

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

Schlussbericht Modul 3d «Städte und Agglomerationen»
Definitive Fassung vom 30. August 2018



Projektbegleitgruppe

bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern von

Schweizerischer Städteverband (SSV)

Stadt Bern (Verkehrsplanung)

Bernmobil

Stadt Zürich (Dienstabteilung Verkehr, Tiefbauamt, Verkehrsbetriebe Zürich)

Kanton St. Gallen (Tiefbauamt, Amt für öffentlichen Verkehr)

Kanton Zürich (Amt für Verkehr)

Kanton Basel-Stadt (Amt für Mobilität)

Postauto Schweiz AG

Stadt Winterthur (Tiefbauamt, Verkehrsplanung)

Stadt Zug

Stadt St. Gallen (Umwelt und Energie)

Gemeinde Regensdorf

Projektteam

Dr. Christof Abegg

Camille Girod

Kaspar Fischer

Nadina Pahud

Lorenz Raymann

Fabienne Perret

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zürich

Schweiz

Telefon +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Zusammenfassung

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die vorliegende Vertiefungsstudie im Rahmen des BaslerFonds-Forschungsprojekts «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz» analysiert die Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf die Siedlungsräume in der Schweiz. Automatisiertes Fahren löst Effekte auf zwei räumlichen Massstabsebenen aus. Im Zentrum der Studie stehen kleinräumige Auswirkungen in Städten und Agglomerationen. Ergänzend werden mögliche grossräumige Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur beleuchtet.

Die Studie stützt sich auf die Annahmen und Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie sowie den weiteren Vertiefungsstudien¹. Betrachtet werden die verkehrlichen Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf Siedlungs- und Mobilitätsräume in Städten und Agglomerationen. Die Effekte fallen dabei je nach Funktion eines Strassenraumes unterschiedlich aus. Sie sind abhängig vom jeweiligen Kontext mit den angrenzenden Nutzungen und der «gelebten Mobilität». Deshalb wurden für eine räumlich differenzierte Betrachtung fünf Typen von Mobilitätsräumen unterschieden: Hauptverkehrsstrasse, Zentrumsstrasse, Quartierstrasse, Gewerbegebiet und Verkehrshub.

Wirkungen in Städten und Agglomerationen

Die in einem Zustand der Vollautomatisierung relevanten Wirkungen in Städten und Agglomerationen werden mit Blick auf die verschiedenen Verkehrsarten beschrieben. Die Betrachtung der daraus resultierenden Chancen und Risiken erfolgt räumlich differenziert. Die nachfolgende Abbildung zeigt im Überblick, welche Mobilitätsräume von Veränderungen in den einzelnen Verkehrsarten besonders betroffen sein dürften.

	Fliegender Verkehr	Ruhender Verkehr	Kollektiver Verkehr	Fuss- und Veloverkehr	Güterverkehr
Hauptverkehrsstrasse	●	●	●	●	●
Zentrumsstrasse	●	●	●	●	●
Quartierstrasse	●	●	●	●	●
Gewerbegebiet	●	●	●	●	●
Multimodaler Verkehrshub	●	●	●	●	●

Abbildung 1: Betroffenheit der Mobilitätsräume von Veränderungen in den Verkehrsarten

¹ Die Vertiefungsmodule behandeln folgende Themen: Verkehrstechnik (Strasse); Daten und IT-Infrastrukturen; Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV); Ressourcen Umwelt und Klima; Güterverkehr / City Logistik (Strasse)

Insgesamt am geringsten betroffen sind Hauptverkehrsstrassen und Gewerbegebiete. Diese Mobilitätsräume weisen aufgrund ihrer Funktionen und Nutzungen die tiefste Komplexität auf. In Zentrumsräumen mit ihrer für die Stadtentwicklung bedeutsamen Funktions- und Nutzungsdichte hingegen überlagern sich verschiedene Auswirkungen. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass sich die Funktionsfähigkeit eines städtischen Gesamtverkehrssystems aus dem Zusammenspiel aller Verkehrsträger sowie aller Teilräume ergibt.

Automatisiertes Fahren birgt für die Städte und Agglomerationen potenzielle Chancen aber auch absehbare Risiken und Herausforderungen. Wie anlässlich der Arbeitsgespräche mit der Projektbegleitgruppe ersichtlich wurde, überwiegen bei den Vertreterinnen und Vertretern der beteiligten Städte und Agglomerationen skeptische Einschätzungen zu den möglichen Wirkungen. Aus Sicht der Städte ist die langfristige Wirkung wesentlich davon abhängig, ob es gelingt, die Vorteile des automatisierten Fahrens überwiegend zur Stärkung des kollektiven Verkehrs zu nutzen. Von einer (relativen) Attraktivitätssteigerung des MIV werden hingegen überwiegend negative Folgen erwartet. Besonders kritisch aus Sicht der Städte und Agglomerationen ist eine mögliche Beeinträchtigung des Fuss- und Veloverkehrs und der Gestaltung der öffentlichen Räume. Hier besteht andererseits auch die grosse Chance, allfällige Effizienzsteigerungen beim motorisierten Verkehr zugunsten des Fuss- und Veloverkehrs zu nutzen.

Die technologischen Entwicklungen und die Beurteilung der möglichen Auswirkungen in den Städten und Agglomerationen sind heute noch mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet. Zudem ist es nicht möglich, die räumlichen Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge isoliert zu betrachten. Denn die zukünftige Entwicklung der städtischen Verkehrssysteme wird neben dem automatisierten Fahren von zahlreichen weiteren verkehrlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst. Ausserdem werden die Städte und Agglomerationen noch jahrzehntelang durch ein Nebeneinander von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden sowie langfristig auch mit nicht automatisierten Fahrzeugen und weiteren Verkehrsteilnehmenden geprägt sein.

Handlungsoptionen

Die Herausforderung für die Städte und Agglomerationen ist und bleibt es, einen siedlungs- und umweltverträglichen Verkehr zu gestalten. Handlungsoptionen bezüglich des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge sind deshalb in eine verkehrs-, raum- und städteplanerische Gesamtbetrachtung einzubetten. Die Vertiefungsstudie formuliert zehn strategische Stossrichtungen mit möglichen Massnahmen für Städte und Agglomerationen.

- **Mobilität gesamtheitlich und stadtverträglich planen:** Es gilt sich Gedanken darüber zu machen, wie automatisiertes Fahren zur erwünschten stadtverträglichen Mobilität beitragen kann.
- **Möglichkeiten testen, Erfahrungen austauschen und Wissen erweitern:** Mit Testversuchen und Pilotprojekten können Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse zu verkehrlichen und räumlichen Wirkungen gewonnen werden. Ein Austausch zwischen den Städten sowie mit Bund

und Kantonen ermöglicht es, Synergien zu nutzen und verhilft zu einer schrittweisen Weiterentwicklung des Wissensstandes.

- **Bedürfnisse und Anliegen der Städte und Agglomerationen einbringen:** Städte und Agglomerationen sollten die Entwicklungen und Anwendungen des automatisierten Fahrens aktiv verfolgen, Wissen und Erfahrungen austauschen und eine gemeinsame Meinungsbildung pflegen. Auf dieser Basis können sie ihre Bedürfnisse und Anliegen gegenüber dem Bund und den Kantonen einbringen.
- **Diskurs pflegen und Sensibilisierung erhöhen:** Ein öffentlicher Diskurs auf allen Ebenen erhöht die Sensibilisierung für das automatisierte Fahren und ermöglicht eine breit abgestützte Debatte zu den verkehrlichen und stadträumlichen Einflüssen und Wirkungen.
- **Mehrverkehr begrenzen:** Der durch die neuen Mobilitätsangebote und Leerfahrten induzierte Mehrverkehr muss mit geeigneten Massnahmen minimiert respektive gezielt gelenkt werden.
- **Kollektive Transportangebote stärken:** Als flächeneffizienteste Form gilt es den Kollektivverkehr (ÖV und ÖIV²) weiterhin attraktiv, kostengünstig und effizient auszugestalten und den Modalsplit zugunsten der nachhaltigen Mobilitätsformen mit attraktiven Angeboten weiter zu beeinflussen.
- **Verkehrsströme intelligent lenken und steuern:** Mit einer hohen Durchdringung von automatisierten Fahrzeugen und einer ausgebauten Vernetzung lässt sich der Gesamtverkehr intelligenter lenken und steuern. Nachfragespitzen können räumlich und zeitlich besser beeinflusst werden.
- **Öffentliche und private Flächennutzung optimieren:** Frei werdende Parkierungsflächen können für eine Attraktivierung des Stadtraums genutzt werden. Ergänzend sind Konzepte zur Parkierung, Haltezonen und Umschlagsflächen für den automatisierten Personen- und Güterverkehr zu entwickeln.
- **Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden gewährleisten:** Mit geeigneten Massnahmen können Sicherheitsrisiken in der Übergangszeit mit Mischverkehr wie auch bei Vollautomatisierung reduziert werden.
- **City-Logistik siedlungsverträglich mitgestalten:** Städte und Agglomerationen können privatwirtschaftliche Bemühungen für effiziente Warenlieferungskonzepte unterstützen und siedlungsverträglich regulieren.

² 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 Pooling-Angebote auf nichtprivater Basis. Hier besteht allerdings ein fließender Übergang zum Privatverkehr.

Auswirkungen auf die grossräumige Siedlungsstruktur

Die Raumstruktur dürfte insbesondere durch die Erreichbarkeitsveränderungen im MIV massgeblich verändert werden. Dabei werden die ländlichen Räume am meisten profitieren: Kapazitätssteigerungen ermöglichen substanzielle Erreichbarkeitsgewinne. Die Nutzung der Reisezeit wird die Attraktivität zum Pendeln in zentrale Räume weiter erhöhen. Gerade in ländlichen Räumen mit reduzierten ÖV-Angeboten werden zusätzliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder oder ältere Menschen ihre Mobilität verbessern können.

In Städten und Agglomerationen muss hingegen mit geringeren oder gar negativen Erreichbarkeitsgewinnen gerechnet werden. Dies, weil aufgrund des erwarteten Mehrverkehrs sowie der beschränkten Kapazitäten Überlastungen zunehmen könnten. Hinzu kommt die Gefahr, dass Mehrverkehr und die dicht fahrenden Fahrzeuge die Wohn- und Aufenthaltsqualität in städtischen Räumen reduzieren.

Aufgrund der relativen Attraktivitätsverschiebung muss einerseits im ländlichen Raum mit einer anhaltenden bzw. noch verstärkten Tendenz zur Zersiedlung gerechnet werden. Andererseits ist aber auch zu erwarten, dass Effizienzgewinne im ÖV und neue Angebotsformen im ÖIV die Attraktivität städtischer Räume erhöhen und bestehende Urbanisierungstendenzen weiter verstärken können. Für die raumstrukturellen Wirkungen wird das Zusammenspiel bzw. die Konkurrenz zwischen MIV und kollektivem Verkehr (ÖV, ÖIV) bedeutsam sein. Die automatisierte Mobilität alleine wird das Verhältnis der Räume kaum grundlegend verändern. Andere Entwicklungen, wie demographische Veränderungen, Digitalisierung und veränderte Wertschöpfungsketten oder klimabedingte Einflüsse werden die raumstrukturelle Entwicklung mindestens so stark prägen.

Inwieweit sich Attraktivitätsverschiebungen zwischen den Räumen aufgrund des automatisierten Fahrens in der grossräumigen Raumstruktur niederschlagen, wird massgeblich vom regulatorischen Umgang mit dem automatisierten Fahren sowie der verkehrs- und raumplanerischen Steuerung abhängen. Dazu bedarf es einer abgestimmten Raum- und Verkehrsplanung, welche die möglichen Wirkungen des automatisierten Fahrens berücksichtigt. Hier bietet das automatisierte Fahren die Chancen, intermodale Mobilitätsketten zu optimieren, die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel und -träger zu verbessern und bisher mobilitätseingeschränkte Bevölkerungsgruppen zu integrieren.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
1.1	Gesamtstudie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag»	7
1.2	Ziele und Vorgehen	7
<hr/>		
2.	Automatisiertes Fahren: Annahmen und Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie	9
2.1	Abgrenzung «Automatisiertes Fahren»	9
2.2	Automatisierungsgrade im Strassenverkehr	10
2.3	Die Storyline – ein denkbarer Entwicklungspfad	12
<hr/>		
3.	Verkehrliche Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen	15
3.1	Verkehrliche Effekte: Zentrale Erkenntnisse aus dem Gesamtprojekt	15
3.2	Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur	17
<hr/>		
4.	Wirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen	25
4.1	Fliessender Verkehr	25
4.2	Ruhender Verkehr	26
4.3	Kollektiver Verkehr (ÖV und ÖIV)	27
4.4	Fuss- und Veloverkehr	28
4.5	Güterverkehr	30
4.6	Wirkungen im Überblick	31
<hr/>		
5.	Handlungsoptionen	33
5.1	Mobilität gesamtheitlich und siedlungsverträglich planen	33
5.2	Möglichkeiten testen, Erfahrungen austauschen und Wissen erweitern	34
5.3	Bedürfnisse und Anliegen der Städte und Agglomerationen einbringen	34
5.4	Diskurs pflegen und Sensibilisierung erhöhen	35
5.5	Mehrverkehr begrenzen	36
5.6	Kollektive Transportangebote stärken	36
5.7	Verkehrsströme intelligent lenken und steuern	36
5.8	Öffentliche und private Flächennutzung optimieren	37
5.9	Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden gewährleisten	37
5.10	City-Logistik siedlungsverträglich mitgestalten	38
<hr/>		
6.	Auswirkungen auf die grossräumige Siedlungsstruktur	39
6.1	Annahmen und Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie	39
6.2	Raumtypen	39

6.3	Verkehrliche Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge und ihre Wirkungen in den Raumtypen	40
6.4	Fazit	42

Anhang

A1	Automatisierungsgrade im Strassenverkehr	45
A2	Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf das Verkehrssystem	46
A3	Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Hauptverkehrsstrasse	47
A4	Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Zentrumsstrasse	48
A5	Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Quartierstrasse	49
A6	Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Gewerbegebiet	50
A7	Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Multimodaler Verkehrshub	51
A8	Literaturverzeichnis	52

1. Einleitung

1.1 Gesamtstudie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag»

Der Basler Fonds, der Schweizerische Städteverband, vier Städte, vier Kantone, sechs Transportunternehmen und weitere Institutionen erarbeiteten gemeinsam mit der Unterstützung von EBP die Studie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz». Der Fokus der Studie liegt auf den Einsatzmöglichkeiten und Auswirkungen des automatisierten Fahrens in der Alltagsmobilität in der Schweiz.

Fokus der Studie

Der Grundlagenbericht zu den denkbaren Anwendungen und Effekten in der Schweiz wurde am 24. Oktober 2017 der Öffentlichkeit vorgestellt. Dieser skizziert basierend auf fachlichen Grundlagen aus mehreren Themenbereichen einen realistischen Entwicklungspfad zum Einsatz des automatisierten Fahrens in der Schweiz. Die Erkenntnisse aus Grundlagenphase A bilden die Basis für die Vertiefungsarbeiten der Phase B.

