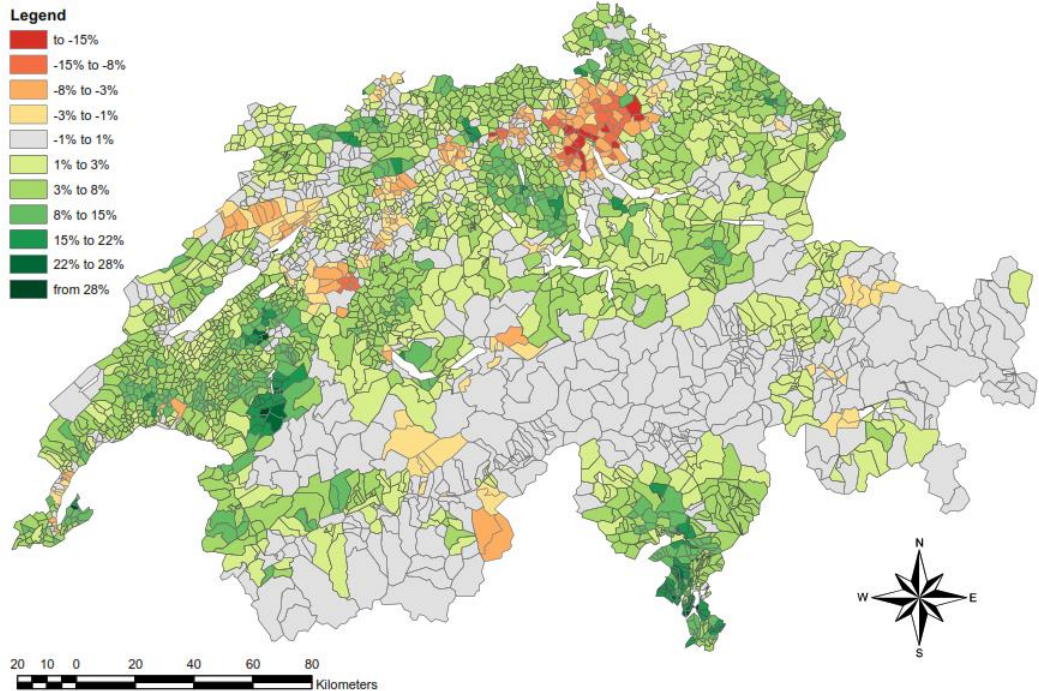


Factsheet 08 Wirtschaftliche Aspekte der Automatisierung im Verkehr

Hintergrund

Der Verkehr ist ein gewichtiger Faktor der schweizerischen Volkswirtschaft. Die Einführung automatisierter Fahrzeuge führt zu veränderten Kosten und Nutzen. Sie dürfte weitreichende Auswirkungen auf die Wirtschaft haben, sowohl durch direkte und indirekte Wirkungen auf wirtschaftliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Verkehrssystem (z.B. Fahrzeughersteller, öffentliche Verkehrsbetriebe, Arbeitsplätze, Logistik) als auch durch die Änderung von Reisekosten und dem Reiseverhalten.

Übersicht



Veränderte Erreichbarkeiten infolge zusätzlicher Fahrten und erhöhter Kapazitäten in der Schweiz (Meyer et al., 2016)

Thema

Automobilindustrie

Fahrzeughersteller werden auf verschiedene Weisen von der Automatisierung betroffen sein. Obwohl das komfortablere Fahren die Nachfrage nach privaten Fahrzeugen erhöhen könnte, ist es auch wahrscheinlich, dass die Automatisierung zu einer Verlagerung hin zu kommerziellen Fahrzeugflotten und einem kleineren Gesamtfahrzeugbestand führen wird. Wenn Fahrzeuge vermehrt gemeinschaftlich genutzt werden, also sowohl der Besetzungsgrad erhöht und die Fahrleistung über die Lebensdauer eines Fahrzeugs vergrößert werden kann, dürften die Fahrzeughersteller weniger Fahrzeuge verkaufen. Zudem dürften auch aufgrund des Rückgangs bei den Unfällen eine etwas längere Lebensdauer und eine höhere Kilometerleistung erreicht werden. Dabei ist wahrscheinlich, dass Fahrzeuge aufgrund des gestiegenen Anteils an eingebauter Technologie zu höheren Preisen verkauft werden, zumindest am Anfang der Entwicklung.

