

# Denkbare Anwendungen und Effekte des automatisierten Fahrens

## Herausforderungen und Handlungsoptionen für Städte und Agglomerationen

Das automatisierte Fahren hat das Potenzial, unsere alltägliche Mobilität grundlegend zu verändern. Auf Basis eines denkbaren Entwicklungspfades werden die heute absehbaren Auswirkungen insbesondere aus Sicht der Städte und Agglomerationen hergeleitet. Dabei stehen Chancen wie Effizienzgewinne, neue Mobilitätsangebote und eine Erhöhung der Verkehrssicherheit den Herausforderungen wie potenzielle Verkehrszunahmen, Anpassungen der Regulierungen oder dem Datenschutz gegenüber. Ob das automatisierte Fahren gesamthaft einen Nutzen bringen wird, hängt deutlich von der Einflussnahme der Politik ab.

### Ausgangslage

Das Thema automatisiertes Fahren wurde bisher vor allem durch Technologie- und Industrieunternehmen besetzt und primär mit Vernetzung, Sharing und Elektromobilität in Verbindung gesetzt, um sich als Innovationsträger zu präsentieren. Gesichertes Wissen über die Wirkungen des automatisierten Fahrens auf das Mobilitätsverhalten, auf das gesamte Verkehrsgeschehen, auf die Raumentwicklung oder den Infrastrukturbedarf fehlt weitgehend.

Für Planerinnen und Planer in den Städten und Agglomerationen stellen sich zentrale Fragen: Welchen Einfluss haben automatisierte Fahrzeuge auf das Erscheinungsbild der Mobilität und die Kapazität der Verkehrsnetze? Bedarf es neuer Infrastrukturen? Welches sind die Rollen und Verantwortlichkeiten der Gemeinden und Städte? Wem gehören



VON  
**FABIENNE PERRET**  
Dipl. Geomatik-Ing., ETH,  
Leiterin des Geschäftsbereichs Verkehr bei EBP Schweiz

# Applications envisageables et effets de la conduite automatisée

## Défis et possibilités d'action pour les villes et agglomérations

La conduite automatisée pourrait bouleverser entièrement notre mobilité quotidienne. À partir d'une piste de développement envisageable, les conséquences prévisibles à ce jour sont imaginées, en particulier du point de vue des villes et agglomérations. Des opportunités comme les gains d'efficacité, l'apparition de nouvelles offres de mobilité et l'amélioration de la sécurité routière sont mises en balance avec des défis tels que les hausses de trafic potentielles, l'adaptation des réglementations ou la protection des données. Quant à savoir si la conduite automatisée constituera globalement un progrès, cela dépendra largement des décisions politiques.

### Situation de départ

Jusqu'à présent, ce sont principalement des sociétés technologiques et industrielles qui se sont saisies du thème de la conduite automatisée, et l'ont réduit



VON  
**REMO FISCHER**  
MSc ETH Bau-Ing.,  
Geschäftsbereich Verkehr bei EBP Schweiz

essentiellement aux questions de connexion, d'autopartage et de mobilité électrique afin de se positionner en tant qu'acteurs innovants. Mais les connaissances avérées sur les effets de la conduite automatisée sur les habitudes de mobilité, les conditions de trafic globales, le développement territorial ou les besoins en infrastructures font encore largement défaut.

Des questions fondamentales se posent pour les planificateurs dans les villes et agglomérations: quelle sera l'influence des véhicules automatisés sur l'organisation de la mobilité et la capacité des réseaux de transport? Y aura-t-il besoin de nouvelles infrastructures? Quels sont les rôles et responsabilités



1 | Sicht aus einem automatisierten Fahrzeug (Animation): Wie werden sie unsere Mobilität verändern? [Foto: 123rf.com]  
 1 | Vue depuis un véhicule automatisé (animation): quel impact auront-ils sur notre mobilité? [photo: 123rf.com]

die produzierten Daten? Welche neuen Mobilitätsangebote haben Marktchancen? Wie gehen wir mit privaten Mobilitätsdienstleistern um?

Im Rahmen einer interdisziplinären Studie (EBP 2018)\*, die in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern (u.a. Städteverband, Kantone, Transportunternehmen) entstand, wurden die relevanten Aspekte des automatisierten Fahrens diskutiert und mögliche Auswirkungen in der Schweiz abgeschätzt. Der gemeinsam festgelegte Fokus lag auf planerischen Aspekten des Personenverkehrs auf Schiene und Strasse. Rechtliche Fragen standen nicht im Zentrum.

### Denkbarer Entwicklungspfad

Für die Untersuchung wurde angenommen, dass die menschliche Innovationskraft das automatisierte Fahren früher oder später erfolgreich ermöglichen wird. Die Gesellschaft wird selbstfahrende Fahrzeuge in der Zukunft als alltäglich betrachten und breit nutzen. Doch wie kommen wir dahin? Um die Auswirkungen über die Zeit beschreiben zu können, wurde ein Entwicklungspfad mit sechs Zuständen skizziert. Er wird aus heutiger Sicht sowohl von den Studienpartnern als auch von den Autorinnen und Autoren als plausibel und wahrscheinlich eingeschätzt. Es wird nicht der Anspruch erhoben, dass dieser die einzig mögliche Entwicklung darstellt. Welche Abfolge tatsächlich eintreten wird, ist von vielen Faktoren abhängig. Der skizzierte Entwicklungspfad ermöglicht es jedoch, die Komplexität für Wirkungsanalysen

des communes et villes? À qui appartiendront les données produites? Quelles nouvelles offres de mobilité sont susceptibles de s'imposer sur le marché? Quelle position adopter vis-à-vis des prestataires de services de mobilité privés?

Dans le cadre d'une étude interdisciplinaire (EBP, 2018)\* menée en collaboration avec différents partenaires (notamment l'Union des villes, les cantons, des sociétés de transport), les aspects pertinents de la conduite automatisée ont été abordés et les conséquences possibles pour la Suisse évaluées. D'un commun accord, l'étude s'est focalisée sur les aspects de planification du transport de personnes par la route et le rail. Les questions d'ordre juridique n'étaient pas centrales.

### Piste de développement envisageable

L'étude est fondée sur la conviction que la capacité d'innovation humaine permettra tôt ou tard la conduite automatisée. La société considèrera à l'avenir les véhicules autonomes comme des objets du quotidien et les utilisera largement. Mais comment en arriver à ce stade? Une piste de développement comportant six stades a été élaborée pour décrire les conséquences dans le temps. Du point de vue actuel, elle est considérée comme plausible et probable par les partenaires de l'étude et les auteurs. Il n'est pas question d'affirmer qu'il s'agit de la seule évolution possible. Le scénario qui se produira effectivement dépend de nombreux facteurs. La piste de développement schématisée permet cependant de réduire la complexité en vue de l'analyse des conséquences et de présenter les actions possibles étape par étape.

La piste donne une idée de l'évolution possible dans différents sous-secteurs mais ne présente pas d'horizon temporel

\* [www.ebp.ch/de/projekte/studie-zum-einsatz-automatisierter-fahrzeuge-im-alltag](http://www.ebp.ch/de/projekte/studie-zum-einsatz-automatisierter-fahrzeuge-im-alltag)

Zustand État	MIV TIM	Strassengebundener ÖV TP routiers	Schienerverkehr Trafic ferroviaire
1	Fahrassistenzsysteme L1/L2 auf Gesamtnetz Systèmes d'assistance à la conduite L1/L2 sur l'ensemble du réseau	Teststrecken (L4)	Isolierte Anwendungen (GoA 3/4)
		Tronçons expérimentaux (L4)	Applications isolées (GoA 3/4)
2	Freigabe L3 auf Hochleistungsstrassen Autorisation L3 sur les routes à grand débit	Automatisierte Kleinbusse innerorts im Regelbetrieb (L4)	Ausgewählte Teststrecken (GoA 3/4)
		Minibus automatisés en agglomération en service normal (L4)	Tronçons expérimentaux sélectionnés (GoA 3/4)
3	Freigabe L4 auf Hochleistungsstrassen, L3 auf Strassen im Siedlungsraum Autorisation L4 sur les routes à grand débit, L3 sur les routes de l'espace urbain	Automatisierte Kleinbusse innerorts im Regelbetrieb (L5)	Automatisierter Zugbetrieb in Teilnetzen (GoA 3/4)
		Minibus automatisés en agglomération en service normal (L5)	Circulation automatisée de trains sur des parties de réseau (GOA 3/4)
4	Freigabe L4 auf Strassen im Siedlungsraum, L3 auf Überlandstrassen Autorisation L4 sur les routes de l'espace urbain, L3 sur les routes interurbaines	Automatisierte Kleinbusse inner-/ausserorts im Regelbetrieb (L5)	
		Minibus automatisés en/hors agglomération en service normal (L5)	
5	L4 auf Überlandstrassen und schliesslich L5 auf dem Gesamtnetz L4 sur les routes interurbaines, et finalement L5 sur l'ensemble du réseau	Alle Fahrzeuge inner-/ ausserorts im Regelbetrieb (L5), adaptiver/linienfreier ÖV (insb. auf nachfrageschwachen Beziehungen)	Automatisierter Zugbetrieb im Gesamtnetz (GoA 3/4)
		Tous les véhicules en/hors agglomération en service normal (L5), TP adaptatifs/sans parcours (notamment sur les liaisons à faible demande)	Circulation automatisée de trains sur l'ensemble du réseau (GOA 3/4)
6	L5 auf dem Gesamtnetz, hoheitliche Einflussnahme L5 sur l'ensemble du réseau, influence régalienn	Zusätzlich: Hoheitliche Einflussnahme	
		En plus: influence régalienn	

