausweitung öffentlicher Plattformen	**keine Durchsetzung von MaaS** keine Verbreitung von MaaS
Shared Mobility	**Car Sharing** Verbreitung von Car Sharing und Leasing	**Shared Economy** weitgehende Verbreitung aller Formen von Sharing: Car Sharing, Ride Sharing etc.	**No Sharing** keine Verbreitung von Sharing
Mobilitäts-einstellungen	**Euphorie (evolutionärer Wandel)** weitgehende Unterstützung des AV und des Sharing	**räumliche Ambivalenz** positive Einstellungen zu ÖV und Sharing in Städten, positive Einstellungen zu privat Kfz allenfalls in dünn besiedelten Orten (automatisiert und nicht automatisiert)	**Polarisierung der Gesellschaft** überwiegend positive Einstellungen zu privat Kfz (automatisiert und nicht automatisiert), aber niedrige Einkommensgruppen zur ÖV-Nutzung gedrängt
AV Technologie/ Künstliche Intelligenz	**disruptives Level 5** vollautomatisiertes Fahren in (fast) allen Anwendungskontexten, Sicherheitsniveau schlechter als heute	**schnelles Level 4** hochautomatisiertes Fahren in einfachen Anwendungskontexten, Sicherheitsniveau besser als heute	**evolutionäres Level 3** bedingt-automatisiertes Fahren in einfachsten Anwendungs-kontexten, Sicherheitsniveau etwas schlechter als heute
Antriebs-technologien	**hybrid unterwegs** hohe Zunahme bei Hybridantrieben/ Übergangslösungen	**elektromobiler Fortschritt** deutliche Zunahme bei Elektro-Fahrzeug-Zulassungen	**Optimierung bei Verbrennungsmotoren** Status-Quo-Entwicklung bei Fahrzeugen mit alternativen Antrieben

1. Markt-getriebene AV-Euphorie



In Österreich besteht generell eine sehr optimistische Stimmung in Bezug auf das automatisierte Fahren. Dies zeigt sich zum einen in den Einstellungen in der Bevölkerung gegenüber der Automatisierung und zum anderen in der Mobilitäts-, Verkehrs- und Forschungsförderungspolitik sowie in den rasanten technologischen Entwicklungen.

Die österreichische Politik fördert neben den evolutionären auch radikale Innovationen und Entwicklungen der AV-Technologien. Die Zielsetzung ist, vor allem durch die Förderung der einschlägigen Unternehmen die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Das geschieht vorrangig durch flexibilisierte Formen der Regulierung. In dieser Logik nimmt die Verkehrspolitik überwiegend eine moderierende Rolle ein, die den dominanten wirtschaftlichen Prozessen folgt. Die Wirtschaft hat offensiv vorgetragene Interessen an evolutionären und disruptiven Innovationen. Insgesamt sind die Entwicklungen durch den Staat und die Unternehmen stark top-down orientiert. Start-Ups mischen allerdings die Szene durch Bottom-up Innovationen auf.

Die technologischen Entwicklungen zur Vollautomatisierung (SAE-Level 5) werden u.a. durch radikale Fortschritte durch Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) (deep learning), (Umgebungs-)Sensoren, Hochleistungsrechner, die Datenübertragung, Big Data und digitalen Karten ermöglicht. Das Cybersicherheits-Niveau ist noch stark ausbaufähig und es besteht eine hohe Anfälligkeit für Hackerangriffe. Gleichfalls bestehen auch im Bereich der Verkehrssicherheit noch Probleme: Es gibt nach wie vor Schwierigkeiten in der Interaktion der hochgradig automatisierten mit den noch in großer Anzahl bestehenden gering automatisierten Fahrzeugen und mit den nicht motorisierten VerkehrsteilnehmerInnen (FußgängerInnen, RadfahrerInnen), was häufig noch zu Unfällen führt. Die digitale AV-Infrastruktur (V2V – Vehicle-to-Vehicle, flächendeckende 5G-Netze, Echtzeit-Verkehrslage Standardisierung und Harmonisierung von Daten etc.) wird vom Staat und mittels PPP-Modellen bereitgestellt. Die Bemühungen sind dabei eher sektoral angesetzt.