Grundlagenbericht
Phase A

Die Vertiefungsarbeiten umfassen folgende sechs Themenmodule:

Vertiefungsarbeiten
Phase B

- a) Verkehrstechnik (Strasse)
- b) Daten und IT-Infrastrukturen
- c) Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV³)
- d) Städte und Agglomerationen**
- e) Ressourcen, Umwelt und Klima
- f) Güterverkehr / City Logistik (Strasse)

Ziel bei allen Vertiefungsthemen ist die Identifikation von Nutzen resp. Chancen und Herausforderungen mit Bezug zum jeweiligen Thema. Darüber hinaus sollen Handlungsoptionen für die verantwortlichen Akteure bezeichnet werden.

Ziel der Vertiefungsthemen

1.2 Ziele und Vorgehen

Ziel des Moduls 3d «Städte und Agglomerationen» ist die Analyse der Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf die Siedlungsräume in der Schweiz. Das automatisierte Fahren löst Effekte auf zwei räumlichen Massstabsebenen aus:

Auswirkungen auf
die Siedlungsräume erkennen

- Kleinräumige Auswirkungen innerhalb des Siedlungsraumes in Städten und Agglomerationen
- Grossräumige Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur in der Schweiz

Der Hauptfokus der Bearbeitung des Moduls 3d liegt in Absprache mit der Steuerungs- und Begleitgruppe auf den kleinräumigen Auswirkungen innerhalb des Siedlungsraumes.

³ 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 Pooling-Angebote auf nichtprivater Basis. Hier besteht allerdings ein fließender Übergang zum Privatverkehr.

In erster Linie werden die Erkenntnisse zu den verkehrlichen Effekten des automatisierten Fahrens aus Phase A sowie aus den anderen Vertiefungsmodulen aus Phase B aus Sicht der Städte und Agglomerationen reflektiert. Modul 3d fasst so die wesentlichen Erkenntnisse aller Themenmodule für Städte und Agglomerationen zusammen.

Grundlagenstudie und Vertiefungsmodule als Basis

Für eine systematische Betrachtung der Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge im Alltag wurde ein Vorgehen gewählt, das sich im Aufbau des vorliegenden Berichtes widerspiegelt.

Systematische Betrachtung möglicher Auswirkungen

- Kapitel 2 zeigt die für das Verständnis des Moduls 3d notwendigen **Grundlagen, Annahmen und Erkenntnisse** aus dem Grundlagenbericht zum Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag.
- Kapitel 3 betrachtet **die verkehrlichen Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen**. Dabei werden die Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie und den weiteren Vertiefungsstudien zusammenfassend beschrieben. Darauf aufbauend wird differenziert dargestellt, wie sich das Erscheinungsbild der Mobilität in verschiedenen Typen von Mobilitätsräumen verändert. Dies wird beispielhaft anhand konkreter Strassenzüge (Fallbeispiele) illustriert.
- In Kapitel 4 werden die langfristig relevanten **Wirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge** in Städten und Agglomerationen dargelegt. Die Wirkungen werden dabei mit Blick auf die verschiedenen Verkehrsarten beschrieben. Gleichzeitig wird die unterschiedliche Betroffenheit einzelner Mobilitätsräume im Siedlungsgebiet aufgezeigt und es werden die daraus resultierenden Chancen und Risiken dargelegt. In einer Gesamtbetrachtung über alle Verkehrsmittel und Mobilitätsräume hinweg werden die möglichen Auswirkungen auf die städtischen Gesamtverkehrssysteme abgeschätzt.
- In Kapitel 5 werden **Handlungsoptionen** für Städte und Agglomerationen formuliert, mit strategischen Stossrichtungen und möglichen Massnahmen.
- In Kapitel 6 werden ergänzend zur kleinräumigen Betrachtung die **grossräumigen Auswirkungen** auf die Siedlungsstruktur in kurzer Form aufgearbeitet.

2. Automatisiertes Fahren: Annahmen und Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie

Zum Verständnis des Vertiefungsmoduls 3d werden im Folgenden zentrale Inhalte aus der Grundlagenstudie dargelegt.

2.1 Abgrenzung «Automatisiertes Fahren»

Die Automatisierung im Verkehr überlagert sich mit verschiedenen anderen Trends. Abbildung 2 zeigt vier Entwicklungsrichtungen im Verkehr. Die Branche sieht nebst der Automatisierung in den Bereichen Vernetzung, Elektromobilität und Sharing/Pooling grosse Potenziale. Alle vier Themen nutzen den Megatrend der Digitalisierung. Grundsätzlich sind die drei anderen Themenfelder nicht zwingend mit dem automatisierten Fahren verknüpft. So kann auch bereits ein herkömmliches, nicht-automatisiertes Fahrzeug elektrisch oder als Sharing-Fahrzeug betrieben werden. In Verbindung mit dem automatisierten Fahren und der Vernetzung entstehen allerdings weitere Synergien und differenziertere Anwendungsformen. Diese können zu Veränderungen in der Verkehrsorganisation und damit des individuellen Mobilitätsverhaltens führen. Im Folgenden sind die Themenfelder genauer beschrieben. Weitere Erläuterungen sind im Kapitel 2.2.1 des Berichts aus der Phase A enthalten.

Abgrenzung der Themenbereiche

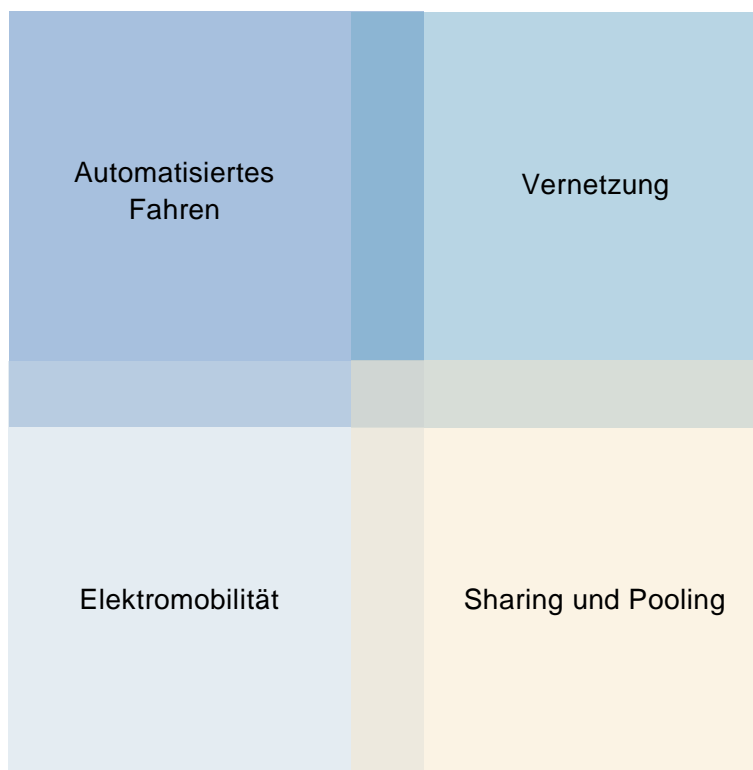


Abbildung 2: Themenbereiche und Abgrenzung des automatisierten Fahrens

Eine getrennte Behandlung von automatisiertem Fahren und Vernetzung ist langfristig wenig zweckmässig. Zahlreiche erwartete Vorteile des automatisierten Fahrens (Kapazitätssteigerungen, Unfallreduktionen, etc.) können nur mit zusätzlichen Daten aus der Vernetzung vollständig realisiert werden. So stellt für den Bund automatisiertes Fahren ohne Vernetzung derzeit keine sinnvolle Anwendungsform dar: «Um die Potentiale voll ausschöpfen zu können, müssen selbstfahrende Fahrzeuge vernetzt sein.» (ASTRA, 2016).

Vernetzung

Die heute auf dem Markt verfügbaren (teil-)automatisierten Fahrzeuge werden häufig elektrisch oder hybrid angetrieben. Dies gilt insbesondere für Quereinsteiger im Fahrzeugmarkt, wie google/waymo oder Tesla. Mit der Einführung neuer Automatisierungs-Technologien wird so auch eine veränderte Antriebsform breiter angewendet. Grundsätzlich können automatisierte Fahrzeuge aber auch mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sein oder herkömmliche Fahrzeuge elektrisch betrieben werden.

Elektromobilität

In der Diskussion zum automatisierten Fahren sind «Sharing» (Car-Sharing) und «Pooling» (Ride-Sharing) relevant, da durch selbstfahrende Fahrzeuge neue Möglichkeiten zur Organisation der Transportketten entstehen. Beispielsweise können vollautomatisierte Fahrzeuge zwischen zwei Fahrten mit Passagieren selbständig den Standort wechseln und somit besser für «Sharing» genutzt werden. Damit entfallen für Nutzende Wege zum Aufsuchen des «Sharing»-Fahrzeugs, da das Fahrzeug zum nächsten Benutzer bestellt werden kann. Es ist zu erwarten, dass mit diesen neuen Möglichkeiten vermehrt auf ein eigenes Fahrzeug verzichtet wird und anstelle dessen Mobilitätsdienste, sogenannte «Mobility-as-a-Service» (MaaS) genutzt werden. Damit verbunden ist die Kombination von öffentlichen und privaten Transportleistungen bzw. verschiedenen Verkehrsmitteln über eine Plattform, welche die Wegeketten organisiert und die Buchung und Bezahlung über ein einziges Konto regelt. Solche neuen Angebote werden allerdings erst möglich, wenn die Fahrzeuge vollautomatisiert verkehren können (Level 5, vgl. Kapitel 2.2).

Sharing und Pooling

2.2 Automatisierungsgrade im Strassenverkehr

Aufgrund der detaillierten Differenzierung der Fahraufgaben sowie der internationalen Normierungsentwicklungen wird in der vorliegenden Studie die Definition der SAE Norm J3016 als Basis für die Beschreibung der Automatisierungsstufen verwendet. Es werden sechs Automatisierungsgrade von 0 bis 5 aufgeführt. Zur Beschreibung der Automatisierungsstufen wird auch die weitgehend kompatible Definition der deutschen Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) beigezogen. Diese muss im Vergleich lediglich um Level 5 ergänzt werden, auf dem «das System» alle Aufgaben des dynamischen Fahrens in allen Situationen übernehmen kann, welche ein menschlicher Fahrer bewältigt.

Übersicht der Automatisierungsgrade

Eine detailliertere Beschreibung der unterschiedlichen Ausprägungen der Automatisierungsgrade findet sich in Anhang A1.

Die Automatisierungsgrade lassen sich wie folgt beschreiben.

- | | | |
|----|--|-----------------------------|
| L0 | Level 0 beschreibt das «Konventionelle Fahren» ohne die Abgabe von Fahraufgaben an ein System. Einzig die Unterstützung des Fahrers durch Warnsysteme ist auf dieser Stufe möglich (z.B. Spurhaltewarnung, Warnungen des Spurwechselassistenten, Kollisionswarnung). | Konventionelles Fahren |
| L1 | Im Level 1 wird mittels «Assistenzsystemen» die Längs- oder Querführung an das System abgegeben, temporär und für spezifische Situationen. Das Funktionieren des Systems muss dauerhaft durch den Fahrer überwacht werden, zudem muss er jederzeit für die Übernahme der Fahraufgaben bereit sein. Heute verfügbare technologische Beispiele hierzu sind Bremsassistent, Parkassistent (nur Lenkung durch System), Abstandsregeltempomat sowie Spurhalteassistent. | Assistenzsysteme |
| L2 | Im Level 2 («teilautomatisiert») werden Längs- und Querführung durch das System übernommen, die Beschränkungen (temporär, spezifische Situationen) und Anforderungen an den Fahrer (Überwachung, dauerhafte Übernahmebereitschaft) sind jedoch dieselben wie in Level 1. Hierzu werden bereits heute Systeme angeboten, wie zum Beispiel der Autobahnassistent (u.a. Spurhaltung). | Teilautomatisiert |
| L3 | Im Level 3 («hochautomatisiert») wird die Anforderung einer dauerhaften Überwachung durch den Fahrer gelockert. Damit geht einher, dass der Fahrer erst auf Aufforderung des Systems und mit ausreichender Zeitreserve zur Übernahme der Fahraufgaben bereit sein muss. Das System übernimmt also die Fahraufgaben, muss aber seine Grenzen kennen und den Fahrer auffordern können, die Führung wieder zu übernehmen. Durch diese obligatorische Übernahme durch den Fahrer muss das System nicht jederzeit selbst einen risikominimalen Zustand (Bsp. Anhalten auf sicherer Verkehrsfläche) erreichen können. Die Zeitreserve zwischen Aufforderung und Fahrerübernahme dürfte allenfalls einige Sekunden betragen, was das Spektrum der Nebentätigkeiten des Fahrers einschränkt. L3 wird heute von einigen Automobilherstellern in der Entwicklung erreicht («Autobahn-Chauffeur»), ist aber derzeit nicht zugelassen. | Hochautomatisiert |
| L4 | Level 4 («limitiert vollautomatisiert») grenzt sich von L3 durch die Fähigkeit des Systems ab, im Rahmen eines bestimmten Anwendungsfalles (limitiert durch Raum, Strassentyp, Zeit, Geschwindigkeitsbereich, Umfeldbedingungen) jederzeit einen risikominimalen Zustand erreichen zu können. Zwar wird bei Erreichen der Systemgrenzen eine Aufforderung an den Fahrer zur Übernahme der Fahraufgaben abgegeben, allerdings kann das System mit der Situation umgehen, dass dieser nicht reagiert. Der Fahrer muss also das System nicht mehr überwachen und nicht mehr zwingend eingreifen können. Er muss jedoch in den meisten Anwendungsfällen an Bord sein, um das Fahrzeug beim Verlassen des Anwendungsfalles steuern zu können. | Limitiert vollautomatisiert |
| L5 | Level 5 («vollautomatisiert») grenzt sich von L4 ab, indem das System keine beschränkten Anwendungsfälle kennt, sondern in jedem Umfeld | Vollautomatisiert |

sämtliche Fahraufgaben übernehmen kann. Damit wird die Anwesenheit eines Fahrers an Bord überflüssig und es werden Leerfahrten möglich. Dies stellt in Anbetracht der unzähligen Kombinationsmöglichkeiten von Fahrbedingungen und Interaktionen von Verkehrsteilnehmenden sehr hohe Anforderungen.

2.3 Die Storyline – ein denkbarer Entwicklungspfad

2.3.1 Ziel und Zweck der Storyline

Als Alternative zu Szenarien wurde in der Phase A der Studie eine Storyline des Einsatzes von automatisierten Fahrzeugen in der Schweiz entwickelt. Dabei handelt es sich um einen Entwicklungspfad, der heute aus fachlicher Sicht als plausibel eingeschätzt wird. Die Storyline erhebt jedoch keineswegs den Anspruch, die einzig mögliche Entwicklung darzustellen.

Storyline mit einem plausiblen Entwicklungspfad

Die «Storyline» ist als eine Abfolge von Zuständen definiert, die sich durch Übergänge mit ändernden Voraussetzungen abgrenzen (vgl. Abbildung 3). Der jeweils folgende Zustand beginnt, wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind. Diese betreffen unter anderem rechtliche Aspekte (Zulassungen, Versicherungen, Strassenrecht), technologische Meilensteine, Veränderungen an der Infrastruktur und die gesellschaftliche Akzeptanz.