Tab. 1: Kurzfassung der Entwicklungspfade über die drei Anwendungsbereiche (L bzw. GoA=Automatisierungsstufen gemäss SAE bzw. UITP).  
Tab. 1: Tableau récapitulatif des pistes de développement dans les trois domaines d'application (L et GoA=niveaux d'automatisation selon SAE et UITP).

zu reduzieren und die Handlungsoptionen in Schritten aufzuzeigen.

Der Pfad zeigt einen denkbaren Verlauf der Entwicklung in unterschiedlichen Teilräumen auf, er beinhaltet jedoch keine konkreten Zeithorizonte. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die erarbeiteten sechs Zustände des Entwicklungspfades der Automatisierung nach Anwendungsbereich.

### Motorisierter Individualverkehr

Abbildung 2 zeigt die sechs Zustände des Entwicklungspfades der Automatisierung im motorisierten Individualverkehr (MIV). Dabei werden die internationalen Automatisierungsgrade der SAE (levels of automation) verwendet. Der MIV dürfte eine schrittweise generische Entwicklung vom konventionellen selbstgesteuerten Fahrzeug bis hin zur vollständigen Automatisierung durchlaufen. Die nötigen Bewilligungen bzw. Zulassungen werden technisch und räumlich ausgeweitet – von der Sonderbewilligung für Teststrecken über die temporäre Freigabe von Pilotstrecken für entsprechend zugelassene Fahrzeuge hin zur allgemeinen Freigabe im gesamten Strassennetz.

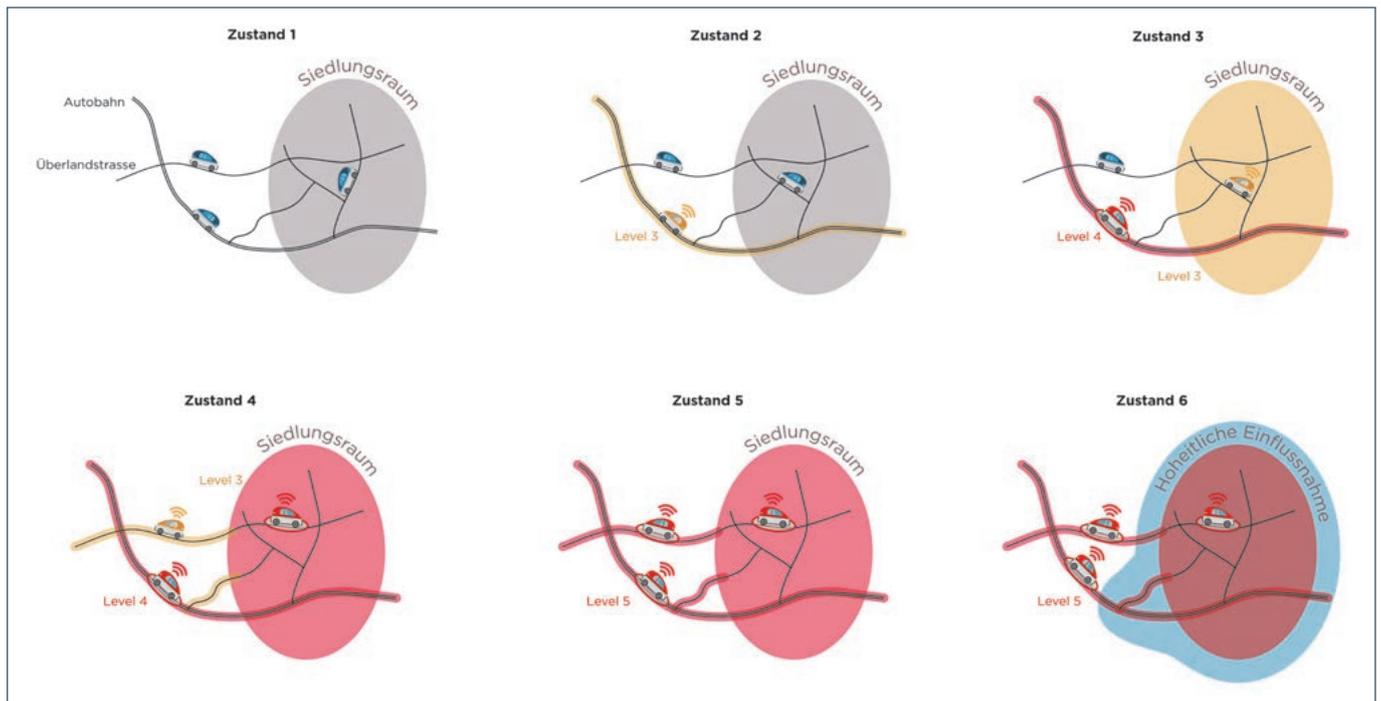
Automatisierte Fahrzeuge dürften sich zuerst auf den Hochleistungsstrassen (Zustände 2 und 3 gemäss Abbildung 2) und dann im städtischen Raum (Zustände 3 und 4 gemäss Abbildung 2) durchsetzen. Der Betrieb des Autobahnnetzes als geschlossenes System ist einfacher: die Fahrrichtungen

concret. Le tableau 1 donne un aperçu des six stades élaborés pour la piste de développement de l'automatisation, par domaine d'application.

### Trafic individuel motorisé

Le schéma 2 illustre les six stades de la piste de développement de l'automatisation dans le secteur du trafic individuel motorisé (TIM). Il reprend les degrés d'automatisation internationaux de la SAE (levels of automation). Le TIM devrait connaître une évolution générique progressive, du véhicule conventionnel circulant par lui-même jusqu'à l'automatisation complète. Les autorisations et homologations nécessaires seront élargies sur le plan technique et spatial – allant de l'autorisation spéciale pour les tronçons d'essai à l'autorisation générale sur l'ensemble du réseau routier, en passant par l'autorisation temporaire sur des tronçons pilotes pour des véhicules homologués en conséquence.

Les véhicules automatisés devraient s'imposer d'abord sur les routes à grand débit (stades 2 et 3, schéma 2) puis dans l'espace urbain (stades 3 et 4, schéma 2). En tant que système fermé, l'exploitation du réseau autoroutier est plus simple: les différents sens de circulation y sont séparés par des éléments de construction, les conflits de trajectoire ne se produisent que lors des changements de voie et il n'y a pas d'autres moyens de transport que l'automobile. Dans



2 | Entwicklungspfad beim MIV (Zustände 1–6) (Quelle: eigene Darstellung).  
 2 | Piste de développement pour le TIM (stades 1 à 6) (source: représentation propre).

sind baulich getrennt, Konflikte der Trajektorien kommen nur in Bezug auf Spurwechselforgänge vor, und es sind keine anderen Verkehrsmittel vorhanden. In Siedlungsräumen ist die Situation aufgrund des Mischverkehrs mit anderen Verkehrsmitteln und den zahlreichen Fahrkonflikten zwar deutlich komplexer als ausserorts. Die gefahrenen Geschwindigkeiten sind jedoch tiefer und damit die Möglichkeiten der Erfassungstechnologien in Bezug auf die Erkennung von sich bewegendem Objekten deutlich besser. Darüber hinaus dürfte die Datennetzabdeckung in Siedlungsräumen über lange Zeit besser sein als in ländlichen Gebieten. Deshalb wird gemäss Abbildung 2 erst ab Zustand 4 mit ersten Anwendungen des automatisierten Fahrens auf Überlandstrassen gerechnet.