Die Fahrzeugflotten sind in Österreich zunehmend von automatisierten Fahrzeugen geprägt, vollautomatisiertes Fahren (SAE-Level 5) gibt es mittlerweile in (fast) allen Anwendungskontexten. Begleitet wird diese sehr optimistische Stimmung, die in den Kauf- und Nutzungsentscheidungen sichtbar ist, durch eine hohe bzw. steigende Technikaffinität in der österreichischen Bevölkerung, sprich: Es besteht eine hohe und zunehmende Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Technologien mit entsprechenden Lebens- und Mobilitätsstilen. Stark technikaffine Menschen zählen demnach vorrangig zu den NutzerInnen von AV-Fahrzeugen, die zunehmend Bestandteil des Alltags werden. Es gibt nur selten Berührungsängste, neue Entwicklungen werden überwiegend begrüßt. Die Menschen sind überwiegend mit hybriden Antrieben unterwegs. Nachdem im Bereich der E-Mobilität nur mittlere technologische Fortschritte verzeichnet werden (mit Auswirkungen auf die Reichweite und Aufnahmedauer), haben sich in Österreich vor allem

1. Markt-getriebene AV-Euphorie

Hybrid-Antriebe als Übergangslösung durchgesetzt. Dominierende Kraftstoffe sind Otto/Diesel und Strom. Weitere Faktoren, die eine reine E-Mobilität für die KundInnen wenig attraktiv machen, sind die hohen Batteriepreise, die geringe Lebensdauer und die mittlere Netzdichte an Ladestationen.

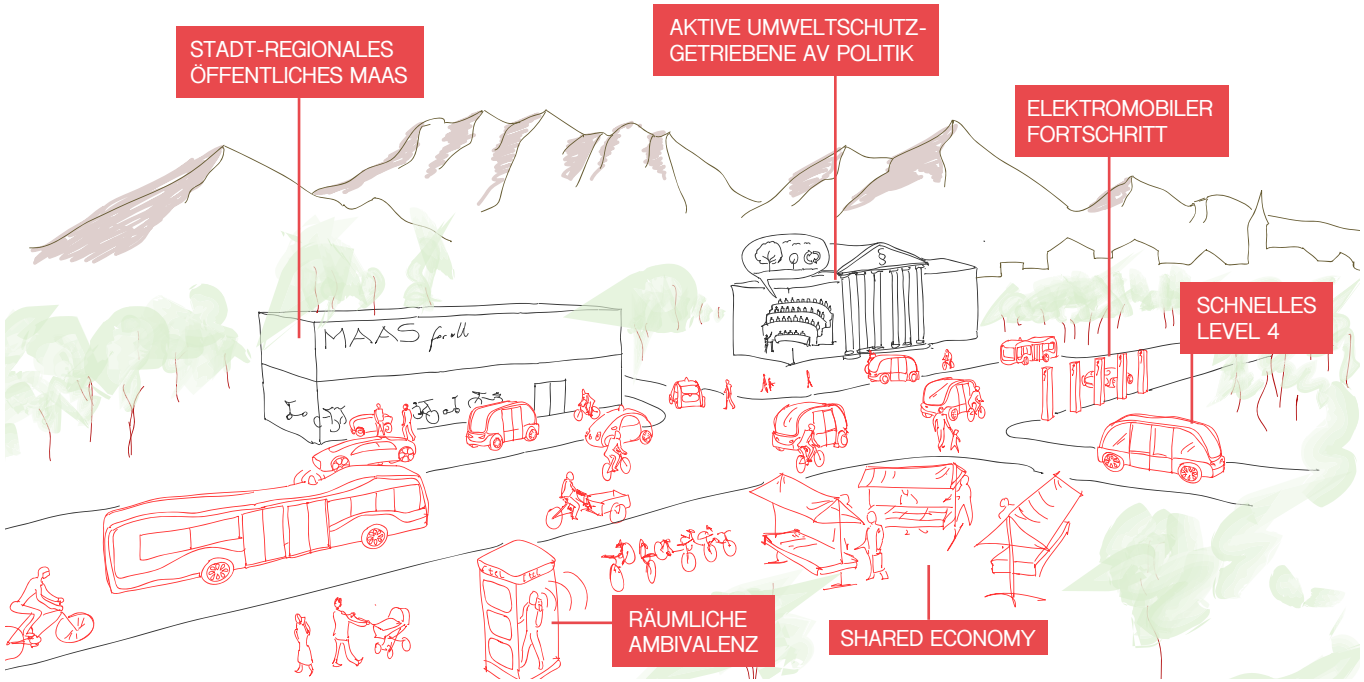
Sharing, Leasing (subscription services) und Mobility-as-a-Service (MaaS) werden in Österreich überwiegend von privaten Unternehmen angeboten, die ein kommerzielles Interesse und eine Gewinnoptimierung verfolgen. Solche Angebote werden jedoch verstärkt nur dort bereitgestellt, wo eine ausreichende Nachfrage vorhanden ist (dichtes Siedlungsgebiet ggf. auch Orte, an denen entsprechende Milieus verkehren). Als Folge sind Sharing- und MaaS-Angebote in Österreich nicht flächendeckend vorhanden, sondern stark lokal konzentriert, was insofern zu sozialräumlichen Ungleichheiten beiträgt, als disperse Räume vom Angebot ausgeschlossen werden.