Es ist derzeit noch unklar, ob die klassischen Fahrzeughersteller ihre Fahrzeuge künftig an Flottenbetreiber verkaufen oder ob sie selbst Flotten betreiben und damit ihre Geschäftsmodelle stärker auf Verkehrs- und Datendienstleistungen ausrichten werden. Der Verkauf von Automobilen ist heute ein Geschäft mit relativ geringen Margen. Firmen wie GM und Ford gehen für die Zukunft von höheren Gewinnmargen ergänzender Dienstleistungen zu selbstgebauten resp. -fahrenden Fahrzeugen aus.

Insgesamt bleibt ungewiss, wie sich die Produktionsmengen verändern werden. Viele Fahrzeughersteller konzentrieren sich weiterhin auf den Verkauf von Fahrzeugen gemäss ihrem traditionellen Geschäftsmodell. Auch diejenigen, die sich auf zukünftige

¹ Perret F., Arnold T., Fischer R., de Haan P., Haefeli U. (2020). Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben? In TA-SWISS Publikationsreihe (Hrsg.): TA 71/2020. Zürich: vdf.

ergänzende Geschäftsmodelle vorbereiten, verkaufen kurzfristig weiterhin Fahrzeuge (v.a. der SAE-Stufen 2 und allenfalls 3) an Haushalte. Für Hersteller von Bussen mit bereits heute deutlich höherer Nutzungsintensität sind Veränderungen der Produktionsmengen deutlich weniger wahrscheinlich.

Mit der Automobilindustrie verknüpfte Wirtschaftszweige

Veränderte Produktionszahlen von Fahrzeugherstellern werden sich auch auf die Umsätze der für die Schweizer Wirtschaft wichtigen Zulieferbetriebe auswirken. Die Automatisierung im Verkehr hat zudem bereits zur Gründung Dutzender Unternehmen und zu immensen Investitionen in Elektronik und Software geführt (Beiker et al., 2016). Zusätzlich zu den Start-up-Unternehmen haben etablierte Automobilhersteller und Zulieferfirmen Milliardenbeträge in Akquisitionen und Partnerschaften investiert (Kerry und Karsten, 2017).

Darüber hinaus kann die Reduktion von Unfällen die Nachfrage nach Wartung und Reparaturen von Fahrzeugen erheblich verringern. Da die Funktionen von Fahrzeugen vermehrt von Softwarekonzernen sichergestellt werden, wird eine zunehmend qualifizierte und ausgebildete Belegschaft erforderlich sein, um eine effektive Instandhaltung zu gewährleisten. Wenn der private Fahrzeugbesitz in ein flottenbasiertes Modell mit eigener Wartung übergeht, dürfte zudem die Nachfrage für bestehende Unterhaltsbetriebe deutlich reduziert werden.

Medizin, Versicherungen und Rechtsberatung

Clements und Kockelman (2017) schreiben, dass in den USA über 2 Millionen Krankenhausbesuche und 240'000 verlängerte Krankenhausaufenthalte pro Jahr auf Verkehrsunfälle zurückzuführen sind. Im besten Fall liessen sich 21 Milliarden US-Dollar an Kosten für medizinische Leistungen vermeiden, wenn die 90% auf menschliches Versagen zurückzuführenden Unfälle verhindert werden könnten. Diese Ersparnisse entsprechen etwa 2% der amerikanischen Gesundheitskosten. Ein wesentlicher Teil der medizinischen Kosten wird dabei von Versicherungsgesellschaften getragen. Eine weitere medizinische Auswirkung der verbesserten Fahrzeugsicherheit könnte eine geringere Verfügbarkeit von geeigneten Organ Spendern sein. Ein grosser Teil der gespendeten Organe stammt in den USA von gesunden, jungen Spendern, die bei Autounfällen ums Leben kommen (Lipson und Kurman, 2016).

Versicherer dürften zudem erheblich betroffen sein, wenn sich der individuelle Autobesitz (mit Privatverträgen) zu Flotten mit grossen Unternehmensverträgen verlagert. Mit der Automatisierung dürfte die Risikoeinschätzung für Versicherer schwieriger werden. Schliesslich dürfte sich auch der Bedarf an Anwälten verändern, die auf Verkehrsunfallschäden spezialisiert sind. Sowohl mittel- als auch langfristig könnten Ansprüche vermehrt in Produkthaftungsklagen bei Herstellern geltend gemacht werden (Walker Smith, 2017).