Storyline als Abfolge von Zuständen

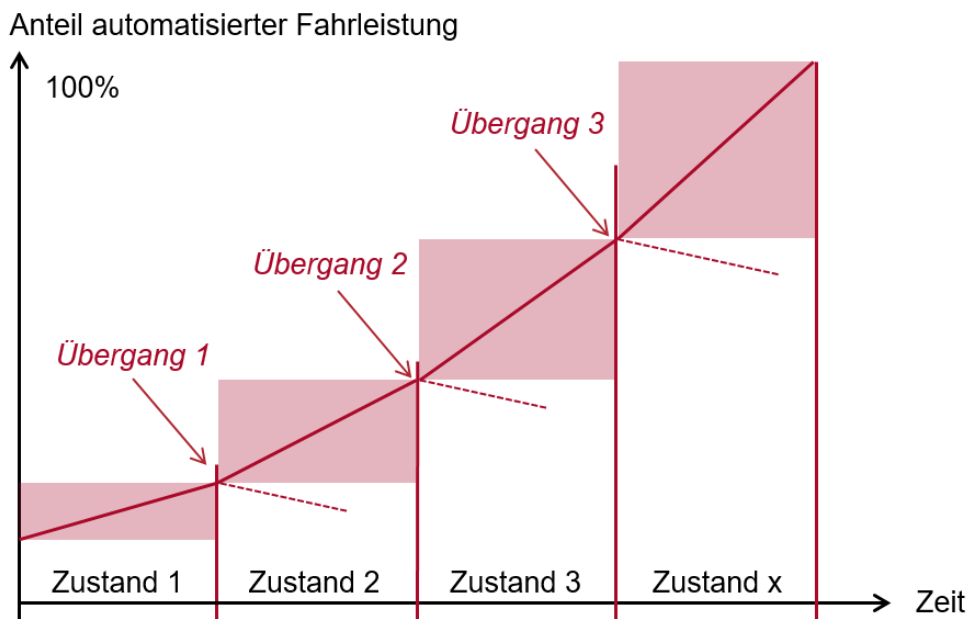


Abbildung 3: Illustration «Storyline»

Mit der Storyline wird die Komplexität reduziert; damit können die relevanten Aspekte für das Handeln der Akteure herausgeschält werden. Sie liefert damit eine geeignete Grundlage für weiterführende und vertiefende Studien. Zudem ergeben sich aus der Storyline in sich schlüssige Zustände, die Diskussionen über Auswirkungen des automatisierten Fahrens ermöglichen.

Die Storyline als Diskussionsgrundlage

2.3.2 Zustände mit Relevanz für Städte und Agglomerationen

Die Storyline unterscheidet sechs Zustände. Aufgrund von unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Entwicklungsgeschwindigkeiten werden dabei spezifische Entwicklungspfade für den MIV (Personenverkehr und Güterverkehr) und für den strassengebundenen ÖV (Personenverkehr) getrennt aufgezeigt. Im Grundlagenbericht der Phase A wurde zudem ein Entwicklungspfad zum Schienenverkehr erarbeitet.

Unterschiedliche Pfade für MIV und ÖV

Da sich in den Zuständen 1 (= heutiger Anwendungsstand und technologische und gesetzliche Rahmenbedingungen) und 2 (= Freigabe L3 «Hochautomatisiert» auf dem gesamten Hochleistungsstrassen-Netz) im Siedlungsraum keine Veränderungen ergeben, werden diese hier nicht näher ausgeführt. Im Folgenden sind für die drei Zustände 3, 4 und 5 diejenigen Ausprägungen und daraus folgende Auswirkungen der Automatisierung beschrieben, die für Städte und Agglomerationen relevant sind. Eine Beschreibung der Ausprägungen und Auswirkungen mit Relevanz für die grossräumige Siedlungsstruktur findet sich in Kapitel 6.

Für den Siedlungsraum relevante Zustände

	MIV	Strassengebundener ÖV
Zustand 3	<ul style="list-style-type: none"> – Hoch automatisiertes Fahren (L3) im Siedlungsraum zugelassen. – Limitiert vollautomatisiertes Fahren (L4) auf ausgewählten Teststrecken im Siedlungsraum möglich, mit Vergabe von Bewilligungen für ausgewählte Anwendungen (mobilitätseingeschränkte Personen, Erhöhung des Besetzungsgrades etc.) – Umfassendes automatisiertes Parken in entsprechend umgebauten Parkhäusern zugelassen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Der Streckenbezug im strassengebundenen ÖV wird aufgegeben und limitiert vollautomatisiertes Fahren (L4) flächig zugelassen (adaptiver ÖV). – Der klassische Linienbetrieb im strassengebundenen ÖV bleibt an den meisten Orten bestehen. – Automatisierte Poolingdienste mit limitiert vollautomatisierten Fahrzeugen (L4) von privaten Anbietern mit entsprechenden Konzessionen konkurrenzieren den strassengebundenen ÖV.

Zustand 4	<ul style="list-style-type: none"> – Im MIV ist das automatisierte Fahren weit vorangeschritten, der Fahrzeugbestand besteht bereits zu über der Hälfte aus limitiert vollautomatisierten (L4) oder vollautomatisierten (L5) Fahrzeugen. – Nach den ersten Erfahrungen mit limitiert vollautomatisierten Fahrzeugen (L4) in Siedlungsräumen, wird die Freigabe schrittweise ausgedehnt und erweitert (Beschränkungen auf einzelne Anwendungsfälle fallen vollständig weg). – Sofern in keiner Situation die Notwendigkeit der Übernahme durch einen Fahrer eintreten kann, ist auch der Betrieb eines vollautomatisierten Fahrzeuges (L5) durchgehend möglich, ohne einen Führerausweis besitzen zu müssen. In diesem Fall sind auch Leerfahrten möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> – Beim öffentlichen Individualverkehr (ÖIV)⁴ kommen ausschliesslich automatisierte Fahrzeuge zum Einsatz (L5). – Im strassengebunden ÖV wird die nachfrageorientierte Angebotsoptimierung in definierten Perimetern weiter vorange-trieben. – Der adaptive ÖV (ohne vorgegebenem Fahrplan, ohne vorgegebener Route) mit vollautomatisierten Kleinbussen (L5) gehört innerorts bereits zum Regelbetrieb, wobei Haltestellen nach wie vor die Fixpunkte darstellen. Grössere Gefässe (herkömmliche Busse und Trams) bündeln auf nachfragestarken Achsen weiterhin Fahrten und verkehren nach Fahrplan und Route. – Das Angebot privatwirtschaftlich oder staatlich organisierter, konzessionierter Sharing- und Pooling-Dienste nimmt zu. – Die Tramstrecken werden wo möglich sukzessive baulich vom übrigen Verkehr abgetrennt.
Zustand 5	<ul style="list-style-type: none"> – Leerfahrten und auch das Fahren von vollautomatisierten Fahrzeugen (L5) ohne Führerausweis sind neu überall und jederzeit erlaubt. – Der grösste Teil der Fahrzeuge ist mindestens limitiert vollautomatisiert (L4) tauglich und über die Hälfte der Bestandsfahrzeuge verfügt bereits über vollautomatisierte Technologien (L5). Ältere Modelle können zwar noch verkehren, sind aber planerisch von untergeordneter Bedeutung 	<ul style="list-style-type: none"> – Im strassengebundenen ÖV gehört der adaptive ÖV netzweit zum Regelbetrieb. – Haltestellen sind zwar oftmals noch vorhanden, müssen aber nicht weiter die massgebenden Fixpunkte im System sein.

Zustand 6 entspricht aus technologischer Perspektive dem Zustand 5. Die beiden Zustände unterscheiden sich aber in Bezug auf die politische Einflussnahme: Während Zustand 5 eine Entwicklung ohne regulative Eingriffe zeigt, hat die Gesellschaft resp. der Staat in Zustand 6 aus den Fehlentwicklungen im Zustand 5 gelernt und greift mit verschiedenen verkehrsplanerischen, -technischen und -politischen Massnahmen lenkend ein. Dieses Gedankenkonstrukt hilft dabei, relevante Fragestellungen zu erkennen, den Handlungsbedarf kenntlich zu machen und aus der spezifischen Sicht der Städte und Agglomerationen Handlungsoptionen zu formulieren (siehe Kapitel 5). In der Realität werden sich diese beiden Zustände keineswegs klar voneinander trennen lassen. Die Entwicklungsschritte des automatisierten Fahrens gehen einher mit einer planerischen bzw. politischen Gestaltung und Einflussnahme.

Zustand 6: Erkennen des Handlungsbedarfs

⁴ Dieser Zwischenbereich wurde im Schlussbericht der Phase A als Sammel- und Verteilverkehr (SVV) bezeichnet. Da der Begriff auf eine räumlich-verkehrliche Funktion fokussiert und das UVEK in seinem Orientierungsrahmen zur künftigen Mobilität in der Schweiz (UVEK, 2017) den Begriff ÖIV verwendet, wurde dieser im vorliegenden Bericht übernommen.

3. Verkehrliche Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen

Kapitel 3 betrachtet die verkehrlichen Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen. Basis hierzu bilden die Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie sowie den weiteren Vertiefungsstudien (Kap. 3.1). Für eine räumlich differenzierte Betrachtung wird analysiert, wie sich das automatisierte Fahren auf die Verkehrsinfrastruktur in unterschiedlichen Mobilitätsräumen auswirkt (Kap. 3.2). Die möglichen Effekte werden beispielhaft anhand von konkreten Strassenabschnitten von an der Studie beteiligten Städten bearbeitet.

3.1 Verkehrliche Effekte: Zentrale Erkenntnisse aus dem Gesamtprojekt

Nachstehend werden die Effekte des automatisierten Fahrens auf das Verkehrssystem in Siedlungsräumen zusammengefasst. Dies erfolgt aufgrund der Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie sowie den anderen Modulen der Phase B. Es werden die einzelnen Effekte benannt und beschrieben, deren Veränderung über die drei relevanten Zustände 3 bis 5 des Entwicklungspfads hinweg kurz erläutert, sowie aufgezeigt, welche Faktoren die Veränderungen im jeweiligen Effekt massgeblich beeinflussen.

Effekte: Veränderungen und Einflussfaktoren

Eine detaillierte Beschreibung der Effekte für die drei relevanten Zustände 3 bis 5 des Entwicklungspfads befindet sich in Anhang A2.

— **Verkehrsstärken:** Fahrleistung gemessen in Anzahl Fahrzeugkilometer.

Die Fahrleistung individueller Fahrzeuge auf der Strasse nimmt über die drei Zustände stark zu. Die Verkehrsleistung im konventionellen öffentlichen Verkehr bleibt mehr oder weniger konstant. Im Güterverkehr nimmt die Anzahl Fahrten mit kleineren Fahrzeugen leicht zu.

Einflussfaktoren: Bedeutung des öffentlichen Individualverkehrs (Verkehrsmittelwahl), Nutzung der Reisezeit, Anteile Carsharing/Ridesharing, Bedeutung Leerfahrten, neue Nutzergruppen.

— **Parkraumbedarf:** Parkraumbedarf gemessen in Anzahl Parkfelder (privat, öffentlich).

Der Parkraumbedarf nimmt bis und mit dem Zustand 4 leicht zu. Im Zustand 5 nimmt dieser aufgrund des grösseren Einflusses des öffentlichen Individualverkehrs leicht ab.

Einflussfaktoren: Bedeutung des öffentlichen Individualverkehrs (Verkehrsmittelwahl), Anteile Carsharing/Ridesharing, neue Nutzergruppen, Bedeutung Leerfahrten, Bedeutung privater Fahrzeugbesitz (Motorisierungsgrad).

— **Verkehrseffekte auf der Strecke:** Kapazität in einem Querschnitt, gemessen in maximaler Anzahl passierender Fahrzeuge pro Zeiteinheit.

Die Kapazität dürfte auf Hochleistungsstrassen im Siedlungsraum über die drei Zustände geringfügig zunehmen. Die zugelassene Höchstge-

schwindigkeit dürften sich kaum ändern, die gefahrenen Geschwindigkeiten vereinheitlichen sich. Allgemein nimmt die Verkehrsflussstabilität zu. Der durchschnittliche Fahrzeugabstand (abhängig von den Systemparametern, der Vernetzung und der Durchdringung) nimmt leicht ab.

Einflussfaktoren: Fahrzeugabstand, Durchdringung der Gesamtflotte mit automatisierten Fahrzeugen, Geschwindigkeitsharmonisierung.

- **Betrieb des Knotens:** Kapazität gemessen in der maximalen Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit, die einen Verkehrsknoten passieren können.

Mit zunehmendem Anteil an automatisierten Fahrzeuge und steigender Vernetzung dürften die Folgezeitlücken verringert und/oder die Räumgeschwindigkeit im Knoten erhöht werden. In den späteren Zuständen besteht die Möglichkeit zur verbesserten adaptiven Steuerung von Knoten, welche zu einer Erhöhung der Knotenkapazität führt. Knoten mit Lichtsignalanlagen dürften in späteren Zuständen höhere Leistungsfähigkeit aufweisen, sofern der Fuss- und Veloverkehr sinnvoll integriert werden kann. Verlustzeiten im Knoten werden reduziert.

Einflussfaktoren: Mittlerer Zeitbedarf vom einzelnen Fahrzeug zur Querung des Knotens, Räumgeschwindigkeit, Betriebsoptimierung des Knotens, Durchdringung der Gesamtflotte mit automatisierten Fahrzeugen, Vernetzung, Aufkommen und Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmenden.

- **Angebote automatisierter kollektiver Verkehr:** Verfügbarkeit von ÖIV- und anderer kollektiver Angebote auf den Infrastruktur- und Platzbedarf.

Mit dem zunehmenden Einfluss adaptiver und nachfrageorientierten Angebote (ÖIV und kollektive öffentliche oder privatwirtschaftliche Angebote), nimmt der Bedarf nach zusätzlichen Haltebereichen für das Ein- und Aussteigenlassen zu. Die Priorisierung vom ÖV bspw. mit Busspuren, um die Attraktivität zu gewährleisten, und die Bündelung der Fahrten mit neuen Pooling-Angeboten zur Effizienzsteigerung des Verkehrssystems gewinnen an Bedeutung. Mit der Automatisierung des Trambetriebs verkehren Trams i.d.R. auf isolierten Strecken, was einen erhöhten Platzbedarf als im Mischverkehr erfordert und die Trennwirkung für den Fuss- und Veloverkehr verstärkt.

Einflussfaktoren: Angebotsgestaltung (ÖV-Linienbetrieb, neue ÖIV-Angebote, Pooling-Angebote etc.), Haltekonzepte, Flottengrösse, Linien, Streckengebundenheit, Priorisierung.

- **Formen des Güterverkehrs /-umschlags:** Verfügbarkeit von automatisierten Formen der City-Logistik resp. der Güterver- und -entsorgung, insbesondere beim Stückgutumschlag, auf den Flächenbedarf und die Interaktionen mit anderen Nutzungen.

Der allgemeine Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen führt zu einer Verkehrszunahme. Sobald Güterverkehrs-Fahrzeuge oder das Transportieren von Paketen durch Private ohne Fahrer möglich sind, dürften neue Lösungen für die «letzte Meile» angeboten werden. Dies könnte zur Folge haben, dass für Warenumsschlag bspw. in Quartieren klar definierte Umschlagflächen benötigt werden. Tendenziell wird über die drei

Zustände mehr Fläche benötigt. Vollautomatisierte Personenwagen ermöglichen das «fahrerlose Bringen- oder Abholenlassen» von Waren, was zu einer Verkehrszunahme führen kann, ebenso allenfalls zu mehr Bedarf an Parkplätzen bei Ladengeschäften oder Logistik-/Produktionsbetrieben.