Mit zunehmender Automatisierung wird das Mobilsein attraktiver, unter anderem weil die Reisezeit im Auto für andere Aktivitäten genutzt werden kann. Dies dürfte die Verkehrsnachfrage deutlich steigern, wie die detaillierte Auswirkungsanalyse im Abschnitt «Auswirkungen» aufzeigt. Da der Spielraum für einen Ausbau der Verkehrsinfrastrukturen in der Schweiz sehr begrenzt und eine ungebremste Zunahme des Verkehrsaufkommens politisch nicht erwünscht ist, drängen sich Lenkungsinstrumente auf. Als Iteration wurde daher im letzten Zustand des Entwicklungspfad (Zustand 6 gemäss Abbildung 2) von einer staatlichen Einflussnahme ausgegangen, die das Mobilitätsverhalten mit (neuen) Regulativen und Anreizsystemen in eine nachhaltige(re) Richtung steuert. Davon können alle Verkehrsmittel betroffen sein. Zur Einflussnahme gehören beispielsweise Anreize zur Bündelung von Wegen oder die Beschränkung von Leerfahrten. Die Anwendung solcher Instrumente kann auch schon in früheren Zuständen erfolgen, wurde hier aber zur differenzierten Folgenabschätzung bewusst an das Ende des Entwicklungspfad gestellt.

les espaces urbains, la situation est certes nettement plus complexe qu'à l'extérieur des localités en raison du trafic mixte avec d'autres moyens de transport et des nombreux conflits concernant la conduite. Mais la vitesse y est limitée, ce qui améliore sensiblement les possibilités de détection des objets en mouvement par les technologies de saisie. De plus, la couverture des réseaux de données devrait rester longtemps meilleure dans les espaces urbains que dans les zones rurales. C'est pourquoi, comme indiqué sur le schéma 2, les premières applications de conduite automatisée sur les routes de campagne ne sont pas attendues avant le stade 4.

Avec le développement de l'automatisation, la mobilité sera de plus en plus attrayante, notamment parce que les temps de trajet en voiture pourront être mis à profit pour d'autres activités. Cela devrait entraîner une nette hausse de la demande, comme le montre l'analyse détaillée des conséquences au chapitre «Conséquences». La marge de manœuvre étant très limitée en Suisse en ce qui concerne l'extension des infrastructures de transport et la hausse illimitée du trafic n'étant pas souhaitée sur le plan politique, des outils de gestion s'imposent. Par hypothèse, on est donc parti du principe d'une intervention de l'Etat au dernier stade de la piste de développement (stade 6, schéma 2) pour guider les comportements de mobilité vers une trajectoire (plus) durable à l'aide de (nouvelles) réglementations et mesures incitatives. Tous les moyens de transport pourront être concernés. Ces interventions pourront être par exemple des incitations à regrouper les trajets ou la limitation des trajets à vide. L'utilisation d'outils de ce type est envisageable à des stades plus précoces mais a été sciemment reportée ici à la fin de la piste de développement pour permettre une évaluation différenciée des conséquences.

## Strassengebundener öffentlicher Verkehr

Beim strassengebundenen öffentlichen Verkehr (ÖV) bieten sich infolge der Automatisierung Möglichkeiten für veränderte Mobilitätsangebote (UITP 2017). Bereits heute werden in zahlreichen Städten automatisierte Minibusse mit Sonderbewilligungen und unter Begleitung getestet. Anwendungen dürften sich über den automatisierten Betrieb einzelner Linien, den automatisierten Regelbetrieb im ÖV-Netz hin zu einem adaptiven öffentlichen Individualverkehr (ÖIV) entwickeln. Dieser folgt keiner definierten Linienführung mehr, sondern führt bei jeder Fahrt ein optimiertes Routing zur Bündelung der angemeldeten Fahrtenwünsche der Kunden durch («on-demand»). Insbesondere in peripheren Stadtgebieten und im ländlichen Raum weist diese Angebotsform Vorteile auf (kostengünstige, gute Bedienung bei geringer Nachfrage). In dichten städtischen Räumen dürften auf Hauptachsen weiterhin grosse Fahrzeuggefässe im Linienverkehr zum Einsatz kommen, da sie in Bezug auf Kapazitäten und Bündelung kaum zu ersetzen sind.

## Schieneverkehr

Auch für den schienegebundenen ÖV wurde im Rahmen der Studie ein Entwicklungspfad erarbeitet, der von bereits heute vorhandenen netztopologisch isolierten Anwendungen (Bsp. führerlose U-Bahnen) hin zu automatisiertem, führerlosem Zugbetrieb im gesamten Schienennetz führt. Die Abfolge der Zustände wird dabei als weniger komplex als im Strassenverkehr angenommen, da die Fahrzeuge fixe Strecken befahren, heute schon in übergeordnete Steuerungen eingebunden sind und als Flotten beschafft sowie erneuert werden. Wie rasch sich führerloses Fahren auf der Schiene durchsetzt, ist aber insbesondere auch von Akzeptanzfragen bei den Nutzenden, vom Innovationspotenzial der Branche und von den langlebigen Fahrzeuggenerationen abhängig. Das ÖV-Rollmaterial ist deutlich länger im Einsatz als im Individualverkehr.

## Transports publics routiers

En ce qui concerne les transports publics (TP) routiers, l'automatisation offrira la possibilité de faire évoluer les offres de mobilité (UITP, 2017). Des minibus automatisés sont d'ores et déjà testés dans de nombreuses villes avec des autorisations spéciales et un accompagnement. Les applications devraient évoluer de l'exploitation automatisée de quelques lignes à une exploitation régulière automatisée sur le réseau de TP, pour arriver finalement à un trafic individuel public (TIP) adaptatif. Celui-ci ne suivra plus un tracé défini mais empruntera, à chaque trajet, un itinéraire optimisé visant à regrouper les demandes de trajets de clients inscrits au préalable («à la demande»). Cette forme d'offre présente surtout des avantages dans les zones urbaines périphériques et les zones rurales (bonne desserte, économique, pour une faible demande). Dans les zones urbaines à forte densité, des véhicules de grande taille devraient continuer de circuler en service régulier sur les axes principaux, car ils seront difficiles à remplacer en termes de capacités et de regroupement des déplacements.

## Trafic ferroviaire

Dans le cadre de l'étude, une piste de développement a été élaborée pour les transports publics ferroviaires également; elle passe des applications isolées déjà présentes sur certains points du réseau (métros sans conducteur) à une exploitation automatisée de trains sans mécanicien sur l'ensemble du réseau ferroviaire. La transition entre les différents stades est supposée moins complexe que dans le trafic routier, car les véhicules circulent sur des lignes fixes, sont aujourd'hui déjà intégrés à des niveaux supérieurs de contrôle, et les achats et renouvellements s'effectuent par flottes entières. La rapidité avec laquelle la conduite sans mécanicien s'imposera sur les rails dépendra principalement de l'acceptation par les usagers, du potentiel d'innovation du secteur et de la durée de vie des générations

Anzeige

Vorankündigung

## Schweizer Tag des Infrastruktur- und Erhaltungsmanagements

Merken Sie sich den Termin bereits heute: **Am 5. Dezember 2019** wird der VSS in Biel eine nationale Fachtagung zum Thema Infrastruktur- und Erhaltungsmanagement durchführen. Nähere Informationen folgen.

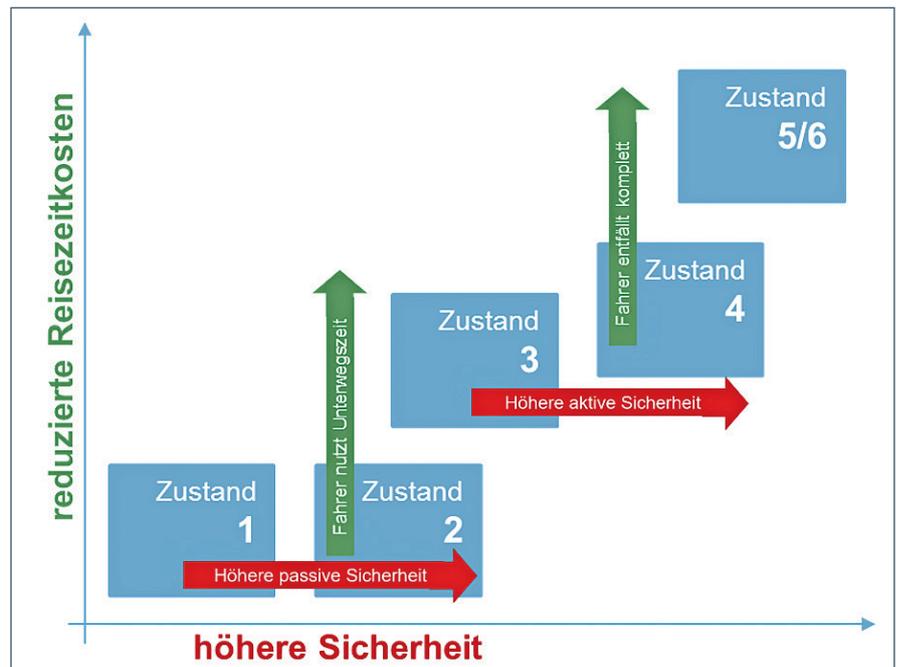
Préavis

## Journée suisse sur le thème de la gestion de l'infrastructure et de l'entretien

Réservez cette date: **le 5 décembre 2019**, la VSS tiendra une journée technique à Bienne sur le thème de la gestion des infrastructures et de l'entretien. De plus amples informations suivront.



