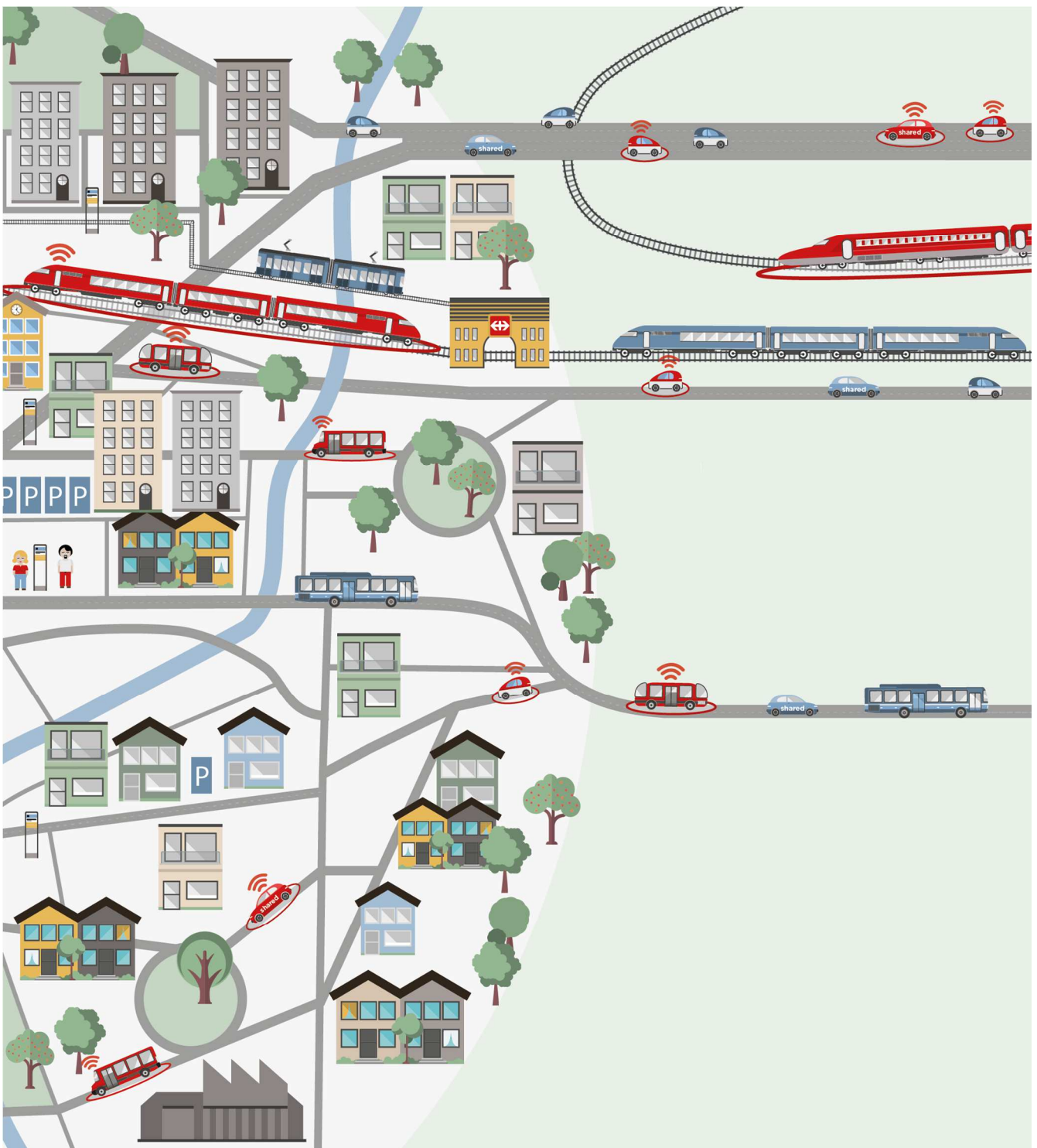


Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag - Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz

Synthese vom 5. September 2018



Projektpartner

BaslerFonds
Schweizerischer Städteverband SSV
Stadt Zürich (TAZ, DAV, VBZ)
Stadt Bern (Direktion Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün, Verkehrsplanung)
Bernmobil
Schweizerische Südostbahn AG, SOB
Kanton St. Gallen (TBA, AÖV)
Kanton Zürich (AFV, AWEL)
Kanton Basel-Stadt (Bau- und Verkehrsdepartement, Mobilität)
Basler Verkehrsbetriebe BVB
Kanton Obwalden (Raum und Verkehr)
Stadt Winterthur (Amt für Städtebau)
AXA (Unfallforschung & Prävention)
Postauto
Stadt Zug
Stadt Nyon
Gemeinde Pully
Gemeinde Regensdorf
Stadt St. Gallen (Amt für Umwelt und Energie)
Autobus AG Liestal AAGL
Viasuisse AG
Coop
Galliker Transport

Projektteam

Fabienne Perret
Remo Fischer
Frank Bruns
Dr. Christof Abegg
Dr. Peter de Haan
Ralph Straumann
Matthias Hofer
Lorenz Raymann

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Titelbild: Visualisierung Modellumgebung zum automatisierten Fahren, eigene Darstellung
Datei: 180905_Synthese_BaFoaFn_def.docx
Projektnummer: 216184.00

Inhaltsverzeichnis

1.	Ziel und Aufbau der Synthese	4
2.	Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens in der Schweiz	7
2.1	Verbreitung des automatisierten Fahrens in der Schweiz	7
2.2	Relevante Auswirkungen	9
2.3	Handlungsbedarf und Rolle der öffentlichen Hand	12
3.	Mobilitätsstrategien	13
4.	Politische Massnahmenbereiche	15
4.1	Lenkung und Steuerung	15
4.2	Flächenmanagement	17
4.3	Marktordnung für neue Formen des kollektiven Verkehrs	18
4.4	Positionierung der heutigen ÖV-Unternehmen	20
4.5	Rechtsgrundlagen und Zulassungsbedingungen	20
5.	Monitoring und Evaluation	21
6.	Testagenda Schweiz	22

1. Ziel und Aufbau der Synthese

Interdisziplinäre Studie

Der Schweizerische Städteverband, die Städte Zürich und Bern, die Kantone St. Gallen und Zürich, die Schweizerische Südostbahn (SOB), der BaslerFonds und weitere Partner (siehe Impressum) haben zusammen die Studie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz» erarbeitet. Ziel war es, interdisziplinäres Orientierungswissen zu schaffen, sowie Herausforderungen und Handlungsoptionen für Städte, Gemeinden, Kantone, Bund und Transportunternehmen zu identifizieren.

Als Grundlage hat das Team zwischen Sommer 2016 und Herbst 2017 einen möglichen Entwicklungspfad skizziert, wie sich das automatisierte Fahren in der Schweiz verbreiten kann und Herausforderungen benannt¹. Im Rahmen von Vertiefungsstudien hat es diesen Entwicklungspfad im ersten Halbjahr 2018 für verschiedene Fachthemen konkretisiert. Daraus wurden anschliessend Handlungsoptionen für die öffentliche Hand abgeleitet². Folgende Themen wurden vertieft untersucht:

- Verkehrstechnik
- Daten- und IT-Infrastrukturen
- Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV)
- Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit
- Güterverkehr und Citylogistik auf der Strasse
- Auswirkungen auf Ressourcen, Umwelt und Klima
- Herausforderungen für Städte und Agglomerationen

Das vorliegende Synthesepapier fasst die in den Vertiefungsstudien erarbeiteten Handlungsoptionen themenübergreifend zusammen. Zudem benennt es die Handlungsoptionen für alle Staatsebenen und bettet sie in den Zyklus des politischen Ablaufs ein (Abbildung 1).

Der Hauptfokus der Grundlagenanalyse und der thematischen Vertiefungen lag auf dem Thema Strassenverkehr - sowohl für Personen wie auch für Güter. Der erarbeitete Entwicklungspfad zeigt aber auch realistische Schritte in der Automatisierung des Schienenverkehrs auf. Der Luftverkehr wurde hingegen nicht berücksichtigt.

1 BaslerFonds, Schweizerischer Städterverband und weitere Partner: Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz: [Link](#).

2 BaslerFonds, Schweizerischer Städterverband und weitere Partner: Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Vertiefungsberichte vom Frühjahr 2018. Zugriff über: [Link](#).

Für die ausführliche fachliche Herleitung des Entwicklungspfades, der Herausforderungen und der Handlungsoptionen wird auf den Grundlagenbericht sowie die einzelnen thematischen Vertiefungsberichte verwiesen.