Logistik

Der Transport stellt für viele güterproduzierende Industrien einen wesentlichen Teil der Logistikkosten dar. Die Fahrerinnen und Fahrer von Lastwagen machen etwa die Hälfte der Transportkosten aus. Berücksichtigt man Fahrzeitbeschränkungen, die sicherstellen, dass die Fahrerinnen und Fahrer die Fahrzeuge sicher bedienen, so entfällt ein noch grösserer Teil der Logistikkosten. Dies ermöglicht Sendern und Empfängern, Kosten zu senken oder die Lieferketten zu erweitern und damit die Effizienz ihrer Produktion zu verbessern.

Arbeitsplätze in Verkehrsberufen

Eine vollständige Automatisierung des Güter- und Personenverkehrs könnte erhebliche Auswirkungen auf die Belegschaft der Transportbranche haben. Arbeitnehmende, die als Lastwagenfahrer/in, lokale Zustellfahrer/in, Taxifahrer/in, Fahrer/in von öffentlichen Verkehrsmitteln, Lagerarbeiter/in, Terminalarbeiter/in etc. beschäftigt sind, wären mit automatisierten Alternativen nicht mehr konkurrenzfähig (ITF, 2017a).

Die Automatisierung im Verkehr dürfte sich jedoch wie bei anderen historischen Automatisierungsschritten nicht nur negativ auf die Gesamtbeschäftigung auswirken, da viele

neue Arbeitsplätze dazukommen könnten, beispielsweise für die Systemüberwachung oder neue Dienstleistungen. Die neuen Arbeitsplätze erfordern andere Fähigkeiten und haben andere Lohn- und Leistungsmerkmale als traditionelle Arbeitsplätze (ITF, 2017a; Viscelli, 2017).

Öffentlicher Sektor

Die Einnahmen des Staates können durch die Automatisierung ebenfalls beeinflusst werden, insbesondere wenn das öffentliche Parken eine wichtige Einnahmequelle für lokale Behörden ist. Die Einnahmen aus Ordnungsbussen dürften sinken. Bei signifikanten Verschiebungen vom privaten Einzelfahrzeugbesitz hin zum Flottenmodell dürften zudem die Einnahmen aus Fahrzeugsteuern deutlich sinken.

Software- und Serviceproduzenten

In einem selbstfahrenden Auto braucht es eine zentrale Steuerungseinheit, die alle Fahrzeugfunktionen kennt und die gesamte Kommunikation steuert. Dieses System gewinnt mit zunehmender Automatisierung und Vernetzung an Bedeutung und wird zur zentralen Komponente im gesamten Fahrzeug, zumal auch alle Navigations- und Telematikdaten dort erfasst werden (Hermann, 2018). Hieraus ergeben sich neue Geschäftsfelder für und Arbeitsplätze bei etablierten Fahrzeugherstellern und Zulieferern als auch für (neue) Technologiefirmen.

Daneben entwickeln die Unternehmen eine Vielzahl von ergänzenden Diensten, indem sie die Fahrzeuge immer mehr mit der Aussenwelt verbinden. So haben viele Fahrzeughersteller intensiv in bordeigene Unterhaltungssysteme investiert. Allerdings wartet auch die bestehende Unterhaltungsindustrie nur darauf, ihre Leistungen in den Fahrzeugen anbieten zu können (Hermann, 2018). Solche Dienste werden wichtiger, wenn Fahrerinnen und Fahrer von ihren Fahraufgaben entlastet werden. In der «gewonnenen» Zeit können Medienangebote konsumiert werden, die beispielsweise über kostenpflichtige Abonnements oder ein werbefinanziertes Modell bereitgestellt werden. Aus einer Studie des Fraunhofer Instituts geht hervor (Hermann, 2018), dass Probanden bereit sind, für Services, die die Kommunikation und das Arbeiten vereinfachen und beschleunigen, pro Monat zwischen 28 und 37 Euro zu bezahlen.

Erste Experten diskutieren, ob Mobility-on-demand-Angebote sogar mit einem werbefinanzierten Medienmodell gratis angeboten werden könnten. Dabei könnten Stopps entlang der Route vorgeschlagen werden oder Reisende werden Werbung ausgesetzt. In der Verknüpfung mit ortsbezogenen Daten und allfälligen persönlichen Benutzerdaten könnte zudem personalisierte Werbung geschaltet werden. Rund um die gesammelten Daten wird eine Industrie mit verschiedenen (personalisierten) Services entstehen.