3 | Zusatznutzen für die Käuferinnen und Käufer von automatisierten Fahrzeugen (Quelle: eigene Darstellung).  
 3 | Bénéfices supplémentaires pour les acheteurs de véhicules automatisés (source: représentation propre).



## Auswirkungen

### Faktoren für die Marktdurchdringung automatisierter Fahrzeuge

Im Hinblick auf eine Abschätzung der verkehrlichen Wirkungen muss analysiert werden, wie sich automatisierte Fahrzeuge in der Gesamtflotte über die Zeit verbreiten werden. Dabei sind insbesondere die individuellen Zusatznutzen wie auch die Zusatzkosten entscheidend. Zusatznutzen entstehen für die Käufer hinsichtlich der Sicherheit (Abbildung 3). In den ersten Zuständen geht das automatisierte Fahren vor allem mit einer höheren passiven Sicherheit einher, da Eingriffe in Längs- und Querverführung des Fahrzeuges das Ausmass und die Folgen der Unfälle reduzieren. In einer zweiten Phase mit zunehmender Vernetzung zwischen den Fahrzeugen wird durch die weitgehende Vermeidung von Unfällen auch die aktive Sicherheit erhöht. Ein weiterer wichtiger Nutzen entsteht durch den Zeitgewinn. In den ersten Zuständen des automatisierten Fahrens kann ein Teil der Unterwegszeit für alternative Tätigkeiten genutzt werden. In den Zuständen mit Vollautomatisierung können Fahrzeuge führerlos unterwegs sein, was den Reisekomfort und damit den Nutzen weiter erhöht und eine zeitliche Flexibilität dank der Möglichkeit von Fahraufträgen bringt. Die Zusatzkosten sind vor allem durch die erhöhte technische Ausstattung der Fahrzeuge sowie die zunehmenden Kommunikationskosten (Datenübertragung in Echtzeit) begründet.

Bei der Abschätzung der Marktdurchdringung ist zu berücksichtigen, dass auch künftig ein Unterschied zwischen den technischen Möglichkeiten und den gesetzlich erlaubten Funktionen bestehen wird. Fahrzeuge werden voraussichtlich bis zur Erreichung von Zustand 4 mehr können, als sie dürfen. Das heisst im Umkehrschluss: Nur weil die technologischen Voraussetzungen gegeben sind, kann nicht auch mit einer raschen Verbreitung des automatisierten Fahrens gerechnet werden – weder im ÖV noch beim MIV. Der Unterschied ist

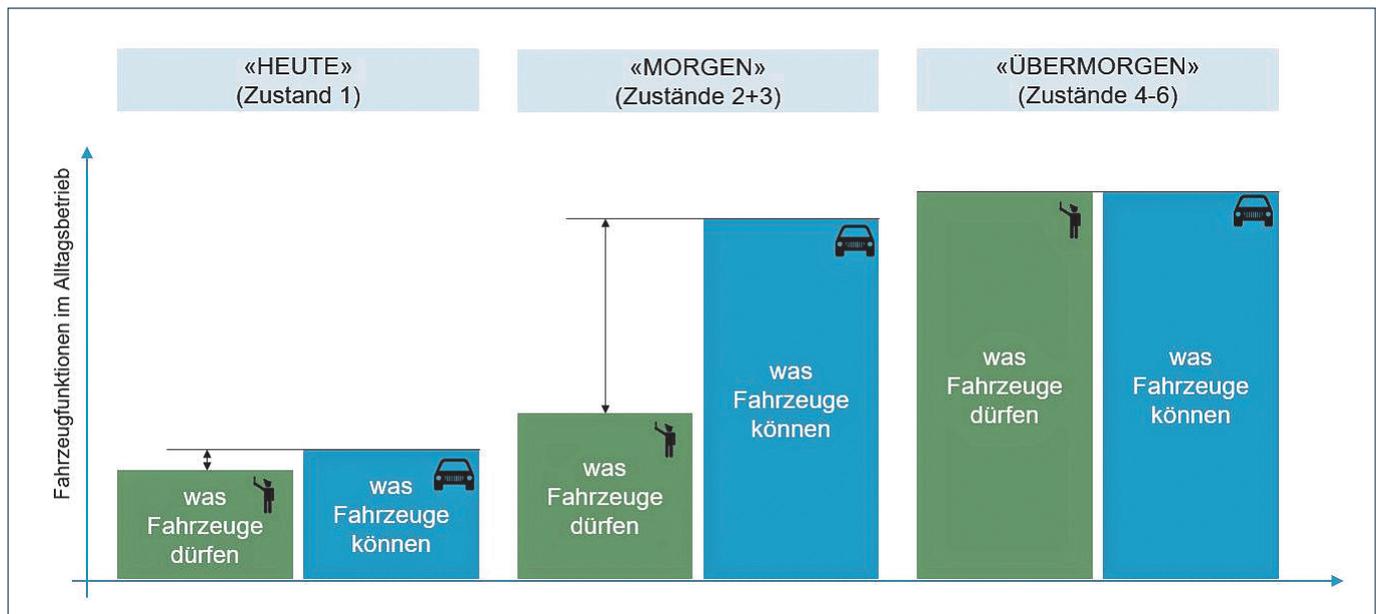
de véhicules: le matériel roulant des TP est nettement plus longtemps en service que celui du trafic individuel.

## Conséquences

### Facteurs de pénétration du marché par les véhicules automatisés

En vue d'estimer les conséquences sur le trafic, il convient d'analyser comment les véhicules automatisés se diffuseront au sein de la flotte globale au fil du temps. Les facteurs déterminants ici sont les bénéfices individuels supplémentaires ainsi que les coûts supplémentaires. Parmi les avantages pour les acheteurs, on trouve la hausse de la sécurité (schéma 3). Durant les premiers stades, la conduite automatisée ira avant tout de pair avec une sécurité passive améliorée, car les interventions sur le guidage longitudinal et transversal du véhicule réduiront l'ampleur et les conséquences des accidents. Au cours d'une deuxième phase caractérisée par des interconnexions accrues entre les véhicules, la sécurité active aussi sera améliorée, la plupart des accidents étant évités. Un autre avantage évident est le gain de temps. Au cours des premiers stades de la conduite automatisée, une partie du temps de trajet pourra être consacrée à d'autres activités. Aux stades d'automatisation complète, les véhicules pourront circuler sans conducteur, ce qui améliorera encore le confort de voyage et donc les bénéfices et apportera une flexibilité dans le temps grâce à la possibilité de «mandats de transport». Les coûts supplémentaires sont principalement dus à des équipements techniques plus sophistiqués sur les véhicules et à la hausse des coûts de communication (transmission des données en temps réel).

Lors de l'estimation de la pénétration du marché, il faut tenir compte du fait qu'un décalage persistera à l'avenir entre les possibilités techniques et les fonctions légalement autorisées. Jusqu'au stade 4, les véhicules devraient être équipés de fonc-



4 | Diskrepanz zwischen den technologischen Möglichkeiten und der zugelassenen Nutzung (Quelle: eigene Darstellung).  
 4 | Décalage entre les possibilités technologiques et l'utilisation autorisée (source: représentation propre).

im heutigen Zustand 1 noch bescheiden, dürfte jedoch in den Zuständen 2 und 3 recht erheblich sein (Abbildung 4).

### Einfluss auf die Verkehrsnachfrage

Automatisierte Fahrzeuge verändern das gesamte Verkehrssystem und damit die verkehrliche Nachfrage. Relevante Einflussfaktoren auf die Nachfrage wurden identifiziert und im Zusammenhang mit automatisiertem Fahren in der Studie abgeschätzt.