Einflussfaktoren: Personelle Begleitung des Fahrzeugs, Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen; Güterumschlagstechniken.

3.2 Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur

3.2.1 Elemente der Verkehrsinfrastruktur

Die Verkehrsinfrastruktur in Städten und Agglomerationen setzt sich aus unterschiedlichen funktionalen Elementen zusammen, die das Erscheinungsbild der Mobilität bestimmen («Look and feel»). In der Studie werden die folgenden Elemente betrachtet:

Merkmale des Erscheinungsbildes der Mobilität

- **Parkraum:** Beschreibt die Menge der Parkierungsmöglichkeiten, deren Lokalisierung und Zugänglichkeit im Strassenraum.
- **Fahrspuren:** Bezeichnet die Gesamtzahl der Fahrspuren im gesamten Strassenquerschnitt, welche für Autos, Busse, Trams, neue Formen des ÖIV, Fussgänger und Velos vorhanden sind und deren Betrieb (Mischverkehr oder getrennter Verkehr).
- **Fahrspurbreite:** Beschreibt die Veränderung der Fahrspurbreite im Vergleich zu aktuellen Normen
- **Signalisierung und Beschilderung:** Beschreibt die Ausrüstung der Knoten und Strassenabschnitte mit Signalisierung, Beschilderung, Markierungen und weiterer analoger Ausstattungselemente.
- **Kommunikationsinfrastruktur:** Beschreibt den Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur für den Datenaustausch in Echtzeit zwischen den automatisierten und vernetzten Fahrzeugen, und/oder zwischen Fahrzeugen und Infrastrukturen bspw. Mobilitätsdatenplattformen von Verkehrsmanagementorganen oder Privaten.
- **Querungsmöglichkeiten:** Beschreibt die Möglichkeit und Qualität zur Querung von Strassen für den Fuss- und Veloverkehr. Dabei wird unterschieden zwischen punktuellen Querungsmöglichkeiten wie Fussgängerstreifen und flächigen Querungsmöglichkeiten.
- **Haltestellen /-kanten:** Beschreibt die Art, Lokalisierung und Gestaltung von Haltestellen für den ÖV sowie Haltekanten für öffentliche und private automatisierte Kleinfahrzeuge des ÖIV (Personenwagen, Shuttlebusse etc).
- **Güter-Umschlagsflächen:** Beschreibt die Ausgestaltung von Umschlagsflächen für das Be- und Entladen von Fahrzeugen zum Gütertransport (Gewerbegüter, öffentliche und private Post-/Paketdienste, insbesondere auch für den Online-Handel).

3.2.2 Differenzierte Ausprägungen nach Mobilitätsräumen

Die möglichen Effekte des automatisierten Fahrens im Siedlungsraum fallen je nach Funktion eines Strassenraumes unterschiedlich aus. Sie sind abhängig vom jeweiligen Kontext mit den angrenzenden Nutzungen und einer «gelebten Mobilität». Deshalb wird für eine räumlich differenzierte Betrachtung der Begriff des «Mobilitätsraumes» verwendet und fünf Typen unterschieden (im Folgenden wird meist die in Klammern stehende Kurzform verwendet):

Fünf Typen von
Mobilitätsräumen

- Hauptverkehrsstrassen im Siedlungsraum („Hauptverkehrsstrasse“)
- Strassen in Orts- und städtischen Quartierzentren („Zentrumsstrasse“)
- Erschliessungsstrassen in Wohnquartieren („Quartierstrasse“)
- Erschliessungsstrassen im Gewerbegebiet („Gewerbegebiet“)
- Multimodaler Verkehrshubs im Siedlungsgebiet („Verkehrshub“)

Im Folgenden werden die einzelnen Mobilitätsräume charakterisiert, in ihrer verkehrlichen Funktion beschrieben und die für den jeweiligen Typ prägenden verkehrlichen Effekte sowie Veränderungen in den Elementen der Verkehrsinfrastruktur dargestellt. Die Beschreibung bezieht sich dabei auf den Zustand 5. Die Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur sind in den Anhängen A3 bis A7 für die einzelnen Mobilitätsräumen detailliert aufgeführt.

Prägende
Veränderungen

Hauptverkehrsstrasse

Eine Hauptverkehrsstrasse ist in hohem Masse durch den Verkehr geprägt und zeichnet sich durch einen hohen durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) aus. Entlang der Hauptverkehrsstrasse sind unterschiedliche Nutzungen wie Gewerbe und Dienstleistungen und Einzelhandel angesiedelt. Auch Wohnnutzungen finden sich teilweise entlang der Hauptverkehrsstrasse. Die Nutzungen können meist nicht direkt über die Hauptverkehrsstrasse, sondern über Querstrassen erreicht werden.

Charakter und
Nutzungen



Abbildung 4: Schanzenstrasse, Basel
(Quelle: Bau- und Verkehrsdepartement Basel-Stadt)



Abbildung 5: Birmensdorferstrasse, Zürich
(Quelle: Google Street-View)

Hauptverkehrsstrassen dienen der effizienten Verkehrsführung in einer Stadt oder einem Agglomerationszentrum. Entsprechend weist der Strassenquerschnitt oftmals insgesamt mehr als zwei Fahrspuren auf. Falls öffentliche Verkehrsmittel, zum Beispiel Busse oder Trams, vorhanden sind, verfügen

Funktionen

diese üblicherweise über separate Spuren und Haltestellen. Bei Knoten werden in der Regel Lichtsignalanlagen und separate Vorsortierstreifen verwendet, wobei der öffentliche Verkehr weitgehend Priorität bei der Grün-schaltung erhält. Der Veloverkehr findet meist auf integrierten Velospuren statt, selten sind Velospuren baulich von den Fahrspuren des übrigen Verkehrs abgegrenzt. Der Fussverkehr spielt eine untergeordnete Rolle und wird teilweise sogar nur einseitig mittels Gehsteigen ermöglicht. Insgesamt trägt eine Hauptverkehrsstrasse zu einer starken Raumtrennung bei. Die Querungsmöglichkeiten für Fuss- und Veloverkehr sind limitiert und werden nur punktuell mit Fussgängerstreifen ermöglicht. In der Regel befinden sich keine Parkplätze entlang der Strasse. Allenfalls sind Zugänge zu unter- und oberirdischen Parkanlagen vorhanden.

Für diesen Raumtyp sind im Zustand 5 spezifische Veränderungen in Bezug auf die Verkehrskapazität zu erwarten. Durch die Automatisierung werden die Geschwindigkeiten harmonisiert, die Fahrzeugabstände etwas geringer und die Verkehrsflüsse werden insgesamt konstanter. Die damit verbundenen Kapazitätsgewinne werden aller Voraussicht nach durch den zu erwartenden Mehrverkehr kompensiert. Dieser entsteht u.a. durch Leerfahrten oder durch Bevölkerungsgruppen, welche bisher nicht die Möglichkeit hatten, selber ein Fahrzeug zu lenken. Dieser Mehrverkehr wird sich in den Siedlungsräumen insbesondere auf die Hauptverkehrsstrassen verdeutlichen. Bestehende ÖV-Haltestellen können bei ausreichenden Platz- und Kapazitätsverhältnissen auch für neue kollektive, bedarfsgesteuerte Transportdienste und das Ein- und Aussteigen aus individuell genutzten, vollautomatisierten Sharing- oder Pooling-Fahrzeugen genutzt werden.

Effekte auf Hauptverkehrsstrassen

Zentrumsstrasse

Die Zentrumsstrasse weist sowohl eine Verkehrs- wie Siedlungsorientierung auf. Entlang der Zentrumsstrasse finden sich Einzelhandels-, Gastronomie- und Kulturnutzungen, Dienstleistungen wie auch Wohnnutzungen. Insgesamt zeichnet sich dieser Mobilitätsraum durch eine hohe Funktionsdichte und -vielfalt aus.

Charakter und Nutzungen



Abbildung 6: Limmattalstrasse / Meierhofplatz, Zürich
(Quelle: Google Street-View)

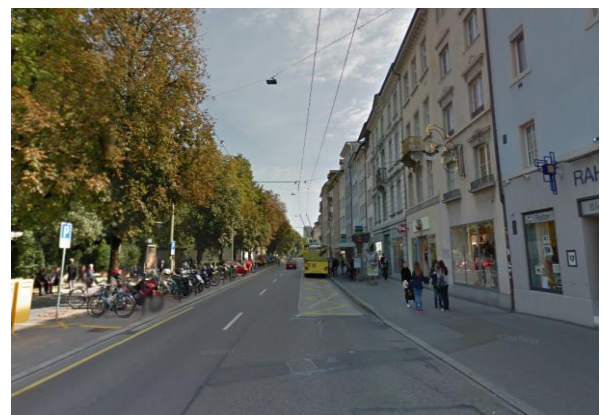


Abbildung 7: Stadthausstrasse, Winterthur
(Quelle: Google Street-View)

Die Zentrumsstrasse dient einerseits dazu, den Verkehr effizient durch die Stadt- und Agglomerationskerne zu führen, andererseits ist sie Hauptzubringer für die ansässigen Nutzungen (Kunden, Beschäftigte, Anwohner und Lieferanten) sowie Aufenthaltsraum gleichermaßen. Oftmals sind die Zentrumsstrassen zwei oder vierspurig, teilweise mit separaten ÖV-Spuren, und Haltestellen für Trams oder Busse. Häufig führen sie integrierte Velospuren im Mischverkehr, da aufgrund der knappen Platzverhältnisse keine separaten Spuren möglich sind. Parkierungsmöglichkeiten finden sich oftmals entlang der Zentrumsstrassen und direkt vor den jeweiligen Einzelhandel- und Gewerbenutzungen. Der Fussverkehr stellt eine wichtige Funktion dar und wird meist beidseitig geführt. Wo möglich sind die Gehsteige breiter als bei anderen Strassenzügen, da sie als Flaniermeile oder erweiterten Gastronomiebereich dienen. Querungsmöglichkeiten für Velo- und Fussverkehr sind von grosser Bedeutung und je nach Verkehrsbelastung flächig oder punktuell möglich. Weiter ist aufgrund der hohen Interaktionsfrequenz entlang den Zentrumsstrassen die Verkehrsgeschwindigkeit natürlicherweise reduziert oder mittels Geschwindigkeitsvorgabe begrenzt.

Funktionen

Für diesen Raumtyp relevante Effekte im Zustand 5 sind im Bereich der Parkierung zu erwarten. Durch die Möglichkeit des vollautomatisierten «Bringen und Abholenlassen» werden die bisherigen Parkierungsmöglichkeiten vor den Nutzungseinrichtungen entlang der Zentrumsstrassen weniger wichtig. Parkierungsmöglichkeiten am Strassenrand können unter Umständen weitgehend wegfallen. Die Parkierung kann in zentralisierten Parkierungsanlagen konzentriert werden. Dafür werden markierte Halteflächen für den Personenumschlag benötigt. Insgesamt ist auch hier mit einer Verkehrszunahme zu rechnen, da nun vermehrt Leerfahrten stattfinden werden. Im Bereich des öffentlichen Verkehrs verschwinden die Grenzen zwischen den regulären ÖV-Angeboten und neuen adaptiven Kollektivangeboten (ÖIV). Designierte Halteflächen und bestehende ÖV-Haltestellen können nun zusätzlich von diesen kollektiven Transportangeboten benutzt werden. Weiter wird mit dem allgemeinen Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen für den Gütertransport tendenziell mehr Verkehrsfläche benötigt und bei vollautomatisierten Güterlieferungen sind spezielle Güterumschlagsplätze und -systeme erforderlich.

Effekte auf Zentrumsstrassen

Quartierstrasse

Der Strassenraum in den Quartieren ist durch die angrenzenden Wohnnutzungen geprägt und oft verkehrsberuhigt. Gerade in Begegnungszonen wird den Aufenthalts- und Verkehrsbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr ein hohes Gewicht beigemessen. In manchen Quartieren befinden sich kleinere Einkaufsmöglichkeiten für die Alltagsversorgung.

Charakter und Nutzungen



Abbildung 8: Ackerstrasse, Zug
(Quelle: Google Street-View)



Abbildung 9: Kirchbergstrasse, Bern
(Quelle: Google Street-View)

Der Strassenraum dient der verkehrlichen Erschliessung und Anbindung der Grundstücke. Er sichert die Zugänglichkeit der (Wohn-)Nutzungen, von Anwohnenden, Besuchenden und Lieferanten. Aufgrund der Aufenthaltsfunktion ist die Strassenbreite teilweise reduziert. Der Verkehr erfolgt in den meisten Fällen gemischt. Es bestehen aufgrund der geringen Verkehrslast gute flächige Querungsmöglichkeiten; an Orten mit hohem Fussgängeraufkommen (z.B. bei Schulen) sind Fussgängerstreifen vorhanden. Daneben ist der Raumtyp durch Parkplätze entlang der Strasse geprägt. Je nach Art der Grundstücke sind auch direkte Zugänge zu Tiefgaragen oder Parkplätze auf Privatgrundstücke vorhanden.

Funktionen

Für den Raumtyp relevante Effekte im Zustand 5 ergeben sich aus Veränderungen im Angebot von öffentlichen Parkplätzen und Halteflächen sowie in der gefahrenen Geschwindigkeit, welche sich durch die neuen Möglichkeiten des automatisierten Fahrens ergeben. Die durch die Automatisierung ermöglichten Leerfahrten sowie eine erhöhte Nutzung von Sharing-/Poolingangeboten machen es möglich, Parkplätze am Strassenrand und auf Privatgrundstücke teilweise aufzuheben, da hierfür zentralisierte Parkieranlagen genutzt werden könnten. Die Möglichkeit vom «fahrerlosen Abholenlassen» von Personen oder Waren kann allenfalls zu mehr Bedarf an Halteflächen führen. Grundsätzlich dürften kaum markierte Halteflächen erforderlich sein, da die Verkehrslast in Quartieren vielfach gering ist. Mit dem allgemeinen Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen wird für den Güterumschlag tendenziell mehr Fläche benötigt. Weiter werden die flächigen Querungsmöglichkeiten verbessert, da automatisierte Fahrzeuge mit geringeren Geschwindigkeiten unterwegs sein werden, um auf Hindernisse bzw. andere Verkehrsteilnehmende reagieren zu können.

Effekte auf Quartierstrassen

Gewerbegebiet

Der Strassenraum in den Gewerbegebieten ist durch den (Güter-)Verkehr geprägt. Nutzungen sind zum einen Industrie- und Gewerbebetriebe. Andererseits sind in diesen Gebieten häufig auch publikumsintensive Einrichtungen angesiedelt (Grosshandel, Eventlokalitäten).

Charakter und Nutzungen



Abbildung 10: Gewerbegebiet Westside, Bern
(Quelle: Google Maps)

Der Strassenraum dient der verkehrlichen Erschliessung und Anbindung der Gewerbeareale. Er sichert den Zugang zu den Nutzungen für Lieferanten, Beschäftigte und Kunden. Die Strassenbreite ist aufgrund des Gütertransports mit Lastwagen teilweise erhöht. Zusätzlich ist dieser Strassentyp durch Umschlagsflächen geprägt, welche vielfach den Betrieben vorgelagert ab der Gewerbestrasse zugänglich sind. Je nach Art des Gewerbes sind auch Angestellten-, Kunden- oder Lieferantenparkplätze vorhanden, dies auf Privatgrundstücken und/oder auf gemeinsamen Parkieranlagen, bei publikumsintensiven Anlagen meist unterirdisch oder in mehreren oberirdischen Geschossen.