Einordnung im politischen Zyklus

Die Zusammenfassung der erkannten Handlungsoptionen erfolgt anhand des Politikzyklus. Dieser gliedert den politischen Prozess in mehrere Schritte, wobei die Schritte je nach Quelle³ auch unterschiedlich bezeichnet und abgegrenzt werden. Im vorliegenden Synthesepapier gehen wir von vier aufeinander folgenden Schritten aus (Abbildung 1):

- Chancen und Risiken identifizieren: Problemstellung, Problemdefinition und -thematisierung («*agenda setting*»)
- Mobilitätsstrategien entwickeln: Politikformulierung, Problemverhandlung und Lösungssuche («*policy*»)
- Politische Massnahmenbereiche identifizieren: Entscheidung, Implementation und Umsetzung («*politics*»)
- Monitoring & Evaluation durchführen: Bewertung der Ergebnisse und Anpassung der Definition («*evaluation*»)

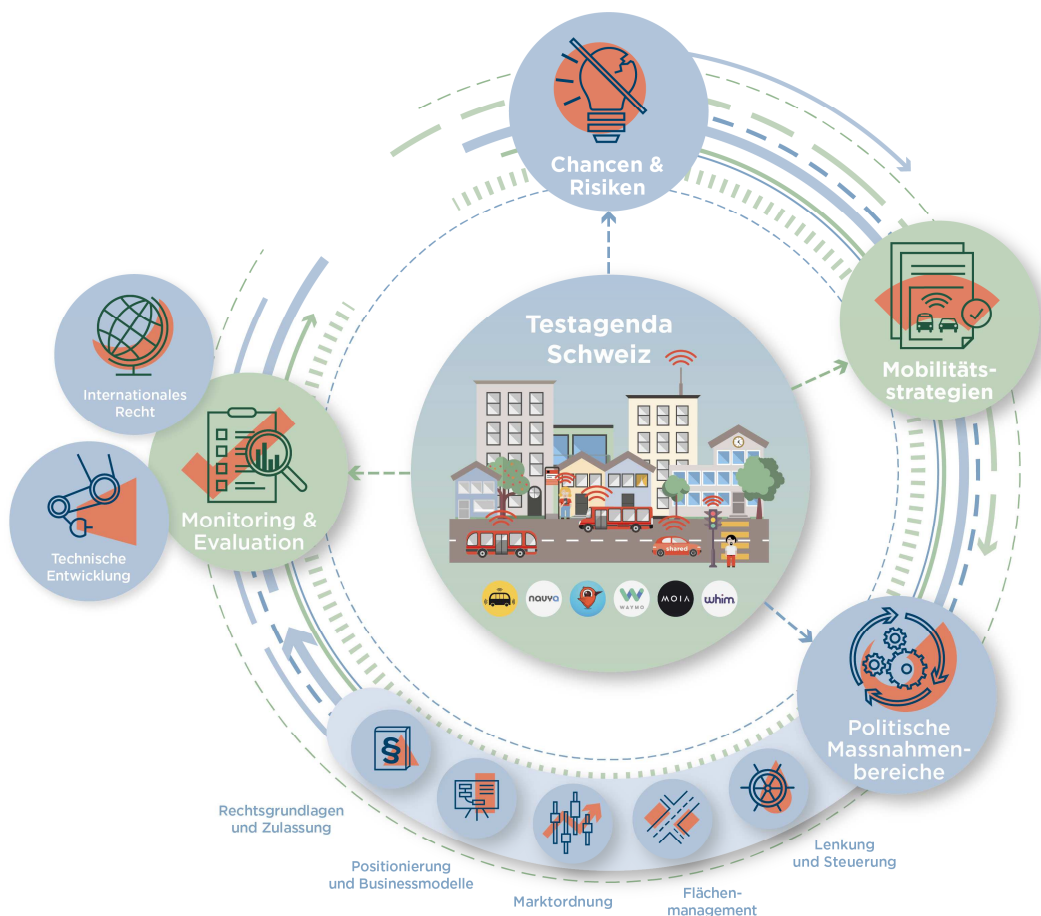


Abbildung 1: Politikzyklus für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge in der Schweiz

3 <http://politischebildung.ch/fuer-lehrpersonen/didaktik-und-methoden/politikzyklus/>;
<http://www.staatsfragen.de/tag/politikzyklus/>

Der Zyklus eines politischen Programms beginnt in dem Moment, in dem der Beschluss gefasst wird, sich überhaupt mit einem Problem zu beschäftigen. Mit dem Aufkommen von automatisierten Fahrzeugen im In- und Ausland und den damit verbundenen Fragen steht das Thema nun sowohl auf der politischen wie auch technologischen und wissenschaftlichen Agenda weit oben. Gerade die politische Diskussion benötigt fundierte Fachgrundlagen und Forschungsergebnisse, um Varianten zu bewerten, Strategien zu formulieren und optimale Lösungen zu finden. Wenn entschieden ist, in welche Richtung die Umsetzung geht, gilt es, die betroffenen Politikbereiche zu identifizieren, Massnahmen zu definieren und die Entscheidungen im Gesetz zu verankern. Diese rechtlichen Anpassungen müssen zusammen mit übergeordneter Entwicklung überwacht und ausgewertet werden. An dieser Stelle schliesst sich grundsätzlich der Politikzyklus. Ergibt sich jedoch aus der Evaluation Veränderungsbedarf, kommt das Thema erneut auf die Agenda, um die bestehenden Gesetze anzupassen oder neue Regelungen zu schaffen. Es ist aus heutiger Sicht aufgrund der vielen offenen Fragen und komplexen Wirkungszusammenhänge davon auszugehen, dass sich dieser Kreislauf auch in Bezug auf das automatisierte Fahren mehrmals wiederholen muss.

Diese vier Schritte sind mit Bezug auf den Einsatz automatisierter Fahrzeuge in der Schweiz in den Kapiteln 2 bis 5 beschrieben. Für alle Schritte werden Handlungsoptionen für die drei Staatsebenen dargelegt.

Eine wichtige Erkenntnis der Studie ist, dass Testversuche und Pilotanwendungen eine zentrale Grundlage für alle vier Schritte des Kreislaufes sind. Aus diesem Grund wird der Politikzyklus im vorliegenden Papier mit einer zusätzlichen Dimension versehen. Innerhalb dieser Testagenda laufen im kleineren Rahmen auch die vier Schritte des Kreislaufes ab. Da die Implementierung aber über Sonder- und Ausnahmegewilligungen erfolgt, kann sich dieser Kreislauf schneller drehen und wichtige Erkenntnisse für die anderen Schritte liefern. Die Forderungen an eine solche Testagenda beschreibt Kapitel 6.

2. Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens in der Schweiz

Die Automatisierung im Verkehr wird unsere Mobilität schrittweise verändern. Sie hat – zusammen mit den Möglichkeiten der Vernetzung – das Potenzial, die gesellschaftliche Wohlfahrt massgeblich zu erhöhen: Einerseits kommen neue Nutzergruppen, wie Personen mit eingeschränkter Mobilität in den Genuss von individueller Mobilität und damit zu mehr Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Andererseits profitiert die Schweizer Gesellschaft volkswirtschaftlich davon, dass die Reisezeit statt am Steuer alternativ genutzt werden kann.

Im Personen- und im Güterverkehr werden neue Angebote möglich, welche die Mobilitäts- und Transportbedürfnisse besser befriedigen. So kann sowohl die Effizienz als auch die Verkehrssicherheit gesteigert werden. Absehbar ist unter anderem auch, dass neue Angebotsformen die Grenzen zwischen konventionellem öffentlichen Verkehr und Individualverkehr zunehmend verwischen.

Die zukünftige Mobilität in der Schweiz birgt aber auch Risiken für eine nachhaltige Entwicklung: Durch attraktivere und gleichzeitig günstigere Angebote entsteht mehr Verkehr. Es sind längere Fahrten zu erwarten, aber auch Mehrfahrten durch Fahrzeuge, die ohne Personen an Bord auf den Strassen verkehren. Die in der Grundlagenanalyse beschriebenen Effekte weisen darauf hin, dass der potenzielle Mehrverkehr bei unveränderten Rahmenbedingungen grösser ist als die zu erwartende Effizienz- und Leistungssteigerung durch Automatisierungs- und «Sharing»-Effekte. Entsprechend ist auf bereits stark befahrenen Achsen und in dicht besiedelten Räumen auch in Zukunft mit einer Überlastungen und den damit verbundenen Problemen zu rechnen. Zudem kommen neue Herausforderungen hinzu, wie beispielsweise die mit der Vernetzung der Fahrzeuge verbundenen Frage des Datenschutzes und der Datensicherheit.

Im Folgenden werden diese Chancen und Risiken fachspezifisch und mit Bezug zur Grundlagen- und zu den Vertiefungsstudien konkretisiert. Einheitliche Basis für alle Vertiefungsstudien bildet der Entwicklungspfad aus der Grundlagenanalyse.