- **Nutzung der Reisezeit:** Durch die Automatisierung wird die Reisezeit anderweitig nutzbar. In den ersten Zuständen muss der Fahrer zur Übernahme der Fahraufgaben bereit sein (beispielsweise in Zustand 2 auf Hochleistungsstraßen), in den weiteren Zuständen ist diese Bereitschaft nicht mehr notwendig. Durch die Nutzung der Reisezeit sinken die individuellen Reisezeitkosten, weshalb allenfalls weiter entfernt gelegene Ziele angefahren werden. Reisedauer und Reisedauern könnten sich erhöhen.
- **Neue Nutzergruppen:** Beim automatisierten Fahren werden Fahraufgaben vom Fahrer an das System abgegeben, bei tieferen Automatisierungsstufen temporär und bei höheren Levels dauerhaft. In den höchsten Automatisierungsstufen kann das Steuern des Fahrzeugs durch den Menschen gänzlich entfallen. Damit werden die Anforderungen an den Fahrer gesenkt bzw. aufgehoben. Auch bisher mobilitätseingeschränkte Personen können Fahrzeuge ohne Führerschein und ohne Begleitung eines Fahrers nutzen. Dies betrifft insbesondere Kinder, Jugendliche und Senioren.
- **Leerfahrten:** Sind Fahrzeuge vollautomatisiert unterwegs, muss kein Fahrer mehr an Bord sein. Vor allem bei der privaten Nutzung dürften so durch das Bringen

tions qui ne pourront pas forcément être utilisées. Ce qui signifie aussi que même si les conditions technologiques sont réunies, il ne faut pas s'attendre à une diffusion rapide de la conduite automatisée – ni dans les transports publics, ni dans le trafic individuel. Au stade 1 actuel, l'écart est encore réduit mais il devrait être considérable aux stades 2 et 3 (schéma 4).

### Impact sur la demande en matière de transports

Les véhicules automatisés modifieront l'ensemble du système de transport, et donc la demande. Les facteurs pertinents d'impact sur la demande ont été identifiés et évalués en lien avec la conduite automatisée dans l'étude.

- **Mise à profit du temps de trajet:** l'automatisation permettra de mettre le temps de trajet à profit pour d'autres activités. Au cours des premiers stades, le conducteur devra se tenir prêt à reprendre la conduite en main (par exemple au stade 2 sur les routes à grand débit), mais cela ne sera plus nécessaire aux stades suivants. L'utilisation du temps de trajet conduira à une réduction des coûts individuels liés à la durée des déplacements et entraînera éventuellement des déplacements vers des destinations plus lointaines. La durée et les distances de trajet pourraient augmenter.
- **Nouveaux groupes d'utilisateurs:** avec la conduite automatisée, le conducteur délèguera les tâches de conduite au système, de façon temporaire aux premiers stades de l'automatisation puis permanente par la suite. Aux stades ultimes de l'automatisation, l'homme pourra entièrement abandonner le pilotage du véhicule. De ce fait, les exigences envers les conducteurs pourront être revues à la baisse voire supprimées. Des personnes dont la mobilité était jusqu'alors réduite pourront utiliser des véhicules sans permis de conduire et sans être accompagnées d'un

und Abholen von Personen und Waren viele Leerfahrten entstehen. Aber auch bei automatisierten Sharing-Fahrzeugen müssten Fahrten ohne Passagiere zwischen den Ab- und Zugangsorten durchgeführt werden. Entstehende Leerfahrten erhöhen die Fahrleistung und reduzieren den durchschnittlichen Besetzungsgrad.

- **Änderung der Verkehrsmittelwahl:** Die Abschätzung der Auswirkungen auf den Modal-Split ist am unsichersten, weil gegenläufige Effekte eintreten könnten (siehe auch Artikel auf Seite 12). Im Zuge der Automatisierung werden sich die Mobilitätsangebote in ihren Vor- und Nachteilen verändern. Die Verkehrsmittelwahl ist vor allem abhängig von den Preisen, den Reisezeiten und dem Komfort. Durch den Entfall des Fahrers werden sowohl im ÖV als auch bei privaten Sharing-Diensten deutliche Kostenvorteile erreicht (Bösch et al. 2017). Infolge von tieferen Preisen gewinnen diese Angebote an Attraktivität. Beim MIV sind aber nicht die Gesamtkosten, sondern die variablen Kosten (Bsp. Treibstoff) für die unmittelbare Verkehrsmittelwahl massgebend. Und diese dürften weiterhin geringer ausfallen als die Preise der neuen Angebote (Bösch et al. 2017). Privatfahrzeuge weisen überdies einen höheren Komfort auf. Trotzdem dürfte vor allem der MIV in Bezug auf die Verkehrsleistung Anteile an die neuen automatisierten Angebote verlieren. Beim ÖV bestehen durch die Kosteneinsparungen im Zuge der Automatisierung (Entfall von Personal) verschiedene nachfragesteigernde Möglichkeiten: Bei gleich hohen Abgeltungsleistungen und Tarifen können mehr Leistungen bestellt und das Angebot somit ausgeweitet werden. Bei gleichbleibenden Abgeltungen und gleichem Angebot können Tarife gesenkt werden, was Umsteiger generiert.
- **Kapazitäten und Reisezeiten:** Durch die Automatisierung kann die Kapazität der bestehenden Infrastruktur vergrößert werden, da geringere mittlere Folgezeitlücken zwischen automatisierten Fahrzeugen erreicht werden können. Simulationsresultate für Hochleistungsstrassen zeigen unter der Berücksichtigung von unterschiedlichen Streckenabschnitten, Durchdringungsraten automatisierter Fahrzeuge, Geschwindigkeitsregimes, Schwerverkehrsanteilen sowie Verkehrsstromverhältnissen Kapazitätswirkungen in der Grössenordnung von 0 bis zu 30 % (Fellendorf 2017). Allerdings sind die Angaben zu Zeitlücken, die automatisierte Fahrzeuge einhalten können, noch nicht gesichert und von Annahmen zur Vernetzung der Fahrzeuge abhängig. Werden automatisierte Fahrzeuge zu Beginn aufgrund von Sicherheitsüberlegungen höhere mittlere Zeitlücken einhalten, als dies heute der Fall ist, würde beispielsweise auf dem Autobahnnetz in Deutschland die Kapazität vorerst abnehmen (Hartmann et al. 2017). In Städten besteht bei vollständiger Durchdringung ein theoretisches Potenzial für Kapazitätssteigerungen von rund 20–40 % (Friedrich 2015). Dabei sind vor allem Knoten mit Lichtsignalanlagen massgebend, an denen ein verringerter Zeitbedarf pro Fahrzeug, eine Harmonisierung der Zeitlücken, ein unverzögertes Anfahren sowie eine erhöhte Räumgeschwindigkeit in-

conducateur. Cela concerne notamment les enfants, les adolescents et les séniors.

- **Trajets à vide:** une fois les véhicules entièrement automatisés, la présence d'un conducteur à bord ne sera plus nécessaire. Un grand nombre de trajets à vide devrait donc en résulter pour déposer et ramener des personnes ou des marchandises, en particulier dans le cadre d'une utilisation privée. Mais il faudra aussi accomplir des trajets sans passager avec des véhicules automatisés en partage, entre les points d'arrivée et de nouveau départ. Les trajets à vide augmentent le trafic et réduisent le taux moyen d'occupation des véhicules.
- **Modification du choix du moyen de transport:** l'estimation des conséquences sur le choix modal est la plus incertaine, car des effets contradictoires pourraient se produire (voir aussi l'article page 12). Au fil de l'automatisation, avantages et inconvénients des différentes offres de mobilité varieront. Le choix du mode de transport dépend principalement du prix, du temps de trajet et du confort. L'absence de conducteur produira des avantages certains en termes de coûts tant pour les transports publics que pour les services d'autopartage privés (Bösch et al., 2017). La baisse des prix renforcera l'attractivité de ces offres. Toutefois, dans le trafic individuel motorisé, ce ne sont pas les coûts totaux mais les coûts variables (par ex. de carburant) qui sont déterminants pour le choix du moyen de transport. Et ceux-ci devraient rester inférieurs au prix des nouvelles offres (Bösch et al., 2017). Par ailleurs, le confort des véhicules privés est supérieur. Malgré tout, le TIM notamment devrait perdre des parts de trafic au profit des nouvelles offres automatisées. Pour les transports publics, les économies réalisées grâce à l'automatisation (suppression de personnel) offriront diverses possibilités d'encourager la demande: à niveau constant d'indemnités compensatoires et de tarifs, il sera possible de commander davantage de prestations et d'étendre ainsi l'offre. À niveau constant d'indemnités et offre identique, les tarifs pourront baisser, ce qui attirera de nouveaux usagers.
- **Capacités et temps de trajet:** l'automatisation permettra d'augmenter la capacité des infrastructures existantes puisque les intervalles de temps moyens entre les véhicules automatisés pourront être réduits. Des résultats de simulations pour des routes à grand débit montrent, selon les sections, le taux de pénétration des véhicules automatisés, les régimes de vitesse, la part de poids lourds et les conditions de trafic, des effets sur les capacités de l'ordre de 0 à 30 % (Fellendorf, 2017). Toutefois, les données relatives aux intervalles que pourraient respecter les véhicules automatisés ne sont pas encore sûres et dépendent d'hypothèses sur le degré de connexion des véhicules. Si, durant les premiers stades, les véhicules automatisés respectent des intervalles moyens plus élevés qu'actuellement pour des raisons de sécurité, le réseau autoroutier allemand par exemple verra sa capacité diminuer dans un premier temps (Hartmann et al., 2017). Dans les

folge der Automatisierung erwartet werden. Aufgrund von zusätzlich zu berücksichtigenden Interaktionen unter den Verkehrsteilnehmenden dürfte die Kapazitätswirkung in der Stadt aber kleiner sein als auf dem Hochleistungsnetz. Die Kapazitätzunahmen können zu Mehrverkehr auf der Strasse führen (neu generierte Fahrten, veränderte Zielwahl, Verkehrsträgerverlagerungen). Als Folge verändern sich Reisezeiten und Erreichbarkeiten im Verkehrssystem.