Die privaten Unternehmen fokussieren sich zudem allein auf die Optimierung des eigenen Angebots, die Schnittstellen zu den Partnerdiensten resp. potenziellen Konkurrenten werden vernachlässigt. Während im Bereich AV die technologischen Entwicklungen bereits weit fortgeschritten sind, stecken bspw. der Einsatz von Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI) (z.B. Integration von Augmented Reality) oder der Einsatz von Blockchain (z.B. Erleichterung der Transaktionen; Abbau der hierarchischen Betreiberstrukturen) in MaaS oder der Einsatz von sozialem Matching beim Car Sharing und Leasing-Modellen noch eher in den Kinderschuhen.

Zudem befindet sich die Personalisierung der Angebote hinsichtlich des Marketings und der NutzerInnen-Freundlichkeit auf einem eher mittleren Niveau. Der öffentliche Personenverkehr (ÖPV) wird tendenziell vernachlässigt und ist in diesem Modell nicht oder nur sehr schwach integriert.

Der Fokus liegt also auf dem Car Sharing- und den Leasing-Angeboten unterschiedlicher Fahrzeugtypen; Sharing setzt sich also vor allem bei Fahrzeugen durch, weniger bei Fahrten. Der größte Mehrwert von AV-Car Sharing ist, dass Menschen prinzipiell neue Mobilitätschancen eröffnet werden, die zuvor noch nicht aktiv am Car Sharing teilnehmen konnten (z.B. aus Altersgründen, auf Grund körperlicher Einschränkungen oder mangels Führerscheinbesitz). Vor dem Hintergrund, dass die Anbieter solcher Car Sharing-Angebote vor allem ein kommerzielles Interesse und eine Gewinnoptimierung verfolgen, steht letzteres aber oft nicht im Mittelpunkt der verfügbaren AV-Car Sharing-Angebote. Vielmehr spiegeln sich durch hochpreisige und günstige Angebote im AV-Car Sharing (aufgrund unterschiedlicher Einkommensniveaus) neue soziale Ungleichheiten in Bezug auf Vorfahrtsrechte, Sicherheit, Komfort oder andere Angebotsqualitäten.