2.1 Verbreitung des automatisierten Fahrens in der Schweiz

Denkbare Entwicklung

Anhand eines Entwicklungspfads mit sechs Zuständen zeigt die Grundlagenstudie auf, wie sich der Einsatz von automatisierten Fahrzeugen in der Schweiz realistischerweise und unter Verwendung der fünf verschiedenen «Levels of Automatisierung»⁴ entwickeln könnte. Die Studie geht davon aus, dass in der Schweiz keine Insellösungen entstehen, sondern die Entwick-

4 Gemäss internationaler SAE-Norm J3016

lung, insbesondere im Individualverkehr auf das europäische Ausland abgestimmt wird. Im öffentlichen Verkehr ist denkbar, dass die Schweiz internationale Entwicklungen massgebend beeinflusst oder sogar eine Vorreiterrolle übernimmt. Erwartet wird eine generische Entwicklung der Bewilligungs- bzw. Zulassungsbedingungen. Das bedeutet, dass die technischen, räumlichen und zeitlichen Freigaben für das automatisierte Fahren schrittweise erfolgen werden. Automatisierte Fahrzeuge dürften sich zuerst auf den Autobahnen und erst in einem zweiten Schritt im städtischen Raum verbreiten.

Bei der Marktverbreitung automatisierter Fahrzeuge im Individualverkehr gibt es eine Abweichung zwischen den in einem bestimmten Zustand des Entwicklungspfades technisch möglichen («was Fahrzeuge können») und den gesetzlich erlaubten Funktionen («was Fahrzeuge dürfen»). Diese ist heute noch relativ gering, dürfte sich jedoch vorübergehend erheblich vergrössern und erst langfristig wieder angleichen.

Im Schienenverkehr ist der Übergang zur Automatisierung hingegen technisch weniger komplex als im Strassenverkehr: Die Fahrzeuge befahren fixe Linien, sind heute schon in übergeordnete Steuerungen eingebunden und werden als Flotten beschafft und erneuert. Wie rasch sich automatisiertes Fahren auf der Schiene durchsetzt, ist einerseits abhängig von der Innovationskraft der Branche sowie von den Investitionen in neue Fahrzeuggenerationen und in die Infrastruktur. Hier bestehen jedoch deutlich längere Abschreibungszyklen als im Individualverkehr.

Zeitliche Entwicklung

Der Entwicklungspfad macht zwar eine Aussage über die Abfolge der Zustände, nennt aber keine Jahreszahlen, wann diese eintreten könnten. Aus heutiger fachlicher Sicht ist davon auszugehen, dass eine umfassende Verbreitung von vollautomatisierten Fahrzeugen des SAE-Levels 4 und 5 im Strassenverkehr mit grosser Wahrscheinlichkeit erst in Jahrzehnten erreicht wird. Bis dahin befinden wir uns in der Schweiz in einem lang anhaltenden Übergangszustand, in dem teil- und allenfalls hochautomatisierte Fahrzeuge neben herkömmlichen Fahrzeugen verkehren werden. Dieser Zustand bringt grosse Herausforderungen in Bezug auf die Sicherheit mit sich, während das volle Potenzial des (voll-)automatisierten Verkehrs noch nicht ausgeschöpft werden kann.

Mischverkehr

In Bezug auf diese Entwicklung stellt der Mischverkehr zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehrsmitteln für die Städte und alle Siedlungsräume die grösste Herausforderung dar. Grund dafür ist die bauliche Dichte, unterschiedlichen Nutzungen und einem hohen Verkehrsaufkommen in diesen Räumen. Die lange Übergangsphase mit Fahrzeugen unterschiedlicher Automatisierungslevels ist proaktiv zu planen, da sonst Sicherheits- und Effizienzverluste drohen. Insbesondere das parallele Bestehen von automatisierten Fahrzeugen mit Fussgängern und Velofahrenden, aber auch mit klassischen ÖV-Verkehrsmitteln wie Trams oder Busse stellt sehr hohe Anforderungen an die Automatisierung der Mobilität.

2.2 Relevante Auswirkungen

Leistungsfähigkeit Strassennetz

Die Leistungsfähigkeit der bestehenden Strasseninfrastrukturen kann mit zunehmender Automatisierung und Vernetzung erhöht werden. Auf Hochleistungsstrassen sind je nach Vernetzungsgrad und Flottendurchdringung mit automatisierten Fahrzeugen Leistungsgewinne von 5% bis 10% (mittlerer bis hoher Anteil vollautomatisierter Fahrzeuge, ohne Vernetzung) oder sogar über 30% (ausschliesslich vollautomatisierte Fahrzeuge, mit Vernetzung zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur) realistisch. Auf Stadtstrassen werden weiterhin die Verkehrsknoten die Leistungsfähigkeit bestimmen. Entsprechend werden auf diesen Strassen auch bei Vollautomatisierung geringere Leistungsgewinne im Bereich von 10-20% erwartet.

Mehrverkehr

Auf der Basis von Verkehrsstatistiken, Literaturangaben und erfahrungsbedingten Annahmen wurden sowohl Fahrleistungen (Kilometer pro Fahrzeug) als auch Verkehrsleistung (Kilometer pro Person) für die Zustände des Entwicklungspfades abgeschätzt. Durch die alternative Nutzung der Reisezeit, neue Nutzergruppen, Leerfahrten, neue Angebotsformen und die veränderte Verkehrsmittelwahl werden die Verkehrsleistungen und die Fahrleistungen unterschiedlich beeinflusst. Mit zunehmender Verbreitung von vollautomatisierten Fahrzeugen nehmen die Fahrzeug- und Personenkilometer deutlich zu, da sich verschiedene Nachfrageeffekte überlagern. Insbesondere durch Leerfahrten ist eine deutliche Erhöhung der Fahrleistung infolge der Automatisierung absehbar. Dies führt zu entsprechenden Folgen für die Umwelt. Auswirkungen auf Umwelt, Ressourcen und Klima

Die Auswirkungen der Automatisierung von Strassenfahrzeugen in Bezug auf Ressourcen, Umwelt und Klima sind aufgrund der oben skizzierten Effekte potenziell gross. Die Vertiefungsstudie unterscheidet folgende Auswirkungsdimensionen: Energiebedarf, Emissionen, Ressourcen und Flächenbedarf. Über alle Auswirkungsdimensionen hinweg stellen die mit der Automatisierung steigenden Möglichkeiten für das gemeinsame und gleichzeitige Nutzen von Fahrzeugen («Ride-Sharing») die grösste Chance für den Ressourcenverbrauch dar. Mit einem erhöhten Besetzungsgrad der Fahrzeuge können sowohl Verkehrs- und Fahrleistung verringert, als auch der Fahrzeugbestand reduziert werden. Bedingung für den Markterfolg von «Ride-Sharing»-Angeboten sind regulatorische Begleitmassnahmen. Die ökonomischen Anreize für Ride-Sharing werden derzeit als zu gering eingeschätzt.

Neue Angebote und der neue ÖV

Unter dem Begriff «kollektiver Verkehr» werden in der Vertiefungsstudie alle Angebotsformen untersucht, bei der eine Person ein von einem Unternehmen angebotenes Fahrzeug nutzt, welches auch von anderen Personen während seiner Fahrt (zeitweise) mitgenutzt werden kann (= simultanes Teilen des Fahrzeugs oder «Ride-Sharing»). Der kollektive Verkehr umfasst

den konventionellen heutigen ÖV und den ÖIV (öffentlichen⁵ Individualverkehr). Gegenüber dem ÖV zeichnet sich der ÖIV durch eine Flexibilisierung der Abfahrtszeit (on-demand Verkehr), der Route/Linie, variable Halte (ohne ortsfeste Haltestellen) oder eine Kombination dieser Elemente aus. Unter den ÖIV fallen auch kommerziell vermittelte «Pooling»-Angebote. Hier besteht ein fließender Übergang zum Privatverkehr und es entstehen neue Mischformen.

Mit der Automatisierung können für den kollektiven Verkehr die Chancen und Potenziale die Risiken überwiegen. Konventionelle Linienangebote mit zunehmend automatisierten Zügen, Trams und Bussen werden weiterhin das Grundgerüst des ÖV-Systems bilden. Die Automatisierung und die Vernetzung eröffnen dabei ein erhebliches Rationalisierungspotenzial, um mehr und attraktivere ÖV-Angebote günstiger anbieten zu können. Zudem stellt der ÖV auch künftig das flächeneffizienteste motorisierte Verkehrsmittel dar.