Funktionen

Für diesen Raumtyp prägende Effekte im Zustand 5 sind von Veränderungen in Güterverkehrs- und City-Logistik-Konzepten zu erwarten, welche sich durch die neuen Möglichkeiten des automatisierten Fahrens ergeben. Der allgemeine Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen führt zu einer Verkehrszunahme. Sobald Güterverkehrs-Fahrzeuge ohne Fahrer genutzt werden, hat dies zur Folge, dass für Warenumschlag klar definierte Umschlagflächen benötigt werden. Umschlagsflächen können mit Systemen für einen automatisierten Güterumschlag ausgerüstet werden. Tendenziell wird für den Güterumschlag mehr Fläche benötigt. Vollständig automatisierte Personenwagen ermöglichen das «fahrerlose Abholenlassen» von Waren, was zu einer Verkehrszunahme führen kann, ebenso allenfalls zu mehr Bedarf an Umschlag- bzw. Parkplätzen bei Ladengeschäften oder Logistik-/Produktionsbetrieben. Parkplätze können jedoch, wie in allen Mobilitätsräumen, in

Effekte in Gewerbegebieten

zentralisierte Parkieranlagen verlegt werden. Ebenfalls werden markierte Halteflächen für MIV und die neuen kollektiven, automatisierten Personentransportdienste (ÖIV) erforderlich. Dazu können unter Umständen bestehende Parkierungsflächen und/oder Haltepunkte für den öffentlichen Verkehr genutzt werden.

Verkehrshub

Der Strassenraum am multimodalen Verkehrshub ist stark vom Verkehr geprägt. Dabei spielt primär der öffentliche Verkehr eine wichtige Rolle. Neben den verkehrlichen Funktionen sind aufgrund der hohen Personenfrequenzen meistens auch Einzelhandel- sowie Gastronomieangebote vorhanden. Aufgrund der hervorragenden Erschliessungsqualität finden sich im Umfeld vielfach Büro- und Dienstleistungsnutzungen wieder.

Charakter und Nutzungen

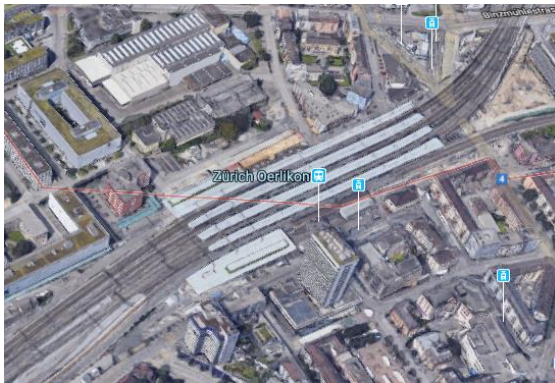


Abbildung 11: Bahnhof Oerlikon
(Quelle: Google Street-View)



Abbildung 12: Aeschenplatz, Basel
(Quelle: Bau- und Verkehrsdepartement Basel-Stadt)

Der multimodale Verkehrshub bringt verschiedene Verkehrsfunktionen an einem Ort zusammen. Oftmals kann hier zwischen verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln wie Busse, Trams und/oder Züge gewechselt werden. Diese öffentlichen Transportangebote sind bereits heute mit hohen Taktfrequenzen versehen und erreichen bereits heute oft die Kapazitätsgrenzen. Je nach Situation finden sich auch Taxistellplätze, Veloabstellanlagen, Kiss&Ride-Zonen und Parkplätze für private Fahrzeuge wieder. Aufgrund dieser Vielfalt an Verkehrsmodalitäten zeichnen sich diese Räume durch eine hohe Komplexität und einen grossen Flächenverbrauch aus. Teilweise führen neben den Fahrspuren für öffentliche Verkehrsmittel auch Spuren für den motorisierten Individualverkehr durch die Knoten. Weiter sind Verkehrshubs durch hohe Fussgängerströme geprägt. Für diese bestehen in der Regel über Bus- und Tramtrasses gute Querungsmöglichkeiten. Auch der Veloverkehr führt über diese wichtigen Knotenpunkte, es fehlen jedoch meist separate Velospuren und die Bereitstellung von genügend Veloabstellplätzen ist, abseits von grossen Bahnhofarealen, eine Herausforderung.

Funktionen

Im Zustand 5 nimmt mit dem steigenden Einfluss des adaptiven Kollektivverkehrs der Bedarf nach zusätzlichen Haltebereichen zu. Bei separaten ÖV-Spuren (Bus, Tram), können diese z.B. in Abhängigkeit von ihrer Besetzung oder je nach Tageszeit auch vom ÖIV verwendet werden; aufgrund der häufig hohen Taktichten dürfte diese Möglichkeit jedoch stark eingeschränkt sein. Allenfalls können Taxistandplätze, respektive Haltekanten für private

Effekte auf multimodale Verkehrshubs

automatisierte Fahrzeuge für den ÖIV genutzt werden, oder es müssen neue Vorfahrten geschaffen werden. Die Priorisierung des ÖV mit Busspuren, um die Attraktivität zu gewährleisten und die Bündelung der Fahrten zu fördern, gewinnt an Bedeutung. Mit der Automatisierung des Trambetriebs verkehren Trams in der Regel auf isolierten Strecken, was einen erhöhten Platzbedarf als im Mischverkehr erfordert. Der Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur steigt. Gerade bei multimodalen Hubs ist die Lenkung und effiziente Führung der Personen zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln entscheidend. Die Fahrgäste müssen erkennen, wohin sie gehen müssen und welches Fahrzeug das richtige ist, insbesondere bei automatisierten kollektiven und individuellen Transportangeboten.

3.2.3 Fallbeispiele

Verantwortliche aus den beteiligten Städten haben anhand eines vordefinierten Rasters zu jedem Raumtyp Fallbeispiele bearbeitet (Tabelle 1). Anhand von Fotografien (siehe Kapitel 3.2.2) wurde überprüft, inwieweit die vermuteten Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur in Zustand 5 in einem konkreten Strassenabschnitt realistisch sind. Die Betrachtung unterschiedlicher Beispiele eines Raumtyps macht es möglich, generelle wie situationsspezifische Einflussfaktoren zu erkennen.

Prüfung anhand von Beispielen

Hauptverkehrsstrasse im Siedlungsgebiet	Birmensdorferstrasse, Zürich
	Schanzenstrasse, Basel
Strasse im Orts- oder städtischem (Quartier)Zentrum	Stadthausstrasse, Winterthur
	Limmattalstrasse, Zürich
Quartierstrasse / Erschliessungsstrasse im Wohngebiet	Ackerstrasse, Zug
	Kirchberggasse, Bern
Erschliessungsstrasse im Gewerbegebiet	Westside, Bern
Multimodaler Verkehrshub im Siedlungsgebiet	Aeschenplatz, Basel
	Bahnhof Oerlikon, Zürich

Tabelle 1: Übersicht über die Fallbeispiele

Die Bearbeitung der Fallbeispiele hat zum einen inhaltliche Erkenntnisse geliefert. Die in Kapitel 3.2.2 formulierten Effekte wurden grundsätzlich bestätigt, teilweise ergänzt und präzisiert. Widersprüche traten nicht zutage. Mögliche Veränderungen bezüglich Querungsmöglichkeiten, Parkierung und Haltestellen/-kanten waren für die bearbeitenden Fachpersonen häufig klar zu benennen. Veränderungen bezüglich Signalisation/Beschilderung, Kommunikationsinfrastruktur, Bodenmarkierung oder Fahrspurbreiten waren weniger offensichtlich. Es fiel den Bearbeitenden schwerer, eine Adaption auf den spezifischen Strassenraum vorzunehmen.

Erkenntnisse aus der Bearbeitung

Die Bearbeitung hat den beteiligten Vertretern der Städte eine systematische Auseinandersetzung mit dem Thema in einem bekannten Kontext ermöglicht. Dies jedoch nicht im Sinne einer vertieften Analyse als vielmehr einer

Strukturierte Betrachtung ermöglichen

ersten, fachlich fundierten Einschätzung. Die Bearbeitung entlang der Merkmale sowie anhand eines Bildausschnittes eines Strassenraumes hat eine strukturierte Diskussion ermöglicht. Für präzisere Aussagen sind die Entwicklungen im automatisierten Fahren und die möglichen Veränderungen jedoch mit zu grossen Unsicherheiten behaftet.

4. Wirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen

Im Folgenden werden die für die Städte und Agglomerationen in Zustand 5 relevanten Wirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge dargelegt. Die Wirkungen werden dabei für folgende Verkehrsarten beschrieben: Fließender Verkehr, ruhender Verkehr, kollektiver Verkehr (ÖV, ÖIV), Fuss- und Veloverkehr und Güterverkehr. Dabei wird auf die unterschiedliche Betroffenheit einzelner Mobilitätsräume eingegangen.

Wirkungen entlang von Verkehrsarten und Mobilitätsräumen

4.1 Fließender Verkehr

Durch neue Angebote, mögliche Leerfahrten und neue Nutzergruppen (ältere Menschen, Kinder) wird die Fahrleistung gegenüber heute zunehmen. Können die Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen infolge der Automatisierung reduziert werden, stellen sich andererseits Kapazitätsgewinne bei der bestehenden Infrastruktur ein. Die Zunahme verhält sich überproportional zur Durchdringung der Gesamtflotte mit automatisierten Fahrzeugen. Einzelne Strassen, wie beispielsweise die Hauptverkehrsstrassen, können durch die Automatisierung ihre Kapazitäten erhöhen, andere wie die Zentrumsstrassen eher nicht. Es kommt zu einer Um- und Ungleichverteilung des Mehrverkehrs. Insgesamt ist davon auszugehen, dass der Mehrverkehr die Kapazitätssteigerung überkompensiert. Die Kapazitätseffekte können eventuell helfen, vereinzelt Infrastrukturausbauten nicht oder später notwendig werden zu lassen. Ein Eigentrassee für automatisierte Fahrzeuge in Siedlungsräumen (bspw. für die Übergangszustände mit Mischverkehr) scheint aus heutiger Sicht in der Schweiz wenig realistisch, da meist kein Platz und eine hohe Knotendichte vorhanden sind. Solange sich eine bedeutende Anzahl menschlich gesteuerter Fahrzeuge auf den Strassen bewegen und sich die Fahrzeuggrößen der massgebenden Nutzungen (bspw. ÖV, LKW, Rettungsdienste, Winterdienst) nicht verändern, erscheint eine Reduktion der Fahrbahnbreiten wenig realistisch.

Verkehrsstärken, Kapazität und Infrastrukturen

Eine Zunahme der Verkehrsleistungen dürfte in allen Mobilitätsräumen spürbar sein. Besonders relevant sind sie jedoch für Hauptverkehrs- und Strassen in Orts- und städtischen Quartierzentren.

Besonders betroffene Mobilitätsräume

Auf ausgeprägten Hauptverkehrsstrassen wirken sich die Effekte des automatisierten Fahrens überwiegend positiv aus. Insgesamt zeichnet sich hier der Strassenraum durch eine geringere Komplexität als beispielsweise in Zentren mit starkem, auch querendem Mischverkehr aus. Viele der angrenzenden Nutzungen können nicht direkt über die Hauptverkehrsstrasse erreicht werden. Dabei ergeben sich Chancen für den Verkehrsfluss. Dieser

Hauptverkehrsstrasse

dürfte sich mit einem hohen Anteil an automatisierten und vernetzten Fahrzeugen verbessern, da die Fahrzeuge dichter und mit konstanteren Geschwindigkeiten verkehren. Durch die Verkehrszunahme und den Umstand, dass automatisierte Fahrzeuge mit kürzeren Abständen fahren können, wird jedoch auch die Trennwirkung verstärkt.

Weiter können mit adaptiven Spurzuteilungen die Verkehrskapazitäten, welche aufgrund des zeitlich variierenden Arbeitsverkehrs oftmals monodirektional sind, erhöht werden. Auch bei Knoten werden komplexere und adaptiv geschaltete Grünphasen möglich. Ebenso lässt sich der motorisierte Individualverkehr situativ steuern und somit effizienter über die Knoten führen. Im Stadt- und Agglomerationsgebiet bieten sich Hauptverkehrsstrassen deshalb an, Mehrverkehr aufzunehmen, da durch die Automatisierung auf diesen Strassen die grössten Kapazitätsgewinne erzielt werden können. Eine Kapazitätserhöhung kann aber den Mischverkehr einschränken oder dazu führen, dass dieser komplett untersagt wird. Kapazitätsgewinne können andererseits aber auch für den kollektiven Verkehr genutzt werden. Um adaptive Spurführungen und Knotensteuerungen zu ermöglichen, braucht es einen hohen Organisationsaufwand und eine digitale Kommunikationsinfrastruktur. Ein Ausfall der Systeme benötigt eine Rückfallebene zur Sicherstellung der Funktionalität des Strassennetzes. Das heisst, dass diese noch über lange Zeit mit der notwendigen analogen Ausrüstung sowie betrieblichen Flexibilität betrieben und unterhalten werden müssten.

Strassen in Zentrumsgebieten haben neben verkehrlichen Funktionen auch stärkere Siedlungsfunktionen; hierbei ist die Wirkung des Mehrverkehrs besonders von Bedeutung. Er wird durch die Parkierungsvorgänge und Güterumschläge und die zu erwartenden Leerfahrten stark beeinflusst. Potenzielle Kapazitätsgewinne durch die Automatisierung dürften in relativ kurzer Zeit durch die Zunahme der Fahrten und Umschlagvorgänge kompensiert werden. Der Mehrverkehr und die daraus resultierende verstärkte Trennwirkung behindern den öffentlichen Verkehr, schränken flächige Querungsmöglichkeiten beispielsweise für zu Fuss Gehende stark ein, beeinträchtigen den Veloverkehr und reduzieren die Aufenthaltsqualität.

Zentrumsstrasse

4.2 Ruhender Verkehr

Parkplätze verlieren an Bedeutung. Sharing-Angebote und die Möglichkeit zu Leerfahrten führen kombiniert mit einer Reduktion des individuellen Fahrzeugbesitzes zu einem geringeren Bedarf an (dispersen) Parkplätzen. Zudem können automatisierte Fahrzeuge nach Gebrauch dank Leerfahrten an einem fernerem Standort abgestellt werden, weshalb das Parkieren nicht mehr gleichermassen standortgebunden ist. Dadurch wird aber auch Mehrverkehr geschaffen: Leerfahrten und Fahrten zu weiter weg liegenden Parkplätzen erhöhen die Fahrleistung auf dem umliegenden Strassennetz. Zudem werden designierte Halteflächen ausserhalb der Fahrbahn für das Ein- und Aussteigenlassen bei Sharing- und Pooling-Angeboten sowie bei automatisierten Privatfahrzeugen benötigt.

Parkraum und Haltepunkte

Aufgrund der unterschiedlichen Bedeutung bzw. Gestaltung der Parkierung werden sich in den Zentrumsstrassen sowie den Quartierstrassen die bedeutsamsten Veränderungen ergeben.