2. Politik-getriebene AV-Steuerung



In diesem Szenario ist in Österreich eine stärkere Ausrichtung am Umweltschutz, der ökologischen Nachhaltigkeit und sozialen Inklusion erkennbar. Dieses wird unter anderem durch eine Umweltschutz-fokussierte Mobilitäts- und Verkehrspolitik unterstützt, die eine pro-aktive Förderpolitik für radikale und evolutionäre Innovationen betreibt: Dieses gilt sowohl für technologische, als auch für soziale Mobilitätsinnovationen. Mittels eines „Green New Deals" wird eine Transformation der kapitalistischen Wirtschaft in einen neuen grünen Innovationszyklus forciert – eine Kombination aus direkten staatlichen Investitionen in ökologische Infrastruktur einerseits und die Schaffung eines günstigen Rahmens für das Wachstum des Markts an „grünen" Produkten und Dienstleistungen andererseits. Der österreichische Staat setzt somit auf eine starke konsistente Regulierung im Bereich des Umweltschutzes und eine starke Deregulierung im Innovationssektor. Die Innovationsinteressen der Wirtschaft sind dabei ambivalent.

Hochautomatisiertes Fahren (SAE-Level 4) ist mittlerweile in einfachen Anwendungskontexten zu finden, bspw. auf der Autobahn oder in der Vorstadt mittels „Shuttles" – letzteres vor allem im ÖPV. Die technologischen Entwicklungen sind zwar noch nicht so fortgeschritten, aber es gibt wichtige Fortschritte im Bereich des deep learnings, der (Umgebungs-)Sensorik, von Hochleistungsrechnen (HPC) und der Datenübertragung, der Big Data sowie der digitalen Karten. Allerdings ist auch in diesem Szenario das Cybersicherheits-Niveau weiterhin ausbaufähig und es besteht eine Anfälligkeit für Hacker-Angriffe. Aufgrund des räumlich begrenzten Einsatzes automatisierter Fahrzeuge sind Verbesserungen der Verkehrssicherheit in den „einfachen" Anwendungskontexten wirksam. Die automatisierten Fahrzeuge operieren trotz bestehendem Mischverkehr mit nicht automatisierten Fahrzeugen in den spezifischen Kontexten sehr sicher, da Interaktionen mit nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmenden entweder nicht (auf Autobahnen und Schnellstraßen) oder nur im geringen Maße nötig sind oder die Fahrzeuge mit angepassten Geschwindigkeiten operieren (Vorstadt). Der Staat stellt aktiv und integriert (sektoren-übergreifend) sowohl digitale, als auch bauliche AV-Infrastrukturen bereit: V2X – Vehicle-to-Everything, insbesondere V2G – Vehicle-to-grid, flächendeckende 5G-Netze, Flächen für die Infrastruktur für V2X, eigene AV-Fahrstreifen, Echtzeit-Verkehrslage, Standardisierung und Harmonisierung von Daten. Der Fokus liegt hierbei vor allem auf dem ÖPV.

Die Zulassungszahlen für E-Fahrzeuge steigen deutlich an. Das liegt vor allem an technologischen Fortschritten, mittels derer die Reichweiten ausgeweitet und die Dauer des Ladens der Batterien verkürzt werden konnten. Parallel wurden die Netzdichte der Ladestationen verbessert und die Möglichkeiten zum Batterietausch ausgeweitet. Zudem sind die Batteriepreise gesunken und die Lebensdauer ausgeweitet worden, was insgesamt die Akzeptanz von E-Fahrzeugen deutlich verstärkt hat.

Nach wie vor variieren die Einstellungen der Bevölkerung in Österreich zur Verkehrsmittelwahl

regional und sozial sehr deutlich: Während in Städten positive Einstellungen zum ÖPV sowie zu allen Formen des Sharings voherrschen, gibt es in dünn besiedelten Orten ebenso positive Einstellungen zum privaten Kfz (automatisiert und nicht automatisiert). Automatisierte Fahrzeuge erfahren zwar eine vornehmlich positive Bewertung, gleichzeitig gibt es jedoch ein ausgeprägtes Misstrauen und eine deutliche Skepsis gegenüber einer zügigen Einführung von automatisierten Fahrzeugen in das Verkehrssystem. Diese Einstellung ist besonders häufig mit der Angst vor negativen Folgen, aber auch vor dem Verlust von Freiheit assoziiert.