Neue Angebotsformen werden das bestehende schweizerische ÖV-System insbesondere im Nahverkehrsbereich ergänzen. Dabei wird es sich vor allem um kleine bis mittlere vollautomatisierte Fahrzeuge handeln, die teilweise oder vollumfänglich nach Bedarf verkehren werden. Ähnliche nicht-automatisierte Angebotsformen werden in anderen Ländern bereits heute betrieben. Die Automatisierung und die Vernetzung schaffen im schweizerischen Kontext neue Voraussetzungen, die einen eigenwirtschaftlichen oder zumindest finanziell tragbaren Betrieb ermöglichen werden. Die Attraktivität der neuen Angebotsformen wird ohne entsprechende Massnahmen jedoch durch die oben dargelegte Verkehrsqualität auf der Strasse limitiert.

Verkehrssicherheit

Die Vertiefungsstudie zeigt, dass auf den SAE-Levels 1 und 2 der assistierten und teil-automatisierten Fahrzeuge die Sicherheitsgewinne die erwarteten Sicherheitsverluste des automatisierten Fahrens übersteigen dürften. Damit würde sich das automatisierte Fahren in diesen Automatisierungsstufen positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken. Ein wesentlicher Beitrag leisten hier die Notbremsassistentensysteme.

Aus der Vertiefungsstudie ist jedoch auch ersichtlich, dass die Sicherheit mit zunehmender Automatisierung nur eingeschränkt zunimmt. Mit dem Einsatz von bedingt automatisierten SAE-Level 3-Fahrzeugen kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Sicherheitsverluste die Sicherheitsgewinne vorübergehend sogar übersteigen. Um dies zu verhindern müssten zusätzliche Fahrerassistenzsysteme, die den Fahrer überwachen, weiterentwickelt und in den Fahrzeugen verbaut werden. Der Grund liegt hierfür vor allem in den neuen Unfallursachen im Bereich der Mensch-Fahrzeug-Interaktion. Möchte das Fahrzeug in einer bestimmten Situation die Steuerung wieder dem Fahrer übergeben, der Fahrer ist aber nicht in der Lage diese innerhalb der dafür vorgesehenen Zeit zu übernehmen, kann es zu gefährlichen Situationen oder gar Unfällen aufgrund dieses Übernahmemechanismus kommen.

5 Öffentlich bezieht sich hier darauf, dass ein Fahrzeug bei einer Fahrt nicht nur von einer Person oder einem geschlossenen Personenkreis benützt wird, sondern von mehreren Personen eines offenen Kreises, also öffentlich genutzt wird. Entsprechende Angebote können privat oder von der öffentlichen Hand (Bund, Kantone, Städte und Gemeinde) angeboten werden.

Erst ab SAE-Level 4 dürften die Sicherheitsgewinne die entsprechenden Verluste deutlich übersteigen. Aber auch dann sind die zu erwartenden Sicherheitsverluste beträchtlich. Dies ist vor allem auf die Folgen der neuen Unfallursache «Mischverkehr» zurückzuführen: eine zunehmende Zahl von Konflikten zwischen hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen mit konventionellen Fahrzeugen sowie Fussgängern, Velofahrenden und Motorrädern. Aber auch Eingriffe von aussen auf die Fahrzeugsteuerung («Hacking») können eine neue Unfallursache darstellen, die mit zunehmender Automatisierung gemäss der Studie an Bedeutung gewinnen wird.

Daten und IT-Infrastrukturen

Die Vertiefungsstudie identifiziert die relevanten Datenflüsse zwischen Fahrzeugen, Fahrzeugherstellern bzw. ihren Datenanalytik-Partnern und der öffentlichen Hand. Sie leitet daraus Herausforderungen bei der Bereitstellung und dem Bezug von Daten, der Datenhoheit und dem -zugriff, der Datennutzung und -management sowie ethische und politische Fragestellungen, insbesondere in Bezug auf den Datenschutz und die Datensicherheit ab. Eine zentrale Frage ist die Akzeptanz der Nutzung von persönlichen Daten mit den entsprechenden Chancen und Risiken.

Güterverkehr und Logistik

Die zu erwartende Verkehrszunahme in den Städten erhöht zusammen mit der absehbaren höheren baulichen Dichte den Druck, City Logistik-Konzepte umzusetzen. Eine Entlastung des städtischen Strassennetzes von Güterverkehr kann dann erreicht werden, wenn Warenströme gebündelt werden und Fahrzeuge auf Hin- und Rückfahrt ausgelastet sind. City-Logistik-Konzepte sehen entsprechend u.a. auch Kommissionierungszentren am Stadtrand oder am Rand der Innenstadt vor. Eine optimale Auslastung aller Fahrzeuge setzt eine freiwillige oder verordnete Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen zur Koordination dieser Verkehrsströme voraus. Dies widerspricht dem Trend zu mehr Wettbewerb. Um Synergien erzielen zu können, sind Standardisierungen hilfreich (branchen-spezifische Lösungen, Behältersysteme, Softwareschnittstellen etc.). Diese Herausforderungen im Güterverkehr stehen jedoch unabhängig von automatisierten Fahrzeugen an.

Die Einführung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen kann den Trend zu Mehrverkehr verstärken und damit den Bedarf für innovative Güterversorgungskonzepte zusätzlich erhöhen. Um eine Zunahme des Güterverkehrs im städtischen Bereich zu beschränken und so den Verkehrsfluss weiterhin gewährleisten zu können, ist auf der «letzten Meile» eine Bündelung der Transporte von grosser Bedeutung. Automatisierte Fahrzeuge schaffen jedoch neue Möglichkeiten wie das «unbegleitete Abholenlassen von Gütern», was die angestrebte Bündelung von Transporten unterlaufen kann. Bei dieser Feinverteilung sind aber auch neue Geschäftsmodelle denkbar. Möglicherweise werden sich in Quartieren kleine Paketstationen oder automatisch zugestellte «Paketfachboxen» mit Selbstbedienungsfunktion etablieren. Hier stellen sich dann aber neue gesellschaftliche Fragen, beispielsweise wie der Zugang von mobilitätseingeschränkte Personen zu Gütern erfolgt, falls Lieferungen an die Wohnungstür nicht mehr standardmässig erfolgen sollten.

2.3 Handlungsbedarf und Rolle der öffentlichen Hand

Zielkonflikte

Die Vertiefungsstudien zeigen, dass mit der Automatisierung der Zielkonflikt zwischen der Optimierung auf der Ebene Einzelfahrzeug resp. Individuum und der Optimierung auf Systemebene verschärft werden könnte⁶. Dieser Konflikt wird unter anderem voraussichtlich bei der Diskussion über den Vernetzungsgrad und den Umfang resp. die Grenzen der so ermöglichten übergeordneten Einflussnahme zum Ausdruck kommen.

Verschiedene Innovatoren haben ein grosses Interesse, die angesprochenen Chancen für die Verkehrsteilnehmenden auf dem Markt zu realisieren, da sie darin neue Geschäftsmodelle erkennen. Das zeigen Unternehmen wie «Tesla», «Uber», «Moia» oder «Whim» sowie laufende nationale und internationale Versuche mit selbstfahrenden Bussen und neuartigen Mobilitätsdiensten.

Es zeigt sich, dass ohne gezielte Steuerungsmassnahmen bei der Einführung automatisierter Fahrzeuge, die nachfragetreibenden Effekte und der dadurch verursachte Mehrverkehr grösser sein werden als die Potenziale der Leistungssteigerung. Dies betrifft alle Räume resp. Verkehrsnetze der Schweiz. Auf der Autobahn ist zwar eine grössere potenzielle Leistungssteigerung zu erwarten, gleichzeitig zeigen die Abschätzungen der Studie dort aber auch den grössten Nachfragezuwachs. In den Städten und Siedlungsräumen ist das Potenzial für eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit kleiner, aber auch hier wird eine relevante Nachfragesteigerung erwartet. Darüber hinaus sind auch die Einflüsse des automatisierten Verkehrs auf die Siedlungsqualität in städtischen Räumen noch nicht absehbar.

Der öffentlichen Hand kommt daher die wichtige Aufgabe zu, den Rahmen für diese Entwicklung so zu setzen, dass die Chancen realisiert, die Risiken minimiert und bereits bestehende sowie erst noch zu formulierende Politikziele der Schweiz unter Nutzung der Automatisierung erreicht werden können.

Aktives Handeln

Auch wenn der zeitliche Verlauf der technischen und rechtlichen Entwicklung im Moment noch nicht absehbar ist, ist dieser Rahmen bereits heute zu diskutieren und möglichst frühzeitig abzustecken. Die folgenden Kapitel zeigen Handlungsoptionen auf, wie dieser Rahmen aus Sicht der Studienpartner gestaltet werden sollte. Viele Aspekte lassen sich bereits heute testen, sodass Erfahrungen und Wissen gesammelt und aktiv in die verschiedenen Schritte des Politikreislaufs eingebracht werden können.