## Infrastruktur

Automatisierte Fahrzeuge sind auf eine adäquate Datenübertragungsinfrastruktur angewiesen, damit die Potenziale für eine Effizienzsteigerung genutzt werden können. Hierzu sollen Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur kommunizieren. Beispielsweise können so die Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen weiter reduziert und die Kapazitäten erhöht werden (Hartmann et al. 2017). Zudem besteht die Möglichkeit, dass Ereignisdaten ausgetauscht werden, insbesondere zu Gefahren oder Stauzuständen auf dem Netz. Es ist auch möglich, dass das Verkehrsmanagement mit geeigneten Instrumenten erweitert wird, damit sich das Verkehrssystem einem Systemoptimum annähert. Voraussetzung, um diesen Nutzen zu realisieren, ist die Anpassung der digitalen Infrastruktur.

Bei den Strassenkapazitäten ist zwar eine Erhöhung infolge der Automatisierung möglich. Diese steigen allerdings erst mit einer hohen Durchdringung automatisierter Fahrzeuge in relevantem Ausmass an (Friedrich 2015). Damit zeichnen sich zumindest mittelfristig keine deutlichen Sprünge ab. Zudem ist bei der Leistungsfähigkeit immer der Abschnitt mit der geringsten Kapazität massgebend, daher muss eine Netzbetrachtung erfolgen. Die Kapazitätseffekte können allenfalls punktuell helfen, den Bedarf an Infrastrukturausbauten zu reduzieren.

Im Siedlungsraum stehen Veränderungen bei der Verkehrsinfrastruktur an: Infolge der zunehmenden Nutzung von automatisierten Sharing-/Pooling-Fahrzeuge müssen genügend Haltemöglichkeiten definiert und rechtlich geregelt werden. Gleichzeitig könnte der Bedarf an Parkierungsflächen deutlich reduziert werden, wenn kollektive Angebote intensiv genutzt werden und auf das Privatfahrzeug verzichtet wird. Zu klären sind zudem die Anforderungen an Strassenmarkierungen und Verkehrssignale.

Das Nebeneinander verschiedener Verkehrsmittel nimmt insbesondere im Siedlungsgebiet zu: Es wird nicht mehr nur zwischen Fussverkehr, Veloverkehr, ÖV und MIV mit ihren Ansprüchen an den Verkehrsraum zu unterscheiden sein. Einerseits werden neue Mischformen zwischen ÖV und MIV auftreten, die weitere Ansprüche an den öffentlichen Raum mitbringen. Andererseits ist beim motorisierten Verkehr auch zwischen den verschiedenen Automatisierungsgraden, deren Anforderungen sowie deren Vorschriften und Rahmenbedingungen zu unterscheiden. Es ist davon auszugehen, dass während langen Zeiträumen Fahrzeuge auf unterschiedlichen Automatisierungsstufen im gleichen Raum unterwegs sind. Diese Mischverkehre dürften unseren Alltag in den kommenden Jahrzehnten prägen und sich

in Städten, mit einem maximalen Durchdringungsgrad, das theoretische Potenzial der Kapazitätserhöhung auf 20 bis 40 Prozent betragen würde (Friedrich, 2015). Dies betrifft insbesondere die Kreuzungen mit Ampeln, bei denen die Automatisierung zu einer Verringerung der benötigten Zeit pro Fahrzeug, einer Harmonisierung der Intervalle, einem sofortigen Start und einer höheren Abfertigungsrate führen würde. Allerdings, wenn die Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmenden berücksichtigt werden, wird die Kapazitätserhöhung in Städten gegenüber dem Gesamtnetz begrenzt sein. Die Kapazitätserhöhungen könnten zu einem Mehrverkehr auf den Strassen führen (neu generierte Fahrten, veränderte Zielwahl, Verkehrsträgerverlagerungen). Als Folge verändern sich Reisezeiten und Erreichbarkeiten im Verkehrssystem.

## Infrastructures

Pour permettre l'exploitation des potentiels de hausse d'efficacité, les véhicules automatisés devront disposer d'une infrastructure de transmission des données adéquate. Les véhicules doivent pouvoir communiquer entre eux et avec les infrastructures. Cela pourrait permettre par exemple de réduire davantage encore les intervalles entre les véhicules et d'augmenter ainsi les capacités (Hartmann et al., 2017). Par ailleurs, il sera possible d'échanger des données sur des événements, en particulier sur d'éventuels dangers ou embouteillages sur le réseau. Il est également possible que la gestion du trafic à l'aide d'outils appropriés soit étendue pour optimiser au maximum le système de transport. Pour ce faire, l'adaptation des infrastructures numériques s'impose.

L'automatisation pourrait certes entraîner la hausse des capacités routières mais celles-ci n'augmenteront sensiblement qu'avec un taux élevé de pénétration des véhicules automatisés (Friedrich, 2015). Or, en la matière, aucune avancée significative ne s'annonce, tout au moins à moyen terme. Par ailleurs, en matière de capacité, il faut toujours tenir compte de la section qui présente la capacité la plus faible, ce qui implique d'observer le réseau dans son ensemble. Les effets sur la capacité pourraient éventuellement contribuer ponctuellement à réduire les besoins en nouvelles infrastructures.

Dans les espaces urbains, des changements s'annoncent pour les infrastructures de transport: l'utilisation croissante de véhicules automatisés d'autopartage/de covoiturage nécessitera de définir et de réglementer légalement des possibilités d'arrêt en nombre suffisant. Mais d'un autre côté, les besoins en surfaces de stationnement pourraient être largement réduits en cas d'utilisation massive des offres collectives et d'abandon du véhicule privé. Il conviendra aussi de clarifier les exigences relatives aux marquages et aux feux de signalisation.

La cohabitation des différents moyens de transport augmentera, notamment dans les espaces urbains: il ne suffira plus de faire la distinction entre piétons, cyclistes, TP et TIM et leurs exigences respectives concernant l'espace de circulation. D'une part, parce que de nouvelles formes mixtes entre TP et TIM feront leur apparition et s'accompagneront de nouveaux besoins en termes d'espace public. D'autre part, il faudra faire aussi la distinction entre les différents niveaux d'automatisation dans le trafic motorisé

auf das Erscheinungsbild der Mobilität in Siedlungsräumen auswirken. Die innerstädtischen Strassenräume müssen an die Anforderungen dieses Mischverkehrs zwischen automatisierten und nicht automatisierten Fahrzeugen sowie weiteren Verkehrsteilnehmenden, insbesondere dem Fuss- und Veloverkehr, angepasst werden.

### Chancen und Herausforderungen

Aus Sicht der Städte und Agglomerationen bietet das automatisierte Fahren zahlreiche Chancen: Pooling- und Sharing-Fahrzeuge führen zu Effizienz- und Flächengewinnen beim Parkraum. Bei einer Reduktion von Folgezeitlücken sind Kapazitätsgewinne und eine erhöhte Stabilität des Verkehrsflusses auf der Strasse möglich. Bei hoher Durchdringung mit automatisierten Fahrzeugen können allenfalls Knotensteuerungen angepasst werden. Durch das Vermeiden menschlicher Fehler könnte die Verkehrssicherheit erhöht werden. Automatisierte Fahrzeuge ermöglichen eine verbesserte, auf einer Datenkommunikationbasierte Verkehrssteuerung. Mobility-as-a-Service-Angebote können die individuelle Mobilität erleichtern. Neue Angebote im ÖIV und Sharing-Fahrzeuge verbessern die Erschliessungsqualität und ermöglichen Mobilität für bisher mobilitätseingeschränkte Nutzergruppen.