Verringerte Transportkosten

Viele Experten erwarten, dass automatisierte Fahrzeuge die Transportkosten pro Kilometer senken. Anwendungen wie Platooning sowie eine homogenere Beschleunigung und Verzögerung reduzieren den Benzinverbrauch. Sicherheitsgewinne automatisierter Fahrzeuge dürften zudem die Versicherungskosten senken.

Auch der Betrieb von gemeinschaftlich genutzten Fahrzeugflotten dürfte die Betriebskosten senken, ohne die individuelle Mobilität zu beeinträchtigen. Dabei wird erwartet, dass eine deutlich verminderte Fahrzeuganzahl benötigt wird, wenn Menschen nicht mehr ihre eigenen Fahrzeuge benutzen. Erste optimistische Schätzungen gehen davon aus, dass die Gesamtzahl der Fahrzeuge um bis zu 80–90% sinken könnte (Kornhauser et al., 2016; Fagant und Kockelman, 2015; ITF, 2017b).

Bessere Instandhaltungspraktiken könnten dazu führen, dass Fahrzeuge vor der Ausserbetriebnahme deutlich mehr Kilometerleistung erbringen. Zum Beispiel fahren die Taxis in New York City während mindestens 5 bis 6 Jahren mehr als 90'000 Kilometer pro Jahr – mehr als doppelt so viel wie die meisten individuell genutzten Fahrzeuge während ihrer ganzen Lebensdauer (NYC, TLC 2014; NYC, TLC 2018).

Bösch et al. (2017) weisen aber darauf hin, dass in vielen internationalen Studien zu Fahrzeugflotten einzelne Kostenanteile nicht berücksichtigt werden. Dazu gehören beispielsweise der Overhead der Mobilitätsdienstleister oder ein erhöhter Aufwand für Unterhalt und Reinigung, da die Sorgfalt der Nutzenden tief sein dürfte. Zudem dürften

geteilte Fahrzeuge (im Pooling) eher tiefe Besetzungsgrade aufweisen und damit die Kostenvorteile nicht vollständig ausschöpfen.

Zunehmende Verkehrs- und Fahrleistungen

Einige dieser Kosteneinsparungen werden dazu führen, dass die Einsparungen von Individuen reinvestiert werden und eine zusätzliche Reisebereitschaft entsteht. Diese zusätzlichen oder längeren Fahrten könnten zu neuen Überlastungen mit entsprechend negativen Effekten auf die Volkswirtschaft führen, wobei aber die positiven Kapazitätseffekte automatisierter Fahrzeuge zumindest teilweise entgegenwirken.

Es gibt jedoch noch weitere Gründe, die auf eine Zunahme des Reiseverkehrs durch den Einsatz selbstfahrender Fahrzeuge schliessen lassen: Gegenüber konventionellen Fahrzeugen wird der Mensch in selbstfahrenden Fahrzeugen höherer Level zum reinen Passagier. Dabei kann er sich anderen Aktivitäten widmen, beispielsweise dem Arbeiten oder dem Schlafen. Die Reisezeit wird damit im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen anderweitig nutzbar und längere Reisen werden damit von Menschen weniger negativ bewertet. Reisedauer und Reisedistanzen könnten sich somit erhöhen.

Die Automatisierung kann zudem vielen neuen Reisenden ermöglichen, mit einem Auto mobil zu sein. Viele Menschen können aufgrund ihres Alters noch nicht oder nicht mehr Auto fahren, sind krank, körperlich eingeschränkt oder anderweitig nicht in der Lage, im heutigen Verkehrssystem ein Auto zu nutzen. In Zukunft könnten diese Personen auch auf ein selbstfahrendes On-demand-Fahrzeug zugreifen, um gewünschte Ziele zu erreichen. Während diese Reisenden heute ein anderes Verkehrsmittel nutzen (zu Fuss, mit dem Fahrrad, mit öffentlichen Verkehrsmitteln) oder gar nicht reisen, können sie sich künftig für ein selbstfahrendes Auto entscheiden und damit die Fahrleistung weiter erhöhen.