⁶ Verkehrsteilnehmende wählen tendenziell einen Bestweg, mit dem sie ihre Reisezeit und Kosten minimieren. Ausnahmen sind Freizeit- und Ausflugsverkehre, wo bestimmte Strassen Ziel der Routenwahl sein können. Das Verhalten des Gesamtsystems tendiert dabei zu einem Nutzergleichgewicht (=Zustand, bei dem sich kein Verkehrsteilnehmender durch Ändern seiner Routenwahl hinsichtlich Reisezeit/-kosten verbessern kann). Im Gegensatz dazu wird bei einem Systemoptimum eine Zielfunktion (z.B. die Fahrleistung oder die Unterwegszeit) über alle Verkehrsteilnehmenden hinweg optimiert. Der einzelne Verkehrsteilnehmende muss möglicherweise einen Umweg mit entsprechenden Zeit-/Kostenmehraufwänden gewärtigen.

3. Mobilitätsstrategien

Mobilität der Zukunft

Das heutige und zukünftige Verkehrsgeschehen ist geprägt vom Zusammenspiel zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden und -mittel. Insbesondere in dicht genutzten Räumen kommt dem ÖV sowie dem Fuss- und Veloverkehr aufgrund seiner Flächeneffizienz eine zentrale Bedeutung zu. Die Automatisierung darf diesen heute anerkannten Grundsatz nicht in Frage stellen, sondern muss viel mehr zu einer weiteren Effizienzsteigerung resp. Reduktion des Flächenverbrauchs des Verkehrs in dichten Räumen führen. Auf allen Staatsebenen sind daher abgestimmte Strategien gefragt. Diese müssen aufzeigen, wie das automatisierte Fahren dazu beitragen kann, die Mobilität effizienter und flächensparender zu machen und die weiter bestehende zentrale Bedeutung von Fuss- und Veloverkehr wesensgerecht zu ergänzen. Zu definieren sind zudem auch die künftigen Rollen von traditionellem ÖV mit einer starken Bündelung von Passagierströmen in grösseren Verkehrsmitteln wie Trams und Trolleybussen und «on-demand»-Services mit kleineren automatisierten Fahrzeugen.

Darüber hinaus können sowohl Städte als auch Kantone und Gemeinden die Chancen der Automatisierung nutzen, in dem sowohl ihre Erreichbarkeit als auch die Grundversorgung der Bevölkerung langfristig gesichert und für alle Nutzenden möglichst attraktiv und kostengünstig gestaltet wird. Auch die Versorgung der Städte und Gemeinden mit Gütern muss trotz steigendem Verkehrsaufkommen siedlungsverträglich möglich sein. Die staatlichen Behörden haben dabei die Aufgabe, möglichst gute Rahmenbedingungen für eine funktionierende Wirtschaft und für die individuelle Wohlfahrt der Gesellschaft zu schaffen und gleichzeitig schädliche Einwirkungen auf Bevölkerung und Umwelt zu vermeiden.

Smart Cities

Ergänzend zu den Mobilitätsstrategien werden für die mit der Automatisierung verbundene Vernetzung auf allen Staatsebenen «Open Government Data»-Strategien notwendig sein. Damit kann die Bereitstellung und der Bezug von Daten, die Datenhoheit und der Datenzugriff sowie die Datennutzung und das Datenmanagement geregelt werden. Städtische, kantonale und nationale Behörden müssen die künftig stärker geforderte Datenkompetenz in den Themen Mobilität und «Smart City» aufbauen, diese zum Gemeinwohl einsetzen und das Potenzial von Fehlinvestitionen oder kostenrelevanten Verzögerungen beim Bezug und der Bereitstellung von Daten minimieren. Schlussendlich ist eine kohärente, tragkräftige und wirksame «Data Policy» gefragt, die den technischen Anforderungen einer sicheren Automatisierung des Verkehrs genügt und gleichzeitig wirtschaftlich ist.

Diese Mobilitäts- und Daten-Strategien sollen subsidiär ausgehandelt, in einem tripartiten Prozess abgestimmt und auf den jeweiligen Staatsebenen politisch beschlossen werden. Ausgangslage bilden die an einer nachhaltigen Entwicklung orientierten Zielen des Bundes (z.B. Orientierungsrahmen Mobilität 2040 des UVEK, Energiestrategie 2050, Digitale Wirtschaft, Open-Government-Data-Strategie), der Kantone (z.B. Gesamtverkehrsstrategie

SG, Gesamtverkehrskonzept ZH) oder den städtischen Strategien und Konzepten (wie z.B. Stadtverkehr 2025 Zürich, STEK 2016 Bern, Smart City-Konzepte).

Gesellschaftlicher Diskurs

Als Grundlage für diese Politikformulierung ist neben technologischen Entwicklungen und wissenschaftlichen Studien auch die Lancierung eines gesellschaftlichen und politischen Diskurses unerlässlich. Dieser soll insbesondere darauf fokussieren, welche Mobilität wir uns in Zukunft wünschen. Wie gewichten wir die persönliche Freiheit gegenüber der Effizienz und den Auswirkungen des Gesamtverkehrssystems? Sind wir gewillt, unsere Daten preiszugeben für ein integrales und günstiges Mobilitätsangebot? Welchen Stellenwert haben einerseits nicht motorisierte Verkehrsteilnehmende, andererseits nicht automatisierte Verkehrsmittel? Welche Aufgaben werden von Privaten, welche von der öffentlichen Hand übernommen? Sowohl die Bevölkerung, als auch Verwaltung, Politik und Wirtschaft sind für diese Fragen zu sensibilisieren und mit faktenbasierten Entscheidungsgrundlagen zu bedienen. Ein Austausch zu diesen Themen soll auch mit den entsprechenden Behörden im benachbarten Ausland gepflegt werden, da Mobilität und Verkehr länderübergreifend funktionieren.

4. Politische Massnahmenbereiche

Die technische Entwicklung und marktwirtschaftliche Umsetzung der Automatisierung im Verkehr wird voranschreiten. Das Tempo dieser Entwicklung ist jedoch heute noch nicht absehbar. Wenn die Chancen realisiert werden sollen, müssen aber die einleitend dargelegten Herausforderungen früher oder später gelöst werden. Notwendig ist auf allen Staatsebenen ein aktives Handeln, welches erlaubt agil vorzugehen und zum optimalen Zeitpunkt die richtigen und abgestimmten Entscheide zu fällen. Entsprechend müssen sich Städte, Gemeinden und Kantone bereits heute mit den verschiedenen Fragestellungen befassen, um rasch reagieren zu können, bevor eine unerwünschte Entwicklung eintritt.

Der Handlungsspielraum der verschiedenen Staatsebenen ist dabei unterschiedlich. Städte und Gemeinden können sich neben der kommunalen Raum- und Verkehrsplanung primär im Rahmen ihrer Zuständigkeit für den städtischen ÖV sowie das Mobilitäts- und Verkehrsmanagement einbringen. Folglich zentral ist die aktive Gestaltung entsprechender Rahmenbedingungen, welche die erwähnte Flächeneffizienz sowie städtische Ansprüche an Sicherheit, Erreichbarkeit und Grundversorgung berücksichtigen (siehe Handlungsoptionen in Kapitel 4.1 bis 4.4). Die Kantone und der Bund verfügen über weitere Kompetenzen in der Rechtssetzung, beispielsweise bei Zulassungs- und Konzessionsfragen oder bei der Motorfahrzeugsteuer (siehe Handlungsoptionen in Kapitel 4.5). Die Bedürfnisse von Städten und Gemeinden sind bei diesen formellen Rechtssetzungsverfahren zwingend frühzeitig anzuhören und einzubringen.

Dabei soll die föderalistische Arbeitsteilung der Schweiz erhalten bleiben: Die Regelungen sollen gemäss Subsidiaritätsprinzip auf der tiefst möglichen Ebene getroffen werden. Städte und Gemeinden sollen ihre Autonomie in Bezug auf die Siedlungs- und Verkehrsgestaltung grundsätzlich behalten und die Kantone resp. der Bund sollen nur dort regelnd zum Einsatz kommen, wo Festlegungen auf tieferer Stufe nicht sinnvoll sind.

Durch die Automatisierung und Vernetzung im Verkehr entstehen auf allen Staatsebenen neue Aufgaben, deren Integration in bestehende oder zu schaffende Finanzierungsinstrumente zu prüfen ist.

4.1 Lenkung und Steuerung

Die Automatisierung des Verkehrs ist von Bund, Kantonen und Städten gemeinsam so zu steuern, dass die Ziele der Mobilitätsstrategien unterstützt werden. Hierzu sind Festlegungen auf allen Staatsebenen notwendig und auch Vereinbarungen mit der Wirtschaft möglich. Private Innovatoren können helfen, die Chancen der Automatisierung für den Personen- wie auch Warentransport rasch und unkompliziert zu realisieren.