Die Herausforderung besteht vor allem in der potenziellen Zunahme der verkehrlichen Nachfrage und der damit verbundenen Erhöhung der Fahrleistung. Verschiedene treibende Nachfrageeffekte überlagern sich: Mit der (Voll-)Automatisierung sind Leerfahrten möglich. Es entstehen neue Mobilitätsangebote, und ohne die Notwendigkeit eines Fahrers werden auch Nutzer ohne Führerschein in automatisierten Fahrzeugen unterwegs sein können. Kapazitätserhöhungen können ebenfalls Mehrverkehr zur Folge haben. Zudem könnten diese die Erreichbarkeiten so verändern, dass insbesondere ländliche Gemeinden und Agglomerationen profitieren, während Städte an Attraktivität einbüßen (Meyer et al. 2016). Folge davon ist eine Zunahme der Zersiedelung. Was also müssen die Behörden auf allen Stufen tun und wie müssen sie sich abstimmen, um Chancen zu nutzen und Herausforderungen anzugehen? Wie können sich ÖV-Anbieter und Autohersteller positionieren?

### Mobilitäts- und Verkehrsmanagement

Behörden können mit verschiedenen verkehrsplanerischen, -technischen und -politischen Massnahmen lenkend eingreifen und mögliche Fehlentwicklungen verhindern oder korrigieren. Insbesondere müssen Instrumente gefunden werden, welche die potenzielle Erhöhung der Fahrleistungen minimieren sowie das Ausmass von Leerfahrten automatisierter Fahrzeuge beeinflussen. Leerfahrten von neuen Sharing- und Pooling-Angeboten dürften kaum zu verhindern sein. Sie haben jedoch das Potenzial, Überlastungen in Städten ansteigen zu lassen. Dabei sind Zufahrtsbeschränkungen für leere Fahrzeuge, ein Mobility Pricing oder Subventionen für Pooling denkbar. Weiter könnte zum Beispiel in Zonen, wo ein hohes Verkehrsaufkommen regelmässig zu Staus führt, der Einsatz von vollautomatisierten Fahrzeugsystemen längerfristig zur

et entre les exigences, prescriptions et conditions-cadres correspondantes. Il est probable que des véhicules à différents niveaux d'automatisation cohabiteront dans le même espace pendant des périodes prolongées. Ces formes mixtes de trafic devraient s'imposer dans notre quotidien au cours des prochaines décennies et auront un impact sur l'organisation de la mobilité dans les espaces urbains. Les espaces routiers urbains doivent être adaptés aux exigences de ce trafic mêlant véhicules automatisés et non automatisés et autres usagers, notamment piétons et cyclistes.

### Opportunités et défis

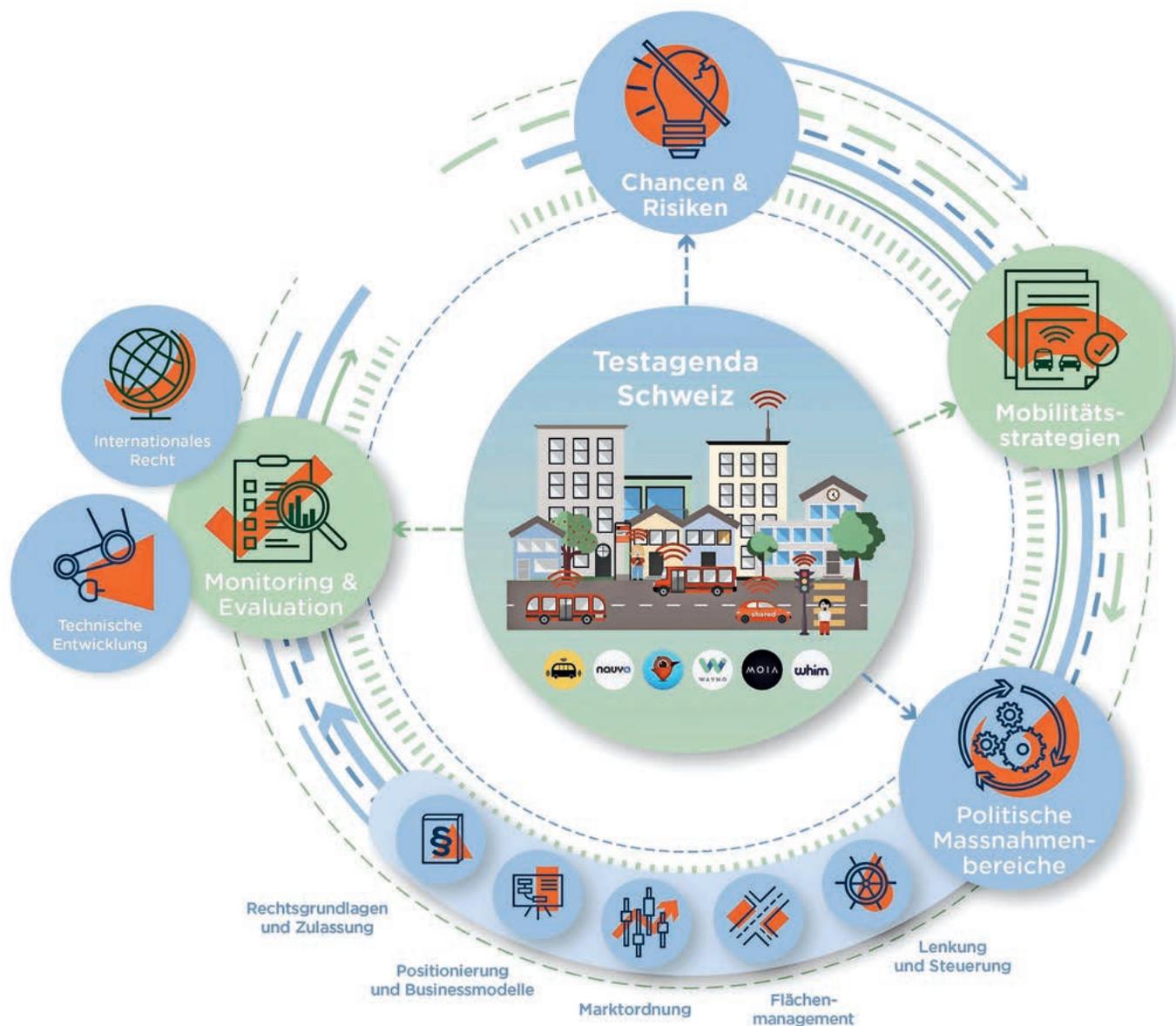
Du point de vue des villes et agglomérations, la conduite automatisée recèle de nombreuses opportunités: les véhicules de covoiturage et d'autopartage généreront des gains d'efficacité et de surfaces de stationnement. Une réduction des intervalles de temps entre véhicules devrait permettre d'augmenter les capacités et la stabilité du flux de trafic sur les routes. En cas de large diffusion des véhicules automatisés, les systèmes de régulation des carrefours pourront éventuellement être adaptés. L'élimination des erreurs humaines pourrait améliorer la sécurité. Les véhicules automatisés permettront une meilleure gestion du trafic basée sur la communication de données. Les offres «Mobility as a Service» encourageront la mobilité individuelle. Les nouvelles offres de TIP et de véhicules d'autopartage amélioreront la qualité de desserte et ouvriront la mobilité à des groupes d'utilisateurs dont la mobilité était jusqu'alors réduite. Le principal défi est celui d'une possible hausse de la demande de transports, ce qui entraînerait aussi l'augmentation du trafic. Plusieurs effets d'encouragement de la demande se combinent: l'automatisation (complète) engendrera des trajets à vide. De nouvelles offres de mobilité seront créées et l'absence de conducteur permettra à des usagers sans permis de conduire d'utiliser les véhicules automatisés. Les hausses de capacité pourraient aussi se traduire par une hausse du trafic. De plus, celles-ci pourraient modifier l'accessibilité à tel point que les communes rurales et les agglomérations en bénéficieraient alors que les villes perdraient de leur attrait (Meyer et al., 2016). Il en résulterait un accroissement du mitage. Par conséquent, que doivent faire les autorités aux différents échelons et comment doivent-elles se coordonner pour exploiter les opportunités et relever les défis? Comment les prestataires de TP et les constructeurs automobiles peuvent-ils se positionner?