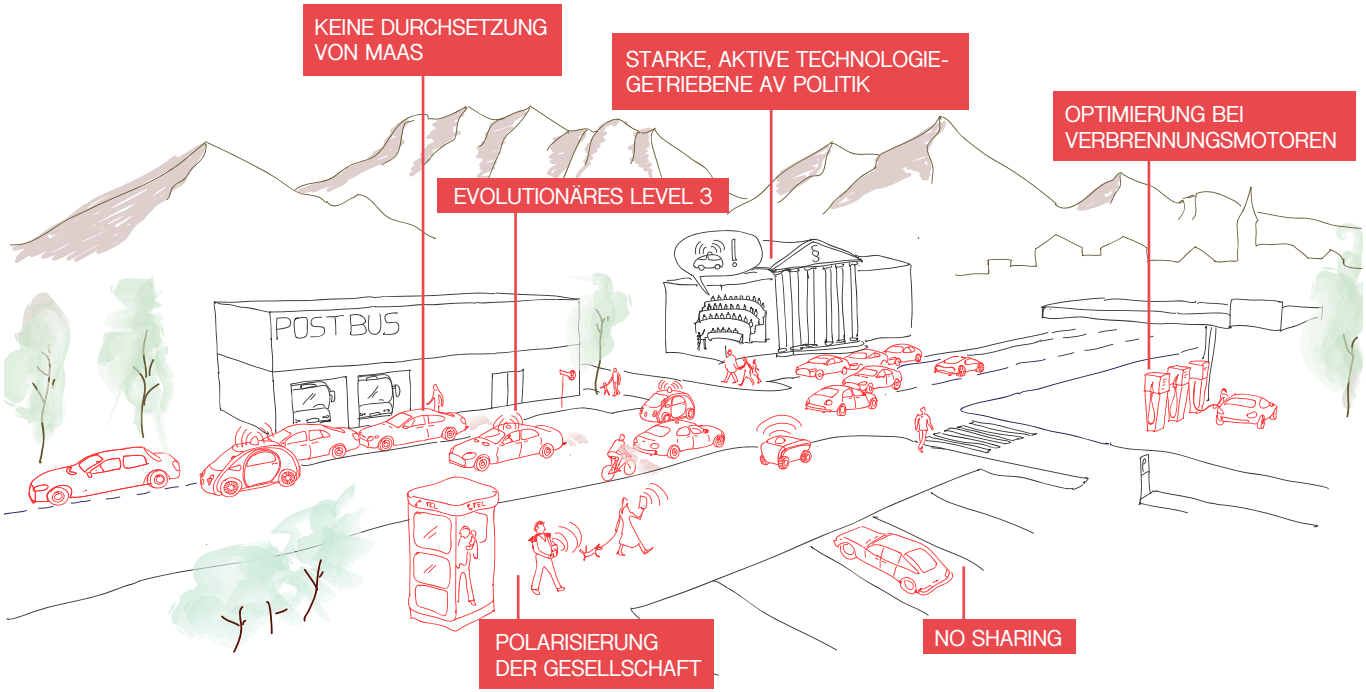
Alle Formen der Shared Mobility, wie beispielsweise Ride Sharing und Car Sharing, haben sich in Österreich vor allem in dicht besiedelten Regionen weitestgehend durchgesetzt und erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Zur steigenden Attraktivität des Ride Sharings hat unter anderem auch das langsame Etablieren eines Sozialen Matchings beigetragen, bei dem in ersten Pilotversuchen Daten aus Social Media integriert wurden. Die Sharing-Angebote decken alle Verkehrsmodi ab, sind stark integriert (viele Institutionen, meist on-trip abrufbar) und sowohl B2C, als auch C2C und G2C. Durch das vielfältige und gut vernetzte Angebot ist ein relativ flächendeckendes Bedienungsgebiet gegeben, das auch in Spitzenzeiten leistungsfähig ist und die Gesamtstrecke Tür-zu-Tür mit perfektem Umsteigen abdeckt (multimodal).