Ein weiterer Faktor, der zu einer Zunahme der Fahrleistung führen dürfte, sind Leerfahrten, also Fahrten, bei denen selbstfahrende Fahrzeuge ohne Passagiere unterwegs sind. Diese können vor allem beim Bringen und Holen von Personen und Waren entstehen. Aber auch bei automatisierten Flottenfahrzeugen müssten – zumindest teilweise – Fahrten zwischen den Ab- und Zugangsorten ohne Passagiere durchgeführt werden.

Verringerte Reisewiderstände und Produktivität

Wenn die Automatisierung die Reisebereitschaft der Menschen erhöht, da sie pro zurückgelegtem Kilometer weniger bezahlen und die Reisezeit im Fahrzeug anderweitig nutzen können, könnte dies ihren Zugang zum Arbeitsmarkt erheblich erweitern. Fachpersonen sind möglicherweise eher bereit, aus der Ferne an einen zentralen Unternehmensstandort zu reisen. Dies erhöht das Einzugsgebiet der Unternehmen und dürfte einen Einfluss auf die Produktivität haben. Selbstfahrende Güterfahrzeuge können ähnliche Auswirkungen auf die Produktivität der Industrien haben. Diese können bessere und kostengünstigere Lieferanten und Produkte wählen.

Die Automatisierung könnte zudem neue Reisemöglichkeiten für Menschen eröffnen, für die der Reisewiderstand bisher zu gross war. Diese neuen Reisenden könnten als Verbraucher von Gütern und Dienstleistungen an weiteren Standorten zum Wachstum der Wirtschaft beitragen.

Folgen für die Raumstruktur

Geringere Reisekosten und die gesteigerte Reisebereitschaft könnten die Siedlungsmuster verändern. Menschen müssten bei der Wahl ihres Wohnortes weniger auf die Erreichbarkeit achten. Damit hat die Automatisierung das Potenzial, die Zersiedelung zu vergrössern. Meyer et al. (2016) zeigen mögliche Folgen des automatisierten Fahrens auf die Erreichbarkeiten in der Schweiz auf. Dabei wurde untersucht, wie sich die Erreichbarkeiten aller Gemeinden in der Schweiz wandeln, wenn sich sowohl das Angebot als auch die Nachfrage gemäss den derzeitig abschätzbaren Wirkungen von automatisierten Fahrzeugen verändern. Für gut an das Strassennetz angeschlossene ländliche Gebiete verbessert sich die Erreichbarkeit deutlich, vor allem durch erhöhte Netzkapazitäten und eine im Vergleich weniger stark erhöhte Nachfrage. Dieser Umstand fördert eine Zunahme der Zersiedelung. In Städten wird je nach Szenario eine schwache oder sogar negative Entwicklung der Erreichbarkeiten prognostiziert, da die zusätzliche