Zur vollständigen Realisierung des Automatisierungspotenzials ist auch die Vernetzung voranzutreiben. Neben der Bereitstellung und dem Bezug von Daten durch alle Akteure sind auch die Standardisierung der Schnittstellen, die Zugriffsregelungen wie auch die Qualitätsanforderungen zentral. Weiter

sind Fragen des Datenschutzes sowie der Datensicherheit zu klären und Geschäftsprozesse in der Verwaltung zu digitalisieren.

Handlungsoptionen Bund

Für die Federführung bei der Klärung von Fragen und Anforderungen zur Bereitstellung und zum Teilen von Daten ist der Bund prädestiniert. Städte, Kantone und Transportunternehmen sind gefordert, ihre Bedürfnisse aktiv einzubringen und sich mit eigenen Daten an der/n Datenplattform(en) zu beteiligen. Zudem ist der Bund zuständig für das Verkehrsmanagement auf den Nationalstrassen und für die Abstimmung von entsprechenden Massnahmen an den Übergängen zwischen den Strassennetzen mit den Kantonen, Städten und Gemeinden.

Für das Verkehrsmanagement sind auch Grundsatzentscheide in Bezug auf den Vernetzungsgrad der Fahrzeuge notwendig. Abzuwägen ist zwischen der Einschränkung individueller Freiheiten und der Optimierung des Gesamtverkehrssystems. Das Spektrum reicht dabei von nicht vernetzten Fahrzeugen bis hin zu einer Einbindung auch nicht automatisierter Fahrzeuge und nicht motorisierter Verkehrsteilnehmenden in eine hoheitliche Betriebsleitzentrale. Eine solche könnte Steuerungsbefehle in das einzelne Fahrzeug absetzen. Da der Verkehr grenzüberschreitend funktioniert, müssen entsprechende Vorgaben schweizweit resp. auch international abgestimmt sein.

Handlungsoptionen Kantone, Städte und Gemeinden

Die inhaltliche Ausgestaltung und Umsetzung des Mobilitäts- und Verkehrsmanagements ist Aufgabe von Kantonen, Städten und Gemeinden. Grundlage bilden bestehende oder neue Politikziele, resp. Mobilitäts- und Datenstrategien. Diese geben die Richtung für zielführende Massnahmen und Instrumente der (datenbasierten) Umsetzung vor. Denkbar ist die Steuerung über Lenkungsabgaben, (zeitlich oder räumlich differenzierte) Verbote von Leerfahrten, die Priorisierung von Fahrzeugen nach Belegung und/oder Fahrzweck, die Verteilung von Zeitfenstern für Fahrten, die Einflussnahme auf das Routing etc. Darüber hinaus müssen Städte und Gemeinden den Rahmen für privatwirtschaftlich angebotene Mobilitätsdienste resp. «City-Logistik»-Konzepte schaffen und mit entsprechenden Vorgaben sicherstellen, dass die Politikziele erreicht werden. Zusätzlich können in ländlichen Gebieten Dienste definiert werden, welche die letzte Meile zu einer leistungsfähigen ÖV-Plattform abdecken und somit eine Ergänzung zum fahrplanbasierten ÖV darstellen.

Ziel aller städtischen und kantonalen Mobilitäts- und Verkehrsmanagement-Konzepte ist es, den durch die Automatisierung potenziell verursachte Mehrverkehr im Personen- und Güterverkehr zu begrenzen. Mit geeigneten Massnahmen kann der Zuwachs reduziert und räumlich besser gelenkt werden. Möglichkeiten bestehen in der Förderung von ÖIV- und «Ride-Sharing»-Angeboten, beispielsweise mit Eigentrassierungen oder (finanziellen) Anreizen, der Stärkung von intermodalen Transportketten, der Forderung nach Betriebskonzepten für die Ver- und Entsorgung von Neubauten resp. -gebieten mit Gütern oder dem Anbieten von attraktiven und digital aus einer Hand

buch- und bezahlbaren intermodalen Mobilitätsdiensten («Mobility as a Service»).

Ebenfalls im Interesse der Städte und Gemeinden ist die Gewährleistung der Verkehrssicherheit, vor allem im Mischverkehr zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehrsteilnehmenden, aber auch zwischen herkömmlichen und automatisierten Fahrzeugen. Die Handlungsoptionen reichen hier von einer Anpassung der Geschwindigkeitslimiten, über eine neue Zuteilung der Verkehrsflächen bis hin zur Einrichtung von Sperrzonen für automatisierte Fahrzeuge.

4.2 Flächenmanagement

Im Siedlungsraum werden verschiedene Effekte des automatisierten Fahrens das Erscheinungsbild von Strassen- und öffentlichen Räumen im Laufe der Zeit verändern. Wenn durch den politischen Prozess klar ist, in welcher Form und in welchem Umfang automatisierte Fahrzeuge für den Personen- und Warentransport eingesetzt werden, müssen primär die Städte und Gemeinden Anpassungen an ihrer Infrastruktur planen und auf den anderen Staatsebenen ihre Interessen einbringen. Aus Sicht der Städte und Kantone ist die (Neu-)Regelung folgender Aspekte von grösster Bedeutung:

- Parkplätze: Werden öffentlich zugängliche Parkplätze im Zentrum abgebaut und/oder in Parkhäuser konzentriert, resp. in die Peripherie verlagert? Sind Parkplatzunter- und -obergrenzen für Baubewilligungen anzupassen?
- Haltekannten: Braucht es neue markierte Bereiche, wo automatisierte Fahrzeuge ihre Passagiere aufnehmen und aussteigen lassen? Können dazu bisherige Haltestellen und/oder Parkplätze verwendet werden? Wie werden diese Bereiche baulich ausgestaltet und unter welchen Bedingungen dürfen diese genutzt werden?
- Güterumschlag: Wo werden Bereiche für den (automatisierten) Güterumschlag eingerichtet? Liegen sie auf öffentlichem oder privaten Boden? Wie werden diese markiert? Wer ist für das Management dieser Flächen zuständig?
- Paketstationen: Soll es künftig (de-)zentrale Paketstationen geben, zu deren Nutzung alle Anbieter verpflichtet werden? Wo liegen diese und wie werden sie bewirtschaftet?

Der Flächenbedarf soll durch die Automatisierung des Verkehrs nicht zunehmen. Die Zuteilung der Verkehrsflächen in Siedlungsräumen ist aber zu überprüfen, gegebenenfalls neu zu verhandeln und durch den jeweiligen Strasseneigentümer festzulegen. Falls mit einer zunehmend automatisierten (und im besten Fall kleineren) Fahrzeugflotte trotz neuen Umschlagflächen für Personen und Güter Flächengewinne möglich sind, muss entschieden werden, wie diese genutzt werden.: Als öffentlicher Aufenthaltsraum? Zur privaten Nutzung? Vom Fuss- und Veloverkehr oder dem konventionellen ÖV?

4.3 Marktordnung für neue Formen des kollektiven Verkehrs

Die Studie zeigt, dass der Bedarf nach leistungsfähigen und flächenschonenden Verkehrsmitteln und deren Priorisierung insbesondere in Städten und Ballungsräumen steigen wird. Der ÖV und neue private oder öffentlich Angebote im kollektiven Verkehr (ÖIV⁷) können koordiniert einen Beitrag für eine stadtverträgliche Mobilität leisten. Aufgrund des Kostenreduktionspotentials vollautomatisierter Fahrzeuge können Angebotserweiterungen beim herkömmlichen ÖV erfolgen und neue Angebote (z.B. Tangentiallinien) angeboten werden. Dazu ist eine Marktordnung anzustreben, die Freiraum für private Angebote ermöglicht, gleichzeitig aber die öffentlichen Interessen wahrt.

Handlungsoptionen Bund

Seitens Bund ist eine Anpassung des Personenbeförderungsgesetzes und der Verordnung über die Personenbeförderung folgendermassen notwendig:

- Grundversorgung: Im ÖV sind ergänzend zum bisherigen Grundversorgungsverständnis flexiblere Angebote zu ermöglichen (z.B. das Erteilen von Konzessionen, die anstelle einer Fahrplanpflicht oder des Linienverkehrs flexiblere, aber in Bezug auf das Minimalangebot definierte Gebietserschliessungen vorsehen – sofern die Flächeneffizienz des Verkehrssystems nicht darunter leidet) und bedingte Erleichterungen bei der Barrierefreiheit einzuführen.
- Mobilitätsservices: Die durch den Bund festzulegenden strassenverkehrsrechtlichen und versicherungstechnischen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass innovative Fahrdienste möglich sind. Gemäss dem Subsidiaritätsprinzip müssen Städte und Gemeinden dazu Zulassungsbedingungen formulieren, die auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Öffentliche resp. städtische Verkehrsbetriebe verfügen über umfangreiches Know-How in ihrem Tätigkeitsfeld. Sie sollten daher einerseits die Möglichkeit erhalten, auch neue – eventuell sogar eigenwirtschaftliche – Angebote anzubieten. Andererseits sollte aber eine klare Abgrenzung zum öffentlich bestellten Aufgabenbereich erfolgen. Hier ist auf Bundesebene zu klären, wie eine finanzielle und/oder organisatorische Trennung der Bereiche gewährleistet werden kann. Die Herausforderung besteht darin, die Kriterien für abgeltungsberechtigte und eigenwirtschaftliche Verkehre festzulegen. Dabei ist die ganze Spannweite von linienbezogenen Angeboten bis zur Bereitstellung einer Gesamtdienstleistung für Mobilität (alle Formen kollektiver und kombinierter Mobilität inkl. z.B. Veloverleih) zu prüfen.