Besonders betroffene Mobilitätsräume

Zentrumsstrassen weisen eine hohe Nutzungswechselfrequenz mit häufigen Zu- und Wegfahrten auf, wobei Parkplätze dazu dienen, die umliegenden Nutzungen bequem zu erreichen. Parkierungsmöglichkeiten am Strassenrand können unter Umständen grösstenteils wegfallen und/oder durch Umschlagsflächen ersetzt werden. Die Parkierung kann in neuen und umgenutzten zentralisierten Parkieranlagen konzentriert werden. Die «gewonnenen» Flächen können für verschiedene anderweitige Nutzungen verwendet werden. Je nach Situation erlaubt dies eine zusätzliche Velospur, breitere Gehsteige oder zusätzliche Grünelemente für die Strassenraumgestaltung. Im Gegenzug werden für ein vollautomatisiertes «Abladen und Abholenlassen» von Personen und Gütern markierte Halteflächen notwendig, deren Benutzung es zu regeln gilt.

Zentrumsstrasse

In Wohnquartieren ist die Zu- und Wegfahrfrequenz deutlich geringer als in Zentrumsstrassen, der Parkplatz dient zur Aufnahme der Fahrzeuge während nicht benötigten Zeiten. Dank reduziertem individuellem Fahrzeugbesitz und der Verlagerung von Parkplätzen in zentrale Parkieranlagen kann der Strassenraum in Quartierstrassen für den Fuss- und Veloverkehr attraktiver gestaltet und mehr Platz für das Quartierleben gewonnen werden. Das Anhalten auf Quartierstrassen erfolgt im Strassenraum oder auf privaten Vorplätzen, was wiederum Platz beansprucht, jedoch ohne, dass dies gesteuert werden muss.

Quartierstrasse

4.3 Kollektiver Verkehr (ÖV und ÖIV)

Es ist davon auszugehen, dass konventionelle und gebündelte Linienangebote mit zunehmend automatisierten Zügen, Trams und grossen Bussen weiterhin das Grundgerüst des ÖV-Systems in Städten und Agglomerationen bilden werden. Die Automatisierung, die Vernetzung und neue (digitale) Mobilitätsdienste eröffnen dabei ein erhebliches Rationalisierungspotenzial, um mehr und attraktivere ÖV-Angebote v.a. bei geringerem Passagieraufkommen günstiger produzieren zu können. Neue ÖIV-Angebotsformen werden das ÖV-System daher insbesondere im peripheren Nahverkehrsbereich ergänzen. Dabei wird es sich vor allem um kleine bis mittlere Fahrzeuge handeln, die teilweise oder vollumfänglich nach Bedarf verkehren werden. Besonders von Bedeutung ist das Aufkommen neuer Dienste öffentlicher oder privater Mobilitätsanbieter, welche ein individuelles Abholen „vor der Haustür“ ermöglichen, dies ohne fixe Haltepunkte und kurzen Wartezeiten. Dies ermöglicht die Erreichung von bisher nicht oder kaum beteiligten Nutzergruppen, wie beispielsweise Senioren und Personen mit eingeschränkter Mobilität. Mit dem zunehmenden Einfluss des adaptiven ÖIV nimmt auch der Bedarf nach zusätzlichen Haltebereichen zu. Noch nicht abschätzbar ist, inwieweit bei solchen Haltebereichen eine Barrierefreiheit sichergestellt werden kann oder muss. Bezeichnete Halteflächen und bestehende ÖV-Haltestellen können zusätzlich mit diesen automatisierten Kollektivverkehrssystemen angefahren werden. Die Möglichkeiten einer zusätzlichen Nutzung dürften jedoch wesentlich von den Frequenzen solcher Dienste abhängig sein.

ÖV-Angebote und Haltepunkte

Von den Veränderungen im kollektiven Verkehr werden insbesondere multimodale Verkehrshubs sowie Zentrumsstrassen betroffen sein. Sie zeichnen sich durch eine hohe betriebliche Komplexität aus.

Besonders betroffene Mobilitätsräume

Mit automatisierten Fahrzeugen im ÖV und ÖIV ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten bei multimodalen Verkehrshubs. Hier können insbesondere in Randzeiten bestehende ÖV-Fahrspuren und Haltestellen vielfältiger genutzt werden und so weitere Angebote und dichtere Anschlussmöglichkeiten schaffen. Im gesamten öffentlichen Verkehrsnetz bietet die Automatisierung zudem die Möglichkeit, klassische, stark belastete multimodale Verkehrshubs zu entlasten, indem vermehrt tangentielle Verbindungen mittels adaptiven Kollektivverkehrssystemen geschaffen werden. Spezifische Fragen ergeben sich auch aus einer Automatisierung des Trambetriebs. Dieser dürfte vermehrt auf Eigentrasse erfolgen, was gegenüber dem Mischverkehr einen erhöhten Platzbedarf nach sich zieht. An multimodalen Verkehrshubs kann dies die Durchlässigkeit für den querenden Fuss- und Veloverkehr (weiter) beeinträchtigen.

Verkehrshub

4.4 Fuss- und Veloverkehr

Heute wird der Mischverkehr vor allem in Zentren und Wohnquartieren erfolgreich gelebt und gefördert. Dies kommt insbesondere dem Fuss- und Veloverkehr entgegen. Sicherheits- und Kapazitätsüberlegungen können bei zunehmender Automatisierung dazu führen, dass Quermöglichkeiten zugunsten von Fahrspuren für automatisierte Fahrzeuge eingeschränkt werden. Dadurch würden Mischverkehrslösungen beeinträchtigt und der Fuss- und Veloverkehr den Bedürfnissen des automatisierten Fahrens untergeordnet. Die Frage der Interaktion von automatisierten Fahrzeugen mit dem Fuss- und Veloverkehr sowie mit nicht-automatisierten Fahrzeugen ist noch weitgehend offen. Ein grosser Teil der Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmenden erfolgt durch Zeichen und Blickaustausch, was bei vollautomatisierten Fahrzeugen nicht mehr möglich ist. Es ist ebenfalls zu erwarten, dass Fussgänger und Velofahrende sich künftig gegenüber automatisierten Fahrzeugen anders verhalten werden, als sie es heute gegenüber herkömmlichen Autos zu (Jacob 2018). Die langen Übergangszeiten mit Mischverkehr von automatisierten und nicht-automatisierten Fahrzeugen lassen vermuten, dass bestehende Systeme der Markierung, Signalisation und Steuerung noch lange verwendet werden. Die langen Zeiträume mit Mischverkehr können auch dazu führen, dass sich automatisierte Fahrzeuge auf Mischverkehrsflächen reaktiv, auf „Nummer Sicher“ gehend, unterordnen werden. Dies kann wiederum den erwarteten Nutzen in Bezug auf Kapazitätssteigerung und Fahrfluss deutlich reduzieren. Notwendig wird ein Ausgleich zwischen dem Erreichen der optimalen Nutzung der Automatisierung und der Fuss- und Veloverkehrsqualität bzw. -sicherheit (Jacob 2018).

Fuss- und Veloverkehr

Die Wirkungen auf den Fuss- und Veloverkehr dürften in allen Mobilitätsräumen spürbar werden. Im städtischen Gesamtsystem wird dadurch die Schaffung bzw. Aufrechterhaltung eines durchgängigen Fuss- und insbesondere Velonetzes anspruchsvoller.

Besonders betroffene Mobilitätsräume

In Orts- und Quartierzentren wirkt sich eine Beeinträchtigung flächiger Quermöglichkeiten negativ auf die Qualität des Fuss- und Veloverkehrs aus. Gerade hier ist die Durchlässigkeit und Bewegungsfreiheit aufgrund der vielen Nutzungsangebote auf kleinem Raum von grosser Bedeutung („Stadt der kurzen Wege“ insbesondere für Kinder und ältere und mobilitätsbehinderte

Zentrumsstrasse

Menschen im alltäglichen Lebensumfeld). Eine grosse Chance für Zentrumsstrassen ergibt sich durch die Aufhebung seitlicher Parkierungsfelder. Dieser Raum könnte für verschiedene anderweitige Nutzungen verwendet werden. Je nach Situation erlaubt dies eine zusätzliche Velospur, breitere Gehsteige oder zusätzliche Grünelemente für die Strassenraumgestaltung. Allerdings wird der Bedarf an Umschlagsflächen für den Personen- und Güterverkehr zunehmen, was den Druck auf diese gewonnen Flächen wiederum erhöhen kann.

Der Fussverkehr spielt auch bei multimodalen Verkehrshubs eine zentrale Rolle: Hier sind flächige Fussgängerströme notwendig, um die straff getakteten ÖV-Angebote miteinander zu verbinden. Mit der noch stärkeren Auslastung durch neue Kollektivverkehrsmittel (ÖIV) wird die Situation noch komplexer und die Verkehrsströme nicht mehr klar ablesbar. Die Anlagen sind insbesondere für sensorisch beeinträchtigte Menschen schwierig zu begehen, wenn nicht mehr genügend sichere und rasche Querungsmöglichkeiten geboten werden. Dies schränkt die Funktionalität dieser für eine nahtlose Mobilität wichtigsten Anlagen ein, bzw. stellt erhöhte Anforderungen an die künftige Gestaltung der Verkehrs- und Aufenthaltsflächen sowie der Ein- und Aussteigekanten.

Verkehrshub

In Wohnquartieren kann mit automatisierten Fahrzeugen die Fahrgeschwindigkeit reduziert und die Einhaltung sichergestellt werden, was die Sicherheit für die anderen Strassennutzende erhöht. Kritisch beurteilt wird die Möglichkeit eines «fahrerlosen Abholenlassens» von Personen oder Waren, welche zu einer Verkehrszunahme führen kann. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob Bewilligungen für das «Abholenlassen» erteilt werden müssen, und falls ja, wer diese erhalten darf – oder ob Leerfahrten in solchen Räumen grundsätzlich zu vermeiden sein werden.

Quartierstrasse

Auf Hauptverkehrsstrassen ist noch unklar, wie in den langen Übergangszeiträumen mit Mischverkehr mit nicht automatisierten Fahrzeugen sowie dem Fuss- und Veloverkehr umgegangen werden soll. Es sind Wege zu finden, wie diese in die optimierten und adaptiven Verkehrsführungen, beispielsweise bei Knotensteuerungen, effizient integriert werden können. Dabei ist insbesondere die dafür benötigte (digitale) Kommunikation zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden eine grosse Herausforderung.

Hauptverkehrsstrasse

Insbesondere in Gewerbegebieten besteht bei der Ausrichtung der Strassen auf einen automatisierten (Güter-)Verkehr die Gefahr, dass Fuss- und Veloverkehr beeinträchtigt werden. Sie sollen den Wirtschaftsverkehr möglichst nicht «stören». In letzter Konsequenz kann dies dazu führen, dass die Verkehrsträger klar getrennt werden und die verkehrliche Durchlässigkeit eingeschränkt oder ganz aufgehoben wird. Gerade grössere Gewerbeareale, die sich einfach abtrennen lassen, könnten zu «verbotenen Städten» werden. Auch Gewerbegebiete müssen jedoch für Pendler und Besucher sicher und mit guten Verbindungen für alle Verkehrsmittel erschlossen werden.

Gewerbegebiet

4.5 Güterverkehr

Der Güterverkehr trägt zur Verkehrszunahme in Städten und Agglomerationen mit bei. Sowohl im Business-to-Consumer (B2C) als auch im Business-to-Business (B2B) Bereich ist von einer Zunahme der Anzahl Sendungen sowie von einer Verkleinerung der durchschnittlichen Sendungsgrößen auszugehen. Die Einführung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen dürfte den Trend zu Mehrverkehr zusätzlich verstärken. Dies ist unter anderem abhängig davon, ob Warenströme gebündelt werden und Fahrzeuge auf Hin- und Rückfahrt ausgelastet sind. Sobald Güterverkehrs-Fahrzeuge ohne Fahrer möglich sind, hat dies auch zur Folge, dass für Warenumschlag klar definierte Umschlagflächen benötigt werden und bei Bedarf zusätzlich technische Umschlagmittel verfügbar sein müssen („Gespäckumschlag-Roboter“, Zugangsfreigabe-Systeme für den Empfänger, Paketstationen). Wenn kein Fahrer mehr auf dem Fahrzeug ist, werden mehr Aufgaben auf den Versender oder Empfänger übertragen.

Güterverkehr und Logistik

Aufgrund des Güterverkehrsaufkommens dürften von einer solchen Entwicklung die Gewerbegebiete, aber auch Zentrumsstrassen sowie Quartierstrassen besonders betroffen sein.

Besonders betroffene Mobilitätsräume

Chancen für das automatisierte Fahren bestehen in Gewerbegebieten, die sich aus verschiedenen Gründen als «Testräume» für automatisiertes Fahren eignen. Zum einen gestaltet sich der Strassenraum häufig weniger vielfältig, mit weniger Fuss- und Veloverkehr. Häufig liegen sie zudem nahe an Autobahnanschlüssen und benötigen damit nur kurze automatisierte Fahrten auf untergeordneten Strassen. Auch die geringen Geschwindigkeiten erleichtern das Navigieren und Steuern. Zum anderen besteht in Gewerbegebieten auch ein ökonomischer Druck hin zu automatisiertem Fahren, da die Betriebe unmittelbar von Effizienz- und Produktivitätsgewinnen von neuen Logistikkonzepten profitieren können.

Gewerbegebiet

Städtebauliche Bedenken oder gestalterische Ansprüche, was die Ausstattung mit spezifischer Infrastruktur oder Strassenmarkierungen betrifft, dürften geringer sein als etwa bei Zentrumsstrassen. Gewerbegebiete eignen sich in der Feinerschliessung auch für automatisierte Busse (beispielsweise die bereits existierende Erschliessung des Marly Innovation Center). Gerade bei umfassenden Transformationen oder Neuentwicklungen von Gewerbearealen können die Strassenräume unmittelbar auf die Bedürfnisse des automatisierten Fahrens bzw. einer entsprechenden Logistik ausgerichtet werden. Die wirtschaftlichen Argumente eines effizienten Güterverkehrs könnten dazu führen, dass die Bedürfnisse der Unternehmen an Erschliessung und Gestaltung gegenüber anderen Ansprüchen an den Strassenraum, etwa durch Fuss- und Veloverkehr, stärker gewichtet werden. Im Bereich Güterlogistik bleibt ungeklärt, wo und wer für die neuen automatisierten Umschlagsplätze zuständig und verantwortlich sein wird.

Die kommerziellen Nutzungen in den Innenstädten bedingen, zu unterschiedlichen Tageszeiten, Anlieferungen für Verkaufsgeschäfte, Express-, Kurier- und Postdienstleistungen sowie eine Versorgung von Hotels und Restaurants. Entsprechend hoch sind das Aufkommen des Güter- und Logistikverkehrs sowie der Bedarf an Güterumschlags- und Haltepunkten.

Zentrumsstrasse

Die Wirkungen in den Wohnquartieren werden wesentlich davon abhängen, welche Geschäftsmodelle sich auf dem «letzten Meter» etablieren werden, etwa mittels Paketstationen, automatisch zugestellten «Paketfachboxen» mit Selbstbedienungsfunktion oder gar Lieferrobotern.

Quartierstrasse

4.6 Wirkungen im Überblick

Abbildung 13 zeigt im Überblick, welche Mobilitätsräume von Veränderungen in den einzelnen Verkehrsarten besonders betroffen sein dürften, ob positiv oder negativ.