	<p>Nachfrage die gestiegene Kapazität überschreitet.</p> <p>In Städten kann die Automatisierung auch der Verdichtung dienen, wenn substanzielle Parkierungsflächen infolge einer starken Nutzung von kollektiven Fahrzeugflotten zurückgebaut werden können. Dies spielt zentrale Flächen für höherwertige Nutzungen frei. Zudem könnten die Kosten für den Bau von Wohneinheiten erheblich gesenkt werden, wenn der Flächenbedarf für Parkgaragen entfällt. Dies könnte das städtische Wohnen günstiger machen.</p>
<p>Quellen</p>	<p>Beiker et al. (2016): How the convergence of automotive and tech will create a new ecosystem. McKinsey Automotive and Assembly. Weblink</p> <p>Bösch et al. (2017): Cost-Based Analysis of Autonomous Mobility Services. Working Paper, 1225. Institute for Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich.</p> <p>Clements und Kockelman (2017): Economic Effects of Automated Vehicles, Transportation Research Record No. 2602.</p> <p>DHIK (2018): Studie Autonomes Fahren – Aktueller Stand, Potentiale und Auswirkungsanalyse, Deutscher Industrie- und Handelskammertag.</p> <p>Fagant and Kockelman (2015): Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities barriers and policy recommendations for capitalizing on self-driven vehicles.</p> <p>Hermann (2018): Die autonome Revolution – Wie selbstfahrende Autos unsere Straßen erobern. Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt am Main.</p> <p>ITF (2017a): Managing the Transition to Driverless Road Freight Transport.</p> <p>ITF (2017b): Shared Mobility Simulations for Helsinki.</p> <p>Kerry and Karsten (2017): Gauging investment in self-driving cars. Brookings Institute Report. Weblink</p> <p>Kornhauser (2016): Nationwide Ride-Sharing: A first look at the potential and its implications on Fleet Size, Fleet Operations, Integration with Existing Urban Rail, Intercity Rail, Intercity air system and Societal benefits.</p> <p>KPMG (2015): Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity.</p> <p>Lipson and Kurman (2016): Driverless: Intelligent Cars and the Road Ahead. MIT Press.</p> <p>Meyer et al. (2016): Impact of Autonomous Vehicles on the Accessibility in Switzerland, IVT ETH Zürich.</p> <p>New York City Taxi and Limousine Commission (2018): 2018 Factbook.</p> <p>New York City Taxi and Limousine Commission (2014): 2014 Factbook.</p> <p>Viscelli (2018): Driverless? Autonomous Trucks and the Future of the American Truck-er. Weblink</p> <p>Walker Smith (2017): Automated Driving and Product Liability. Michigan State Law Review.</p>
<p>Situation im Ausland</p>	<p>Die beschriebenen qualitativen wirtschaftlichen Auswirkungen sind nicht an einen bestimmten Länderkontext gebunden und haben in unterschiedlichen Ausprägungen allgemeine Gültigkeit. Aufgrund der Bedeutung der Automobilindustrie für den Wohlstand vieler (grosser) Volkswirtschaften findet bei der Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen aber auch ein Wettbewerb der Nationen statt. Dem KPMG-Index bezüglich des Standes der Automatisierung im Verkehr zufolge führen derzeit die Niederlande und Singapur (Hermann, 2018).</p> <p>Verschiedene Studien haben die monetären Auswirkungen automatisierter Fahrzeuge spezifisch für Länder abgeschätzt. Für Deutschland werden Einsparungen von 15 Mrd. Euro jährlich bei einem breiten Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen erwartet (DHIK, 2018). Die wichtigsten Effekte sind dabei Benzinersparnisse, Betriebskosteneinsparungen, Zeitkostensparnisse infolge eines optimierten Verkehrsflusses, Sicherheitsgewinne, Entlastung von Grossstädten durch bessere Erreichbarkeit ländlicher Räume sowie die Verringerung städtischer Fahrzeugstellplätze. Zusätzliche Kosten entstehen durch IT-Sicherheit und Datenschutz sowie zusätzlich durchgeführte Fahrten.</p> <p>Für das Vereinigte Königreich kommt KPMG (2015) zum Schluss, dass sich bis 2030</p>

	<p>grosse ökonomische Nutzen (£51 Mrd.) aufsummieren werden, wovon der weitaus grösste Teil den Nutzenden zugutekommt. Wie KPMG führen verschiedene Studien die grössten Auswirkungen darauf zurück, dass die Benutzer ihre Pendelwege produktiver nutzen können. Clements und Kockelman (2017) schätzen über 1.2 Billionen US-Dollar an Auswirkungen einer Vollautomatisierung in den USA, einschliesslich positiver und negativer Auswirkungen auf 15 Branchenkategorien. Gemäss Hermann (2018) tragen die verminderten Unfallkosten mit 480 Milliarden US-Dollar mehr als ein Drittel zur Kosteneinsparung bei. Weitere 168 Milliarden US-Dollar liessen sich in den USA auch durch selbstfahrende Lastwagen einsparen (Hermann, 2018).</p>
<p>Situation und Handlungsspielraum der Schweiz</p>	<p>Mit der Automatisierung im Verkehr können auch in der Schweiz positive Effekte auf den Wohlstand erwartet werden. Es gilt jedoch, diese Entwicklung so zu steuern, dass die negativen Auswirkungen auf Arbeitsplätze, Zersiedelung, Ressourcen etc. minimiert werden. Entsprechend sind von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden zuerst ausgewogene und aufeinander abgestimmte Ziele (bzw. Gewichtungen) zu definieren. Erst in einem zweiten Schritt ist festzulegen, wie diese unter Einsatz der Automatisierung am besten erreicht werden können. Selbstfahrende Fahrzeuge sind nicht als Selbstzweck zu verstehen, sondern als Mittel zur besseren Zielerreichung einzusetzen. 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.</p> <p>Die Entwicklung ist von der öffentlichen Hand aktiv zu steuern. Denkbar ist die Einflussnahme 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.</p>