7 Öffentlicher Individualverkehr: Gegenüber dem konventionellen ÖV zeichnet sich der ÖIV durch eine Loslösung von der Linien- und Haltestellengebundenheit und den Pflichten gemäss Personenbeförderungsgesetz aus (Konzessionspflicht, Transportpflicht, Fahrplanpflicht, Betriebspflicht, Tarifpflicht). Kern ist eine stärkere Orientierung an den individuellen Bedürfnissen der Fahrgäste. Dies kann durch eine Flexibilisierung der Abfahrtszeit («on-demand» Verkehr), der Route/Linie, variable Halte (ohne ortsfeste Haltestellen) oder eine Kombination dieser Elemente erreicht werden. Unter den ÖIV fallen auch kommerzielle Pooling-Angebote. Hier besteht ein fließender Übergang zum Privatverkehr.

Handlungsoptionen für Städte, Gemeinden und Kantone

Städte und Kantone können bei Vorliegen der Marktordnung und im Rahmen ihrer Mobilitäts- resp. Gesamtverkehrsstrategien die Aufgaben des Ö(l)V und die Priorisierung neuer Angebote in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich festlegen. Darauf aufbauend prüfen sie im Rahmen der angepassten Bundesgesetzgebung, welche Form der Grundversorgung (ÖV-Angebote im herkömmlichen Sinn) sie künftig anbieten und welche (privaten oder staatlichen) Zusatzangebote sie ermöglichen bzw. zulassen.

Ferner haben Städte und Kantone das Zulassungsverfahren und die betrieblichen Bestimmungen für (private) Mobilitätsservices entsprechend ihren Vorstellungen zu erarbeiten. Weiter müssen sie prüfen, welche spezifischen Pflichten und Rechte mit diesen Bewilligungen verbunden sind:

- Mögliche Pflichten: Vorgaben zur Beeinflussung von Verkehrsaufkommen, Besetzungsgrad und Modalsplit (z.B. Zielvorgaben zu maximalen Leerfahrtenanteil oder einem flottenweiten Mindestbesetzungsgrad bzw. -transportweiten, um einen Modal-Shift vom Fuss- und Veloverkehr zu verhindern), Auflagen zur Gewährleistung von Parkierungs- und Wartungsmöglichkeiten, Haftpflichtversicherung, Auflagen zu technischen Ausstattungen und zur Datenübertragung, um in ein städtisches Verkehrsmanagementsystem integriert zu werden.
- Mögliche Rechte: die Priorisierung im Verkehrsmanagement an Verkehrsknoten oder räumliche Zufahrtserleichterungen (respektive entsprechende Beschränkungen für den MIV).

Ferner können Städte und Gemeinden prüfen, ob für ihre Region von vornherein eine Limitierung der Anzahl privater Anbieter für Zusatzangebote erfolgen soll. Denn nach einer anfänglichen Marktberreinigung ist eine Konzentration auf wenige Anbieter bis hin zur Monopolbildung wahrscheinlich (ähnlich der Entwicklung im liberalisierten Fernbusmarkt in Deutschland). Falls die Anzahl Anbieter limitiert wird, sollte ein Vergabeverfahren für die Konzession (z.B. Versteigerung) angestrebt werden.

Reinvestition der eingesparten Kosten auf allen Ebenen

Auf allen Staatsebenen sind Möglichkeiten zu schaffen, um kurz- und mittelfristig anfallende Innovationen und Investitionen zu unterstützen. Damit lässt sich das mit der Automatisierung verbundene mittel- und langfristige Kostensenkungspotenzial realisieren. Langfristig erzielte Einsparungen können in den Ausbau des Angebots reinvestiert oder zu einer Verbesserung des Kostendeckungsgrads resp. zu einer Senkung der Subventionen verwendet werden.

Da bei Auflagen und Regulierungen oftmals auch Reaktionen der Marktteiligten auftreten, die der eigentlichen Intention der Regelung zuwiderlaufen bzw. deren Wirkung aufheben, sind die vorgesehenen Auflagen genau zu prüfen. Soweit möglich soll dies durch Experimente oder Tests im Vorfeld erfolgen (siehe Kapitel 6).

4.4 Positionierung der heutigen ÖV-Unternehmen

Wenn die Marktordnung für neue Formen des kollektiven Verkehrs von Bund, Städten, Gemeinden und Kantonen gesetzt ist, können sich bestehende und neue Transportanbieter mit ihrem Angebot auf dem Markt positionieren.

Die Transportunternehmen haben dabei zum einen die Aufgabe, die möglichen langfristigen Kostensenkungspotenziale aus der Automatisierung sozialverträglich zu realisieren. Mit der Digitalisierung und Vernetzung besteht zudem die Möglichkeit, neue Dienste anzubieten die das ÖV-Angebot ergänzen. Dies betrifft sowohl den Vertrieb, aber auch das ergänzende Transportangebot im ÖIV (z.B. verbesserte Tangentialverbindungen oder Angebote zu Randverkehrszeiten). Mit den Bestellern ist in dafür geeigneten Gebieten eine Flexibilisierung des ÖV anzustreben. Darüber hinaus können und sollen sie neue Geschäftsmodelle entwickeln, welche für die Benutzer und Benutzerinnen eine kombinierte und kostengünstige Mobilität ermöglichen. Längerfristig müssen die Transportunternehmen prüfen, welches Geschäftsmodell sie anstreben. Die Möglichkeiten reichen von integrierten Modellen, bei denen ein Unternehmen eigene Fahrzeuge betreibt, disponiert und wartet und verschiedene Dienste mit ergänzenden Dienstleistungen anbietet, bis zu Spezialisierungsstrategien, bspw. als reiner Flottenbetreiber/Fuhrhalter oder als Dienstleister im Bereich Routing/Dispatching/Rebalancing.

4.5 Rechtsgrundlagen und Zulassungsbedingungen

Für die Zulassung vollautomatisierter Fahrzeuge werden neben weiteren Anpassungen des Wiener Abkommens über den Strassenverkehr⁸ auch neue Bestimmungen in der Schweiz notwendig. Solche werden heute bereits international verhandelt. Die Schweiz wird sich internationalen Festlegungen, insbesondere den Vorgaben der EU anpassen müssen, hat jedoch Einfluss auf deren Ausgestaltung. Diesen Handlungsspielraum soll der Bund aktiv nutzen und dazu die Städte, Gemeinden und Kantone konsequent einbeziehen. Aus Sicht der Städte, Gemeinden und Kantone sollen primär Fahrzeuge resp. Technologien zugelassen werden, die Effizienz- und Sicherheitsgewinne ermöglichen und weniger Emissionen verursachen. Dies lässt sich über die Grösse resp. das Gewicht der Fahrzeuge, die Antriebsform oder dem Einsatzzweck beeinflussen. Aus Sicherheitsüberlegungen ist zudem zu

8 Zweck dieses Übereinkommens ist das Sicherstellen und das Vereinfachen des grenzüberschreitenden Verkehrs. Dafür werden Minimalstandards für die Zulassung von Fahrzeugen sowie grundsätzliche Verkehrsregeln festgelegt. Das Wiener Übereinkommen ermöglicht eine Fahrt durch Europa ohne grundlegende Unterschiede. Derzeit ist vorgeschrieben, dass die Fahrerin oder der Fahrer das Fahrzeug immer beherrschen muss. Mit der Anpassung des Wiener Übereinkommens per März 2016 wurde klargestellt, dass die Beherrschung des Fahrzeugs bei der Vornahme von Fahrvorgängen durch ein automatisiertes Fahrassistenzsystem immer noch gegeben ist, sofern das System von der Fahrerin oder vom Fahrer übersteuert oder ausgeschaltet werden kann, oder wenn in internationalen Zulassungsvorschriften anderweitige Regelungen dazu festgelegt sind. Damit können Fahrzeuge mit automatisierten Systemen prinzipiell zugelassen und grenzüberschreitend genutzt werden. Eine Fahrerin oder ein Fahrer ist jedoch auch weiterhin vorausgesetzt und eine Entlastung von seinen Pflichten und der Verantwortung ist damit noch nicht verbunden.

prüfen, ob bedingt automatisierte SAE Level 3-Fahrzeuge überhaupt zugelassen werden sollen.