Dieses gut vernetzte Angebot liegt auch am MaaS-Angebot, das öffentlich kontrolliert ist und aufgrund einer verstärkten Zusammenarbeit von Anbietern und einer Ausweitung von öffentlichen MaaS-Plattformen gut integriert ist. Diese Angebote werden zu einer eigenen „Marke“, unter der über eine Kundenschnittstelle der Kontakt zu KundInnen hergestellt und ausgebaut werden kann. Damit wird der ÖPV ein wesentlicher Mobilitätsanbieter und die Öffentliche Hand bzw. die öffentlichen Unternehmen werden zu IntegratorInnen der Mobilitätsangebote innerhalb des MaaS und zur operativen Schnittstelle zu den EndnutzerInnen.

Der Fokus der Verkehrsmodi liegt neben dem ÖPV (bzw. dem automatisierten ÖPV) auf der aktiven Mobilität und dem Sharing (Car Sharing, Ride Sharing). Der Angebotsraum ist regional oder lokal. Durch die Miteinbeziehung des (automatisierten) ÖPV ist Sharing auch in ländlichen Regionen verfügbar, was das Mobilitätsangebot sowie die Teilhabe an diesem Angebot für vormals mobilitätseingeschränkte Personen deutlich erhöht. Je nach räumlich-strukturellen Gegebenheiten und Sharing-Fahrzeugen unterscheidet sich das Verhältnis zwischen Shared Mobility und ÖPV – bspw. in größeren Städten wird Bike Sharing oftmals eher anstelle des ÖPV genutzt, in kleineren Städten bzw. dörflichen Strukturen fungiert es eher als Zubringer.

Insgesamt hat MaaS ein großes Potenzial dafür, um die Mobilitätseinstellungen zu ändern, so dass Verkehrsmodi wie Car Sharing, Bike Sharing und ÖPV deutlich positiver als der MIV wahrgenommen werden. Im MaaS-Angebot ist die Mensch-Maschine-Schnittstelle (z.B. Integration von Augmented Reality) eher schwach bis mittel ausgeprägt; auch Blockchain wird eher selten angewandt und es besteht eine Personalisierung der Angebote auf mittlerem Niveau.

3. Individualisierte Mobilität und AV-Innovationsstau



Dieses Szenario ist grundsätzlich kaum von innovativen Entwicklungen geprägt. Obwohl die österreichische Mobilitäts- und Verkehrspolitik durch eine starke, aktive Technologie-getriebene AV-Politik (mit Fokus auf Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Förderung der Wirtschaft) gekennzeichnet ist, werden im Bereich des automatisierten Verkehrs keine bahnbrechenden Fortschritte erreicht. Allein ein bedingt-automatisiertes Fahren kommt in einfachsten Anwendungskontexten mit der Rückfallebene FahrerInnen (SAE-Level 3) zum Einsatz. Dies liegt darin begründet, dass KI-Algorithmen mit einer Stagnation bei deep learning und fehlenden Alternativen kämpfen und es auch in Bezug auf (Umgebungs)-Sensorik kaum Entwicklungen gibt, die für ein Erreichen der Automatisierungsstufen 4 und 5 notwendig wären. Hinzu kommt, dass Hochleistungsrechnen (HPC) und die Datenübertragung teuer, nicht ausreichend leistungsfähig und relativ langsam ist, lange Latenzzeiten hat und nur einen unzureichenden Datenaustausch ermöglicht.