### Gestion de la mobilité et du trafic

Par le biais de différentes mesures de planification, de technique et de politique des transports, les autorités peuvent intervenir et avoir une action directrice pour prévenir ou rectifier d'éventuelles évolutions négatives. Il s'agit notamment de trouver des outils qui limiteront la hausse potentielle de trafic et le nombre de trajets à vide des véhicules automatisés. Il semble quasiment impossible d'éviter les trajets à vide des nouvelles offres d'autopartage et de covoiturage, or ceux-ci sont susceptibles d'accroître la congestion du trafic en ville. On pourrait envisager ici des limitations d'accès pour les véhicules vides, une tarification de la mobilité ou des subventions pour l'autopartage. Ou encore l'obligation à terme d'utiliser des systèmes de véhicules automatisés

Pflicht werden. Auch muss die kollektive Fahrzeugnutzung mit geeigneten Anreizen gefördert werden. Die staatlichen Abgeltungen im ÖV müssen auf die neue Konkurrenzsituation von Verkehrsmitteln ausgerichtet werden. In welchem Ausmass solche Massnahmen im Mobilitäts- und Verkehrsmanagement von der Gesellschaft akzeptiert und umgesetzt werden können, wird letztlich von der jeweiligen nationalen, regionalen und kommunalen Verkehrspolitik abhängig sein und sich erst noch zeigen müssen.

dans les zones où la densité de trafic occasionne régulièrement des embouteillages. Il faudra aussi encourager l'utilisation collective des véhicules par le biais d'incitations adéquates. Les indemnités de l'État en matière de TP doivent être adaptées à la nouvelle situation de concurrence entre les modes de transport. Il n'est pas certain que de telles mesures de gestion de la mobilité et du trafic soient acceptées par la société et puissent être mises en œuvre. Cela dépendra des politiques de transport nationales, régionales et communales et reste à démontrer.



5 | Handlungsoptionen für die öffentliche Hand entlang dem Politikzyklus (Quelle: eigene Darstellung).  
 5 | Possibilités d'action pour les pouvoirs publics le long du cycle politique (source: représentation propre).

### Handlungsbedarf

Die Auseinandersetzung mit dem eingangs skizzierten Entwicklungspfad führt zu unterschiedlichsten Erkenntnissen. Bereits die der Studie zugrunde gelegten Annahmen zeigen, wie vielfältig die Zukunft des automatisierten Fahrens tatsächlich aussehen könnte. Letztlich müssen wir als Gesellschaft diskutieren, welche Chancen des automatisierten Fah-

### Actions requises

L'étude de la piste de développement schématisée ci-dessus permet de tirer diverses conclusions. Les hypothèses qui sous-tendent l'étude montrent elles-mêmes la diversité des scénarios possibles concernant l'avenir de la conduite automatisée. C'est donc en tant que société que nous devons déterminer quelles opportunités de la conduite automatisée

rens wir nutzen und welche unerwünschten Entwicklungen wir vermeiden wollen.

Der Handlungsbedarf und die Handlungsoptionen für die öffentliche Hand können anhand des Politikzyklus in eine zeitliche Abfolge gebracht werden (Abbildung 5). Zentral ist, dass vor der Definition von Massnahmen und Regulierungen Ziele und Strategien vorliegen, welche die erwünschten Wirkungen vorgeben. Automatisiertes Fahren ist nie ein Selbstzweck, sondern ein Mittel, andere Mobilitäts-, Klima- und Energieziele zu erreichen. Dem politischen Gestaltungswillen und dem gesellschaftlichen Diskurs kommt also ein zentraler Stellenwert zu.

Die Vorteile von automatisierten Fahrzeugen wie Sicherheits-, Effizienz-, Zeit- und Komfortgewinne stellen sich nicht von selbst ein. Voraussetzungen sind:

1. Eine geeignete Praxis bei der Zulassung von Fahrzeugen und Software, bei Haftungsfragen sowie bei der Ausstellung von Führerscheinen, Nutzer- oder Betreiberausweisen.
2. Attraktive sowie akzeptierte Sharing- und Pooling-Angebote zur Individualisierung und Nachfrageadaption im kollektiven Verkehr. Die zunehmenden Mobilitätsansprüche können vor allem dann nachhaltig abgewickelt werden, wenn die Auslastung der Fahrzeuge erhöht wird.
3. Griffige Instrumente im Verkehrsmanagement, welche die verfügbaren Strassenkapazitäten optimal ausnutzen.
4. Die Vernetzung muss vorangetrieben werden, indem eine entsprechende Dateninfrastruktur aufgebaut wird.

Als politische Massnahmenbereiche wurden dementsprechend die Lenkung und Steuerung von Mobilität und Verkehr, das Flächenmanagement im öffentlichen Strassenraum, die Marktordnung für neue Formen des kollektiven Verkehrs, die Positionierung der heutigen ÖV-Unternehmen sowie Rechtsgrundlagen und Zulassungen identifiziert (Abbildung 5).

Um Erfahrungen im Hinblick auf erwünschte Anwendungsformen, Kundenakzeptanz und Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten zu gewinnen, ist aus Sicht der Studienpartner im ersten Schritt eine nationale Testagenda erforderlich, die Pilotversuche und Testanwendungen koordiniert, transparente Anforderungen an technische Standards und Finanzierung formuliert sowie eine Plattform bietet für systematischen Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen Behörden, Planern, Anbietern und Fachexperten.

## Literatur

- Bösch, Patrick; Becker, Felix; Becker, Henrik; Axhausen, Kay (2017): Cost-based Analysis of Autonomous Mobility Services, Working Paper, Institute for Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich.
- EBP (2018): Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, Schlussbericht Grundlagenanalyse (2017); Vertiefungsberichte und Synthese (2018); BaslerFonds, Schweizerischer Städteverband und weitere Partner, 2017/18.
- Fellendorf, Martin (2017): Automatisierung im Mischverkehr – verkehrswissenschaftliche Erkenntnisse, Überlegungen zur Leistungsfähigkeit, Technische Universität Graz, ÖVG-Forum Automatisierung im Verkehr, 2017.
- Friedrich, Bernhard (2015): Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge, Technische Universität Braunschweig; In: Autonomes Fahren; Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, S. 331–350, DOI: 10.1007/978-3-662-45854-9, Springer.
- Hartmann, Martin; Motamedidehkordi, Nassim; Krause, Sabine; Hoffmann, Silja; Vortisch, Peter; Busch, Fritz (2017): Impact of Automated Vehicles on Capacity of the German Freeway Network, Karlsruhe Institute of Technology, Technical University of Munich, Conference Paper, ITS World Congress, Montreal, ID SP0792.
- Meyer, Jonas; Becker, Henrik; Bösch, Patrick; Axhausen, Kay (2016): Impact of Autonomous Vehicles on the Accessibility in Switzerland, Working Paper, Institute for Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich.
- UITP (2017): Policy Brief, Autonomous Vehicles: A Potential Game Changer for Urban Mobility. International Association of Public Transport (UITP), Brussels.

nous souhaitons exploiter et quels effets négatifs nous voulons éviter.

Les actions requises et les options possibles pour les pouvoirs publics peuvent être représentées chronologiquement selon un cycle politique (schéma 5). Il est essentiel, avant de définir mesures et réglementations, de fixer des objectifs et des stratégies qui permettront de cibler les effets recherchés. La conduite automatisée n'est pas une fin en soi mais un moyen pour atteindre d'autres objectifs en termes de mobilité, de climat et d'énergie. La volonté d'intervention politique et le débat sociétal jouent donc un rôle clé.

Les avantages des véhicules automatisés tels que les gains de sécurité, d'efficacité, de temps et de confort ne vont pas de soi. Ils dépendent des facteurs suivants:

1. Une pratique appropriée en matière d'homologation des véhicules et logiciels, de responsabilité et de délivrance de permis de conduire, permis d'utilisation ou d'exploitation.
2. Des offres d'autopartage et de covoiturage attrayantes et acceptées à des fins d'individualisation et d'adaptation à la demande dans le transport collectif. Les besoins croissants en mobilité pourront être gérés de façon durable avec la hausse du taux d'occupation des véhicules.
3. Des outils efficaces de gestion du trafic permettant d'exploiter les capacités routières disponibles de façon optimale.
4. La mise en réseau doit être encouragée par la mise en place d'une infrastructure de données correspondante.

Par conséquent, le guidage et le pilotage de la mobilité et du trafic, la gestion de l'espace routier public, l'ouverture du marché aux nouvelles formes de transports collectifs, le positionnement des actuelles entreprises de transports publics ainsi que les bases légales et les homologations ont été identifiés comme des domaines nécessitant des mesures politiques (schéma 5). Pour recueillir des expériences sur les formes d'application souhaitées, l'acceptation par les clients et les conséquences sur les habitudes de mobilité, les partenaires de l'étude estiment qu'il est nécessaire dans un premier temps de mettre en place un programme d'essai national afin de coordonner les essais pilotes et les applications de test, de formuler des exigences claires en matière de normes techniques et de financement et d'offrir une plateforme d'échange systématique de connaissances et d'expériences entre les autorités, les planificateurs, les prestataires et les spécialistes.