Über die international abzustimmende Zulassung von Personenwagen, Lastwagen und Lieferwagen hinaus sind in der Schweiz folgende rechtliche Fragen von besonderer Relevanz:

- Verkehrsregeln resp. Bedingungen zur Fahrerentlastung von der Steuerungspflicht Zulassungsbedingungen für Führer, Nutzer, Halter und Betreiber der Fahrzeuge
- Strafbarkeit, Haftung und Versicherungspolicies
- Lenk- und Ruhezeiten im Güterverkehr, Fahren in Kolonnen mit verringertem Abstand (Regelungen im Zusammenhang mit «Platooning»)
- Einsatz von Paketrobotern und Drohnen
- Motorfahrzeugsteuergesetze (bspw. im Hinblick auf automatisierte Fahrzeugflotten)
- Erforderlicher Vernetzungsgrad und Umfang des Datenaustausches, insb. der Abgabe von Daten aus dem Betrieb automatisierter Fahrzeuge (Positionsmeldungen, Geschwindigkeit, Strassenzustand/Verkehrslage, Fahrzeugbelegung, etc.)
- Normierung und (internationale) Standardisierung von Datenformaten und Schnittstellen

5. Monitoring und Evaluation

Die internationalen Entwicklungen müssen laufend beobachtet werden, um auf allen Staatsebenen angemessen und rasch reagieren zu können. Von besonderem Interesse sind rechtliche Festlegungen der EU, aber auch in anderen führenden Staaten, sowie allgemeine technologische Fortschritte im automatisierten und vernetzten Fahren. Internationale Erkenntnisse müssen rasch in den Politikkreislauf Eingang finden, um die Handlungsoptionen in der Schweiz möglichst wirksam und im Sinne der Mobilitätsstrategien zu evaluieren und bei Bedarf zu revidieren.

Zudem ist aufzuzeigen, dass mit geeigneten Massnahmen negative Wirkungen des automatisierten Fahrens erfolgreich vermieden oder mindestens eingeschränkt werden können. Dazu sind von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden gemeinsam und frühzeitig entsprechende Monitoring- und Controllingssysteme zu entwickeln und auf ihre Anwendbarkeit zu prüfen. Die Festlegung der notwendigen Daten für die Beeinflussung der Mobilität und des Verkehrs muss auch vor diesem Hintergrund erfolgen. Falls die gewünschten Wirkungen gering sind oder ganz ausbleiben, muss über eine Überarbeitung der Mobilitätsstrategien, der rechtlichen Grundlagen oder der Implementierung nachgedacht werden. Auf allen Staatsebenen braucht es die Bereitschaft für entsprechende Korrekturprozesse.

Städte und Kantone müssen zudem auch die Einhaltung der Auflagen durch Transportanbieter durch ein geeignetes System überprüfen.

6. Testagenda Schweiz

Viele künftige Chancen und Herausforderungen des automatisierten Fahrens sind aus heutiger Sicht nur schwer voraussehbar oder modellierbar. Mit Testanlagen und Pilotprojekten können jedoch Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse zu verkehrlichen wie räumlichen Wirkungen gewonnen werden.

Verschiedene Versuche im ÖV finden in der Schweiz bereits statt. Die Tests sind aber wenig koordiniert und deren Finanzierung ist nicht transparent geregelt. Im Gegensatz zum Ausland laufen in der Schweiz aber bisher keine Versuche privater (digitaler) Mobilitätsdienste oder automatisierten Fahrens, wie zum Beispiel «Moia» in Deutschland, «whim» in Finnland oder «Waymo» in den USA. Es soll geprüft werden, wie sich Bund, Städte, Gemeinden und Kantone für die Gewinnung und Begleitung solcher marktnahen Angebote engagieren können.

Deshalb fordern die Studienpartner die konsequente Verfolgung folgender Stossrichtungen:

- 1) Versuche mit innovativen Formen der Mobilität im Hinblick auf die Automatisierung und digitalen Vernetzung der Mobilität sind von allen Staatsebenen im Rahmen ihrer Kompetenzen zu ermöglichen und zu fördern – unabhängig davon, ob es sich um private oder öffentliche Anbieter handelt.
- 2) Bei öffentlich (mit-)finanzierten Versuchen ist zu gewährleisten, dass die Tests inhaltlich koordiniert und die Erkenntnisse und Ergebnisse systematisch erfasst sowie ausgetauscht werden. Nach Möglichkeit sind auch die Erkenntnisse privater Tests zu integrieren – beispielsweise über entsprechende Auflagen bei Sonderbewilligungen.
- 3) Die Wirkungen von Regulierungen und Vorgaben sind vor der flächendeckenden Einführung anhand von Pilotanwendungen zu testen. Nur so können zuwiderlaufende Wirkungen frühzeitig erkannt und vermieden werden.

Um einen Überblick über derzeit laufende und geplante Pilotprojekte von öffentlichen Transportunternehmen und möglichst vielen privaten Versuchen zu erhalten, soll in einem ersten Schritt eine nationale Austauschplattform geschaffen werden, an welcher sich alle in Tests involvierte Unternehmen und Fachleute beteiligen. Darauf aufbauend soll eine tripartite Testagenda für die Schweiz formuliert und Grundsätze für einen systematischen Erfahrungsaustausch zwischen Städten, Gemeinden, Kantonen und dem Bund vereinbart werden.

Die Erfahrungen aus diesen Anwendungen sollen einerseits Evidenz schaffen und zielführende Anwendungen für die Schweiz aufzeigen. Andererseits soll der Bund die Erkenntnisse auch im Rahmen seiner internationalen Tätigkeit bei rechtlichen Fragen einbringen.

Der Fokus aktueller Pilotprojekte in der Schweiz liegt auf automatisierten Kleinbussen und neuen Buchungs- resp. Abrechnungsplattformen. Zentral für das künftige Mobilitätssystem Schweiz ist aber insbesondere auch die Akzeptanz und die Wirkung von «on-demand»-Angeboten im ÖIV. Die Anforderungen an solche Angebote können unabhängig von der Automatisierung heute bereits in Pilotprojekten eingebracht werden – vorerst noch mit einem Fahrer resp. einer Fahrerin am Steuerrad. In diesem Zusammenhang interessieren insbesondere auch die Effekte von (automatisierten) «on-demand»-Services auf die klein- und grossräumige Siedlungsstruktur.

Auch zur Klärung von Datenbedürfnissen und offenen Fragen bezüglich Bereitstellung, Austausch, Hoheit und Zugriff auf die Daten sind Testanwendungen notwendig. Derartige Tests liefern wichtige Hinweise für die (internationale) Definition von Standards zur Datenqualität und für das Monitoring und Controlling. Hier sind unter anderem auch private Anbieter mit entsprechenden Anreizen für Testanwendungen zu gewinnen, beispielsweise im Rahmen von digitalen Testfeldern. Die öffentliche Hand muss (neue) Wege der Zusammenarbeit suchen, um trotz Unternehmensgeheimnissen von den Erkenntnissen dieser Tests profitieren zu können. Hier bietet sich auch eine internationale Zusammenarbeit an, beispielsweise in bestehenden digitalen Testfeldern in Österreich und Deutschland.

Wichtig ist, dass die öffentliche Testagenda technologieneutral ist, alle Erfahrungen und Erkenntnisse systematisch erfasst und unter den Akteuren auf allen Staatsebenen und nach Möglichkeit auch mit der Wirtschaft ausgetauscht werden. Ergänzend sollen zu besonders relevanten resp. aus heutiger Sicht nicht klar beantwortbaren Fragen auch interdisziplinäre wissenschaftliche Studien erarbeitet werden. Besonders unsicher scheinen heute die Schnittstelle von Mensch und Maschine bei der Steuerungsübergabe von Fahrzeugen, die Interaktionen zwischen automatisierten Fahrzeugen und nicht motorisierten Verkehrsteilnehmenden, oder effektiv realisierbare Kapazitätsgewinne insb. infolge verstärktem «Ride-Sharing».

Die Schaffung eines institutionellen Rahmens einer solchen öffentlichen Testagenda sowie die Klärung deren Finanzierung sind aus Sicht der an der Studie beteiligten Akteure vordringliche Handlungsschwerpunkte, welche alle Staatsebenen betreffen und rasch angegangen werden müssen. Dazu ist eine geeignete Organisation zu schaffen, die sowohl Fachleute als auch politische Vertreter und Vertreterinnen aller Staatsebenen und Hochschulen integriert.