	Fliegender Verkehr	Ruhender Verkehr	Kollektiver Verkehr	Fuss- und Veloverkehr	Güterverkehr
Hauptverkehrsstrasse	●	●	●	●	●
Zentrumsstrasse	●	●	●	●	●
Quartierstrasse	●	●	●	●	●
Gewerbegebiet	●	●	●	●	●
Multimodaler Verkehrshub	●	●	●	●	●

Abbildung 13: Betroffenheit der Mobilitätsräume von Veränderungen in den Verkehrsarten

Anhand der Abbildung wird eine räumlich differenzierte Betroffenheit innerhalb der Städte und Agglomerationen erkennbar. Insgesamt am geringsten betroffen sind Hauptverkehrsstrassen und Gewerbegebiete. Diese Mobilitätsräume weisen aufgrund ihrer Funktionen und Nutzungen die tiefste Komplexität auf. In Zentrumsräumen mit ihrer für die Stadtentwicklung bedeutsamen Funktions- und Nutzungsdichte hingegen überlagern sich verschiedene Auswirkungen. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass sich die Funktionsfähigkeit eines städtischen Gesamtverkehrssystems aus dem Zusammenspiel aller Verkehrsträger sowie aller Teilräume ergibt.

Räumliche Differenzierung

Automatisiertes Fahren birgt für die Städte und Agglomerationen potenzielle Chancen aber auch absehbare Risiken und Herausforderungen. Wie anlässlich der Arbeitsgespräche mit der Projektbegleitgruppe ersichtlich wurde, überwiegen bei den Vertreterinnen und Vertretern der beteiligten Städte und Agglomerationen skeptische Einschätzungen zu den möglichen Wirkungen. Aus Sicht der Städte ist die langfristige Wirkung wesentlich davon abhängig, ob es gelingt, die Vorteile des automatisierten Fahrens überwiegend zur Stärkung des kollektiven Verkehrs zu nutzen. Von einer (relativen) Attraktivitätssteigerung des MIV werden hingegen überwiegend negative Folgen erwartet. Besonders kritisch aus Sicht der Städte und Agglomerationen ist eine mögliche Beeinträchtigung des Fuss- und Veloverkehrs und der Gestaltung der öffentlichen Räume. Hier besteht andererseits gleichzeitig auch die grosse Chance, allfällige Effizienzsteigerungen beim motorisierten Verkehr zugunsten des Fuss- und Veloverkehrs zu nutzen.

Wirkungen: Eher skeptisch beurteilt

Die technologischen Entwicklungen und die Beurteilung der möglichen Auswirkungen in den Städten und Agglomerationen sind heute noch mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet. Zudem ist es nicht möglich, die räumlichen Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge isoliert zu betrachten. Denn die zukünftige Entwicklung der städtischen Verkehrssysteme wird neben dem automatisierten Fahren von zahlreichen weiteren verkehrlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst. Ausserdem werden die Städte und Agglomerationen noch jahrzehntelang durch ein Nebeneinander von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden sowie langfristig auch mit nicht automatisierten Fahrzeugen und weiteren Verkehrsteilnehmenden geprägt sein.

Verkehrssystem
mit zahlreichen
Einflussfaktoren

5. Handlungsoptionen

Basierend auf den Arbeiten der Vertiefungsstudien werden im Folgenden Handlungsoptionen aus Sicht von Städten und Agglomerationen formuliert. Bei den Handlungsmöglichkeiten gilt, was auch bei den Wirkungen festgestellt wurde: Der Einsatz automatisierter Fahrzeuge in Städten und Agglomerationen kann nicht isoliert betrachtet werden. Entsprechend sind die Massnahmen in eine verkehrs-, raum- und städteplanerische Gesamtbeurteilung eingebettet. Denn die Herausforderung für die Städte und Agglomerationen ist und bleibt es, in der politischen Gesamtplanung einen siedlungs- und umweltverträglichen Verkehr zu realisieren.

Breit gefasste
Handlungsoptionen

Die Handlungsoptionen zeigen, gegliedert in unterschiedliche Stossrichtungen, auf, wo die Verantwortlichen ansetzen können. Den Städten sollen sie dabei helfen, aus der Breite möglicher Ansatzpunkte ein für sie passendes Massnahmenpaket auszuwählen. Je nach Massnahme kann und muss dies unter Beizug weiterer öffentlicher (Bund, Kantone, Regionen) wie privater Akteure (Mobilitätsdienstleister, Transportunternehmen, örtliches Gewerbe) erfolgen. Je nach Zeitpunkt des Handlungsbedarfs sind die Massnahmen mit einem kurz-, mittel- oder langfristigen Zeithorizont umzusetzen.

Ansatzpunkte für
die Städte und Ag-
glomerationen

Beim Festlegen dieser Zeiträume ist zu beachten, dass viele der dargestellten Wirkungen erst in einem Zustand mit einem hohen Anteil hochautomatisierter Fahrzeuge in vollem Ausmass spürbar werden. Handlungsbedarf ist allerdings früher angezeigt, wenn frühzeitig eine lenkende Wirkung erzielt werden soll.

Frühzeitig lenkende
Wirkung

5.1 Mobilität gesamtheitlich und siedlungsverträglich planen

Städte und Agglomerationen stehen schon heute vor der Herausforderung, ihre Mobilität siedlungs- und umweltverträglich abzuwickeln. Es gilt, sich Gedanken darüber zu machen, wie die automatisierte Mobilität zum gewünschten gesamtverkehrlichen Geschehen beitragen kann. Dazu sind folgende Schritte empfohlen:

- Zielvorstellungen zu Modalsplit, Nutzungen und Gestaltung der Mobilitätsräume formulieren, unter Berücksichtigung möglicher Effekte des automatisierten Fahrens auf die allgemeinen Ziele der nachhaltigen Stadtentwicklung (kurzfristig / Daueraufgabe).
- An diesen Zielen orientierte Mobilitätsstrategien resp. Gesamtverkehrskonzepte erarbeiten bzw. anpassen. Diese sollen insbesondere aufzeigen, wie die (bestehenden) Zielvorstellungen unter Nutzung der automatisierten Mobilität erreicht werden können; wo zweckmässig auch überkommene Strategien und Planungen stärken, beispielsweise in den Agglomerationsprogrammen (kurz-, mittelfristig)
- Mobilitätsnachfrage durch Planung der Nutzungen im Siedlungsgebiet lenken; abgestimmte Siedlungs- und Verkehrsplanung verstärken (kurzfristig, Daueraufgabe)

Zielvorstellungen

Mobilitätsstrategien

Abgestimmte
Planung

- Siedlungsverträgliche und flächeneffiziente Verkehrsmodi wie ÖV, ÖIV und Fuss- und Veloverkehr fördern und priorisieren (kurzfristig, Daueraufgabe) Flächeneffiziente Verkehrsträger
- Stadtinterne, amtsübergreifende Arbeitsgruppe zum automatisierten Fahren einsetzen, um für die vielfältigen Wirkungen im Stadtraum zu sensibilisieren, die (Handlungs-)Kompetenz zu steigern und integrale Lösungen anzustreben (kurzfristig) Stadtinterne Arbeitsgruppe

5.2 Möglichkeiten testen, Erfahrungen austauschen und Wissen erweitern

Viele künftige Chancen und Herausforderungen des automatisierten Fahrens sind aus heutiger Sicht nur schwer voraussehbar oder modellierbar. Mit Testversuchen und Pilotprojekten können Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse zu verkehrlichen wie räumlichen Wirkungen gewonnen werden. Die Ergebnisse werden zwischen den Städten ausgetauscht und der Erkenntnisgewinn gemeinsam genutzt.

- Gemeinsam mit dem Bund eine «Test-Agenda» anstreben, zur Nutzung von Synergien und einer schrittweisen und umfassenden Weiterentwicklung des Wissens; wissenschaftliche Begleitung der Ergebnisse und Akzeptanzstudien (kurzfristig) Test-Agenda
- Rahmenbedingungen, Bewilligungskriterien und Monitoring für Testvorhaben zum Einsatz automatisierter Fahrzeuge definieren (kurzfristig); bei Testvorhaben auch stadträumliche Wirkungen mitberücksichtigen; Pilotprojekte und Testvorhaben in Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen thematisch und räumlich differenziert umsetzen (mittel-, langfristig) Testvorhaben
- Szenarien des automatisierten Fahrens modellieren; Systematik zur Analyse der Auswirkungen anhand von Fallbeispielen weiterentwickeln (kurzfristig) Auswirkungsanalyse
- Neubaugebiete als umfassende bzw. integrale Testlabore nutzen (Parkierung, Markierungen, Güterumschlag etc.) (mittel-, langfristig) Testlabore
- Veranstaltungen zum Erfahrungsaustausch unter den Städten/Agglomerationen durchführen; gemeinsame Vertiefungsarbeiten initiieren; internationale Kontakte verstärken und länderübergreifende Netzwerke zum Austausch nutzen (kurz- und mittelfristig) ERFA-Veranstaltungen

5.3 Bedürfnisse und Anliegen der Städte und Agglomerationen einbringen

Viele Massnahmen werden für Städte und Agglomerationen erst langfristig erforderlich. Bis dahin gilt es, die Entwicklungen des automatisierten Fahrens aktiv zu verfolgen, Wissen und Erfahrungen auszutauschen, die Meinungsbildung zu pflegen und die Bedürfnisse und Anliegen der Siedlungsgebiete gegenüber dem Bund und den Kantonen einzubringen. Entscheide, welche gewünschte Wirkungen des automatisierten Fahrens begünstigen

resp. unerwünschte verhindern, müssen frühzeitig gefällt werden, um grundsätzliche Festlegungen der übergeordneten Instanzen rechtzeitig beeinflussen zu können. Es wird empfohlen folgende Möglichkeiten zu nutzen:

- Plattform, zum Beispiel innerhalb des Städteverbandes, zur Meinungsbildung zum Thema automatisiertes Fahren nutzen oder etablieren, mit der Absicht, Anliegen der Städte und Agglomerationen zu konkretisieren und deren Positionierung zu stärken (kurzfristig, Daueraufgabe) Plattform zur Meinungsbildung
- Technologische und regulatorische Entwicklungen auf internationaler und nationaler Ebene beobachten; mögliche Auswirkungen auf Städte und Agglomerationen abschätzen und Handlungsmöglichkeiten identifizieren (kurzfristig) Monitoring
- Tripartite Gremien nutzen; wichtige regulatorische Entscheidungen vorausschauend diskutieren mit der Absicht, die verantwortlichen Organe für die spezifische Situation der Städte und Agglomerationen zu sensibilisieren (kurzfristig, Daueraufgabe) Sensibilisierung in tripartiten Gremien
- Sich beim Bund für wichtige Regulierungen einsetzen: Proprietäre (Steuerungs-)Systeme rechtzeitig vermeiden; Verkehrsmanagement-relevante Steuerungs- und Lenkungenfunktionen der automatisierten Fahrzeuge müssen den entsprechenden Zentralen der Städte resp. Regionen vorbehalten bleiben; Konzessions- und Bewilligungsverfahren für automatisierte Fahrzeuge und Angebote sind auf die Bedürfnisse der Städte und Agglomerationen auszurichten (kurzfristig, Daueraufgabe) Einflussnahme auf Regulierungen
- Den regelmässigen Austausch zwischen dem Städteverband und der Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) nutzen, um Anliegen auf kantonaler Ebene einzubringen (kurzfristig, Daueraufgabe) Austausch mit Kantonen
- Sich in den eidgenössischen Räten Gehör verschaffen; veranstalten von Sessionsanlässen zum Thema; Lancierung, Monitoring und aktives Begleiten von Vorstössen auf Bundesebene (kurzfristig, Daueraufgabe) Austausch auf nationaler Ebene

5.4 Diskurs pflegen und Sensibilisierung erhöhen

Die Städte bringen sich aktiv in den öffentlichen Diskurs ein, nach aussen wie nach innen. Sie führen den Dialog innerhalb der Stadtgesellschaft und kommunizieren ihre Positionen gegenüber anderen Akteuren. Dabei soll die Öffentlichkeit mit objektiven Informationen zu realen Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens bedient werden. Dazu sollen geeignete Instrumente genutzt werden wie:

- Bestehende Publikationsplattformen nutzen; regelmässig über stadt-relevanten Aspekten des automatisierten Fahrens informieren; Mehrwert und Chancen der Technologie kommunizieren (kurzfristig, Daueraufgabe) Publikationsplattformen
- Öffentlichkeitsanlässe zum Thema durchführen (kurzfristig, Daueraufgabe) Öffentlichkeitsanlässe
- Partizipative Planungsprozesse pflegen; Themen des automatisierten Fahrens einbringen, Bedürfnisse und Erwartungen abholen, Umsetzungsmöglichkeiten prüfen (kurzfristig, Daueraufgabe) Partizipative Planungsprozesse

5.5 Mehrverkehr begrenzen

Durch die neuen Mobilitätsangebote mit automatisierten Fahrzeugen sowie der Möglichkeit von Leerfahrten wird Mehrverkehr induziert. Mit geeigneten Massnahmen kann der Zuwachs reduziert und räumlich besser gelenkt werden. Als mögliche Massnahmen werden empfohlen:

- Fahrzeugbesetzungsgrad erhöhen; Ridesharing und ÖIV-Angebote fördern; Ridesharing räumlich differenziert priorisieren (kurzfristig, Daueraufgabe) Fahrzeugbesetzungsgrad
- Leerfahrten abhängig von Geschäftsmodellen räumlich und zeitlich differenziert zulassen, wenn damit die Mobilitätsziele besser erreicht werden, oder allenfalls in gewissen Teilräumen verbieten (mittel-, langfristig) Leerfahrten
- Information und Beratung zu Mobilitätsangeboten verstärken; Bewusstseinsbildung; Initiierung und Verbreitung von Best Practice; Mobilitätsmanagement in der städtischen Verwaltung einführen bzw. verstärken (Daueraufgabe) Mobilitätsmanagement
- Mobility Pricing entsprechend der Netzbelastung und des Besetzungsgrads zusammen mit dem Bund prüfen (mittel- bis langfristig) Mobility Pricing

5.6 Kollektive Transportangebote stärken

Als flächeneffizienteste Form gilt es den Kollektivverkehr (ÖV und ÖIV) weiterhin attraktiv, kostengünstig und effizient auszugestalten und den Modalsplit zugunsten der nachhaltigen Mobilitätsformen mit neuen Angeboten weiter zu verbessern.

- Nach Bedarf Eigentrosses für flächeneffiziente Angebote des klassischen öffentlichen Verkehrs priorisieren bzw. ausbauen (kurz- und mittelfristig) Eigentrosses
- Chancen der Automatisierung zur Bündelung (Erhöhung des Besetzungsgrades), Angebotsverdichtung und -flexibilisierung sowie Preissenkung nutzen (mittel- bis langfristig) Chancen der Automatisierung
- Möglichkeiten und Funktion des ÖIV als ergänzendes Element im Stadtverkehr gemeinsam mit den Transportunternehmen diskutieren (kurz-, mittelfristig) Funktion ÖIV
- Kollektivverkehr mit individuellen automatisierten Fahrzeugangeboten und Veloverkehr verknüpfen und als MaaS (mobility as a service) System denken (mittel-, langfristig) Mobility as a service

5.7 Verkehrsströme intelligent lenken und steuern

Mit einer hohen Durchdringung von automatisierten Fahrzeugen und einer ausgebauten Vernetzung lässt sich der Gesamtverkehr intelligenter lenken und steuern. Nachfragespitzen können so räumlich und zeitlich besser beeinflusst werden.