Auf Österreichs Straßen kommt bedingt-automatisiertes Fahren also allenfalls in einfachsten Anwendungskontexten wie der Autobahn/ Schnellstraße zum Einsatz. Zudem besteht dort noch ein weitgehender Mischverkehr. Problematisch ist, dass FahrerInnen beim bedingt-automatisierten Fahren – trotz rechtlicher Notwendigkeit – zum Teil unaufmerksam oder abgelenkt sind und daher nicht in der Lage sind, die Fahraufgabe rechtzeitig und angemessen zu übernehmen. Dadurch ist die Zahl der Unfälle wieder etwas angestiegen. Auch hinsichtlich der Antriebstechnologien wurden kaum Fortschritte erzielt. Zwar wurden die Verbrennungsmotoren schrittweise verbessert, aber die Zahl der neu zugelassenen Fahrzeuge mit post-fossilen Antrieben hat sich nur geringfügig vergrößert. Dominierende Antriebe sind nach wie vor Otto und Diesel. E-Fahrzeuge sind wenig attraktiv – vor allem durch geringe Reichweiten und eine weiterhin hohe Ladedauer (kaum technologische Fortschritte und geringe Sicherheit), eine geringe Netzdichte an Ladestationen und hohe Batteriepreise/ Anschaffungskosten.

Die Einstellungen zur Verkehrsmittelwahl werden zunehmend auch von der Verunsicherung durch zunehmende gesellschaftliche Diversität und Vorurteile geprägt. Gerade fahrerlose öffentliche Verkehrsmittel oder Ride Sharing-Angebote gelten zunehmend als unsicher, auch wenn es dazu keine belastbaren Zahlen gibt. Vor diesem Hintergrund gewinnt der MIV (im Eigentum und im Car Sharing) an Bedeutung (my car is my castle). Bei Personen mit hohem Einkommen dominiert der MIV – das Auto bleibt ein Statussymbol – und auch AV wird in diesem Zusammenhang positiv wahrgenommen. Car Sharing bleibt allein der jüngeren Mittelschicht in Städten vorbehalten, während der ÖPV für diejenigen reserviert bleibt, die sich eine andere Mobilität nicht leisten können. Die Verkehrsmodi sind also von einer sozial selektiven Nutzung geprägt, wobei die Autonutzung überproportional mit dem Einkommen steigt. Die Teilnahme am Verkehr ist damit ungleich verteilt (finanzielle Aspekte, Unterschiede Stadt/Land, geschlechtsspezifische Faktoren, Mobilitätsstile). Durch das geringe

Gegensteuern der Politik zur Autonutzung, werden Viel-Verdienende überproportional gefördert – wodurch soziale und sozialräumliche Ungleichheiten verstärkt werden.

Sowohl das Konzept des MaaS als auch die Shared Mobility haben sich kaum durchgesetzt. Allenfalls existieren einzelne P2P Sharing-Initiativen, die wenig integriert agieren und ihre Potenziale kaum nutzen. Durch die (modalen und räumlichen) Insellösungen können Wege nur selektiv abgedeckt werden. Auch beim Sozialen Matching gibt es kaum Fortschritte zu verzeichnen. Hemmend wirkt sich die Tatsache aus, dass die Alltagsmobilität von Routinen geprägt ist. Mangelnde Erfahrungen mit alternativen Verkehrsmitteln und Überforderungen durch fehlende Kenntnisse der Nutzungsweise (insbesondere der technischen Komponenten) verstärken die Fixierung auf das Auto als bevorzugtes Fortbewegungsmittel. Außerdem gibt es Vertrauens- und Sicherheitsbedenken, vor allem bei P2P-Angeboten.

Kontakt

Technische Universität Wien
Fachbereich für Verkehrssystemplanung

Ansprechpersonen:
Univ.Prof. Dr.-Ing. Martin Berger (martin.kp.berger@tuwien.ac.at)
Dipl.-Ing. Aggelos Soteropoulos (aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at)