- Knoten dank kürzeren Fahrzeugabständen effizienter und adaptiv steuern (mittel- bis langfristig) Steuerung Knoten
- Beim Eintritt in kapazitätskritische Netzbereiche gezielt dosieren und priorisieren (mittel- bis langfristig) Dosierung

- Routing normativ zugunsten einer Optimierung des Gesamtsystems (adaptiv) einsetzen; kollektiven Nutzen höher gewichten als individuellen Nutzen (mittel- bis langfristig) Routing
- Datenstrategien erarbeiten; Know-how im Umgang mit Daten stärken; städtische Perspektive in die schweizerische Datenpolitik einbringen; die von automatisierten Fahrzeugen gesammelten Daten zum Verkehrsgeschehen öffentlich zugänglich machen (kurz-, mittelfristig) Datenstrategien

5.8 Öffentliche und private Flächennutzung optimieren

Einerseits wird der Bedarf an privaten und öffentlichen Parkplätzen dank durch die Automatisierung geförderten Car-Sharing/-Pooling und sonstigen neuen kollektiven ÖIV-Angeboten reduziert. Andererseits braucht es für diese Angebote neue Haltezonen und Umschlagsflächen für das Ein- und Aussteigen von Personen und Be- und Entladen von Gütern.

- Parkierungsreglemente resp. -verordnungen vorausschauend anpassen; Parkplatzerstellungspflicht überprüfen; Parkplatzobergrenzen reduzieren; Umnutzung freiwerdender privater Parkieranlagen durch geeignete Instrumente unterstützen; multifunktionale bzw. unnutzbare Parkplätze vorsehen (kurz- und mittelfristig, langfristig lenkend) Parkierungsreglemente
- Gesamtparkierungs-, Halte- und Güterumschlagskonzepte ausarbeiten; bei weiterbestehendem Bedarf Verschiebung strassenseitiger öffentlicher Parkplätze zu Quartier-Parkieranlagen (mittel- bis langfristig) Gesamtkonzepte
- «Curbside-Management»: Nutzungsrechte (räumlich und zeitlich) des Strassenrandes definieren und reglementieren; den Strassenraum so gestalten, dass er in seinen Nutzungen lesbar ist; freiwerdende Flächen insbesondere entlang der Strassen für die Förderung von Fuss- und Veloverkehr oder die Aufwertung des öffentlichen Raums nutzen (mittel- bis langfristig) Flächennutzung

5.9 Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden gewährleisten

Die Automatisierung im Verkehr wird insbesondere auch mit dem Argument der Verkehrssicherheit begründet. Langfristig dürfte mit hoher Durchdringung von hochautomatisierten Fahrzeugen die Verkehrssicherheit deutlich verbessert werden. Insbesondere in der voraussichtlich jahrzehntelangen Übergangszeit mit L3- und L4-Fahrzeugen im Mischverkehr wird die Verkehrssicherheit vorübergehend aber auch abnehmen (FVS 2018). Dieser Entwicklung ist mit geeigneten Massnahmen zu begegnen.

- Optimierung zwischen Mischverkehrsflächen und räumlicher Segmentierung zum Trennen der Verkehrsarten prüfen, unter Beachtung der Typologie der Strassen (mittelfristig) Optimierung Mischverkehrsflächen
- Räumlich differenzierte Geschwindigkeitslimiten festlegen mit Tendenz zu tieferen Maximalgeschwindigkeiten in Siedlungsgebieten (mittelfristig) Geschwindigkeitslimiten
- Sperrzonen in Stadtteilen mit hohen Fuss- und Veloverkehrsströmen für automatisierte Fahrzeuge prüfen, solange eine bedeutende Anzahl an konventionellen Fahrzeugen sowie L3- und L4-Fahrzeuge zugelassen sind (mittelfristig) Sperrzonen

- Insbesondere bei längerfristig hoch technisierten Verkehrsmanagementsystemen System-Rückfallebenen prüfen und bei Bedarf definieren (mittel- bis langfristig) Rückfallebenen

5.10 City-Logistik siedlungsverträglich mitgestalten

Die Städte und Agglomerationen unterstützen privatwirtschaftliche Bemühungen für effiziente Warenlieferungskonzepte im Siedlungsraum unter Berücksichtigung ihrer Rahmenbedingungen und Zielvorstellungen.

- Geeignete Flächen für den automatisierten (sowie teil- oder nichtautomatisierten) Güterumschlag festlegen (kurzfristig / Daueraufgabe) Güterumschlagsflächen
- Bei Arealentwicklungen Betriebskonzepte bezüglich Ver- und Entsorgung oder Güterumschlag auf mögliche Einflüsse automatisierter Fahrzeuge prüfen (mittelfristig) Betriebskonzepte
- Vorgaben zur Feinverteilung durch automatisierte Lieferfahrzeuge (räumlich und zeitliche Festlegungen der Benutzung öffentlicher Strassenflächen) prüfen; Sammelabholstellen priorisieren; Möglichkeiten zur Bündelung von Türzustellungen prüfen; Austausch oder Kooperationen mit Dritten pflegen, die Lösungen auf dem «letzten Meter» entwickeln (kurzfristig / Daueraufgabe) Feinverteilung

6. Auswirkungen auf die grossräumige Siedlungsstruktur

6.1 Annahmen und Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie

Zusätzlich zu den in Kapitel 2.3.3 beschriebenen Entwicklungspfaden für den MIV (Personenverkehr und Güterverkehr) und den strassengebundenen ÖV (Personenverkehr) wird für die Beurteilung der raumstrukturellen Auswirkungen zusätzlich der schienengebundenen ÖV (Personenverkehr) berücksichtigt. Dabei wird nur auf einen Zustand der Vollautomatisierung eingegangen (Zustand 5).

Fokussierung auf
Zustand 5

Zustand 5 zeigt eine Entwicklung ohne regulative Eingriffe (Kap. 2.3.1). In Zustand 5 ist das vollautomatisierte Fahren überall und jederzeit erlaubt – also auch mit vollautomatisierten Fahrzeugen (L5), bei denen kein Führerausweis notwendig ist und auch Leerfahrten möglich sind. Der grösste Teil der Fahrzeuge ist mindestens limitiert vollautomatisiert (L4) und über die Hälfte der Bestandsfahrzeuge verfügt bereits über vollautomatisierte Technologien (L5). Ältere Modelle, die noch verkehren, sind von untergeordneter Bedeutung. Im strassengebundenen ÖV gehört der adaptive ÖV netzweit zum Regelbetrieb. Dabei sind oftmals noch Haltestellen vorhanden, diese müssen aber nicht weiter die massgebenden Fixpunkte im System sein. Der schienengebundene ÖV ist technisch so ausgestaltet, dass automatisiertes Fahren ohne Lokführer (L4) möglich ist. Zudem sind nur noch Fahrzeuge ab L3 (Fahrzeuge mit Begleitperson, aber ohne Lokführer) zugelassen.

Beschreibung
Zustand 5

6.2 Raumtypen

Um die grossräumigen Effekte von automatisiertem Fahren zu erkennen, wird die unterschiedliche Betroffenheit in drei Raumtypen betrachtet:

Drei Raumtypen

- Städtischer Kernraum (Stadt): Kernstädte und Kerngemeinden der Agglomerationen mit hoher Einwohner- und Arbeitsplatzdichte
- Einflussgebiet städtischer Kerne (Agglomeration): Agglomerationen weisen ein bestimmtes Mass an Pendlerbewegungen mit dem städtischen Kernraum auf.
- Gebiete ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne (Land): Das Land ist durch niedrige Dichten und geringe Pendlerbewegungen in Richtung des städtischen Kernraums charakterisiert.

6.3 Verkehrliche Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge und ihre Wirkungen in den Raumtypen

Analog zur Betrachtung innerhalb des Siedlungsraumes (siehe Kapitel 3) werden nachstehend die siedlungsstrukturell relevanten verkehrlichen Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeugen aufgezeigt. Basis hierzu bilden die Erkenntnisse aus der Grundlagenstudie sowie den weiteren Vertiefungsstudien. Die Effekte werden im Hinblick auf ihre möglichen Wirkungen räumlich differenziert.

6.3.1 Fahrleistung und Kapazitäten

Die Fahrleistung wird in Anzahl Fahrzeugkilometern gemessen: Diese nimmt bis Zustand 5 bei individuellen Fahrzeugen markant zu, weil neue Nutzergruppen erschlossen werden und die Fahrzeit anderweitig, bspw. zum Arbeiten, genutzt werden kann. Im Güterverkehr nimmt die Anzahl Fahrten mit kleineren Fahrzeugen ebenfalls zu, jedoch nur geringfügig. Im konventionellen öffentlichen Verkehr auf Strasse und Schiene bleibt hingegen die Fahrleistung mehr oder weniger konstant.

Fahrleistung

Mit Kapazität der Strecke wird die maximale Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit in einem Strassenquerschnitt gemessen. Die Kapazität nimmt auf Hochleistungsstrassen im Übergang zu Zustand 5 zu. Dies trotz konstanter zugelassener Höchstgeschwindigkeit, v.a. weil sich die gefahrenen Geschwindigkeiten harmonisieren und der durchschnittliche Fahrzeugabstand leicht abnimmt. Die Stabilität des Verkehrsflusses nimmt zu. Die Streuung der Kapazität wird mit zunehmender Anzahl automatisierter Fahrzeuge geringer. Die Kapazitätseffekte können eventuell helfen, vereinzelt Infrastrukturausbauten nicht oder später notwendig werden zu lassen.

Kapazitäten

Veränderungen bezüglich Fahrleistung und Kapazitäten sind zur Beurteilung der grossräumigen Effekte gegeneinander abzuwägen. Meyer et al. (2016) haben hierzu den Einfluss automatisierter Fahrzeuge auf die Erreichbarkeit der Schweizer Gemeinden untersucht.

Zusammenspiel von Fahrleistung und Kapazitäten

Obwohl in der Stadt die grösste Erhöhung der Fahrleistung zu erwarten ist, besteht die geringste Möglichkeit zur Erweiterung der Kapazitäten. Entsprechend wird erwartet, dass die Fahrleistung grösser ausfallen als die Kapazitäten, was zu einer schlechteren Erreichbarkeit führen kann. Die Veränderung der Attraktivität des Raumtyps Stadt hängt wesentlich davon ab, ob oder wie die Fahrtzeit genutzt wird. In der Agglomeration ist zu erwarten, dass Fahrleistungen und Kapazitäten ungefähr gleichmässig ansteigen. Der zusätzlich anfallende Verkehr sollte also, je nach Grösse und Erschliessung der Agglomeration, durch die erhöhten Kapazitäten ohne Erreichbarkeitsverluste abgedeckt werden können. Entsprechend ist in Agglomerationen mit einer leicht verbesserten Attraktivität zu rechnen. Der grösste positive Einfluss ist in ländlichen Räumen zu erwarten. Durch eine Reduktion von Stau auf Hauptstrassen und Autobahnen reduziert sich in diesen Räumen die Reisezeit aufgrund des Kapazitätsgewinns besonders stark (Meyer et al., 2016).

Räumlich differenzierte Wirkungen

6.3.2 Angebote im kollektiven Verkehr

Obwohl die Automatisierung den kollektiven Verkehr verändern wird, stellt der konventionelle ÖV (Züge, Trams, Busse) jedoch auch künftig das flächeneffizienteste Verkehrsmittel dar. Aufgrund seiner Kapazitätsvorteile bildet er auch weiterhin das Grundgerüst des ÖV-Systems in und zwischen Städten und Agglomerationen. Es ist zu erwarten, dass die grossen Pendlerströme auch künftig über die Schiene verkehren werden, weil die Möglichkeit zur korridorspezifischen Bündelung sehr starker Personenströme besteht.

Konventioneller ÖV bleibt Rückgrat

Neue Angebotsformen im öffentlichen Individualverkehr (ÖIV) werden das Angebot aber ergänzen. Sie sind aus Kundensicht attraktiv, weil sie eine Alternative zum eigenen Fahrzeug darstellen. Zudem resultieren für den Fahrgast gegenüber dem Privatverkehr nur geringe oder gar keine Fahrzeitveränderungen und geringe Komforteinbussen. Das Potenzial für eine veränderte Verkehrsmittelwahl wird jedoch nicht in allen Räumen als gleich hoch eingestuft. Es wird erwartet, dass kollektive und individuelle Transportangebote insbesondere in nachfrageschwachen Räumen und Zeiten die grössten Preisgewinne erfahren. Sie werden zusammen mit Bussen die tiefsten Preise pro Passagierkilometer anbieten können.

Neue Angebote im ÖIV

Rationalisierungsgewinne durch den Wegfall des Fahrers ermöglichen Ausweitungen von Angeboten oder Preissenkungen. Im städtischen und suburbanen Nahverkehr können zudem adaptive Angebote Verbesserungen in Tangentialverbindungen oder in der Quartierserschliessung bringen. Dabei wird davon ausgegangen, dass sowohl kollektive als auch private automatisierte Fahrzeuge im Einsatz sein werden (EBP 2018).

Städtische und suburbane Räume

Die Vorteile von automatisiertem Fahren auf dem Land sind insbesondere in der Flexibilisierung der Angebote zu finden. Jedoch ist damit zu rechnen, dass weniger automatisierte Fahrzeuge verkehren als in der Stadt oder Agglomeration. Das Nachfragepotenzial sinkt, je disperser die Raumstruktur ist (EBP 2018): Neue Angebote in ländlichen Gebieten sind daher eher als Nischenprodukte einzustufen. Dabei spielen individuelle autonome Privatfahrzeuge eine wichtigere Rolle als kollektive Fahrzeuge (EBP 2018). Automatisiertes Fahren auf dem Land bringt zudem den Nachteil, dass aufgrund der geringen Nachfrage ein sehr hoher Leerfahrtenanteil entsteht. Hinsichtlich Schienenverkehr ist zu erwarten, dass Fahrten in und aus dem ländlichen Raum weiter abnehmen werden – dies v.a. aufgrund der fehlenden Konkurrenzfähigkeit in den Preisen.

Ländliche Räume

6.3.3 Formen des Güterverkehrs und-umschlags

Im Güterverkehr ist aufgrund der Automatisierung des Verkehrs eine veränderte Nutzung von Strassen- und Schieneninfrastrukturen zu erwarten. Einerseits wird der Trend zu kleineren Sendungsgrössen verstärkt. Dies geht einher mit dem veränderten Einkaufsverhalten (online-Handel). Während sich der zur Versorgung mit Gütern generierte Personenverkehr reduzieren wird, wird der entsprechende Güterverkehr zunehmen (EBP 2018). In der Folge ist mit Mehrverkehr zu rechnen. So fahren vermehrt Lieferwagen anstelle von Lastwagen. Andererseits ermöglicht automatisiertes Fahren, dass

Neue Formen des Güterverkehrs- und umschlags

Lastwagen im Konvoi mit sehr geringem Abstand (Platooning) effizienter grössere Strecken befahren. Dies erhöht die Kapazität des Strassennetzes und reduziert den Treibstoffverbrauch sowie die Umweltbelastungen.

Die Automatisierung im Güterverkehr und entsprechend im Güterumschlag bringt in dicht besiedelten Gebieten der Städte und Agglomerationen Bündelungsmöglichkeiten und Effizienzgewinne: Immer kleiner werdende Sendungen können automatisiert in dicht besiedelten Stadt- und Agglomerationszentren über zentrale oder dezentrale Abholeinrichtungen verteilt werden. Aber auch auf dem Land bestehen Vorteile darin, dass periphere Gebiete gegenüber heute dank automatisierter Auslieferung einfacher und günstiger bedient werden können.

Räumlich differenzierte Wirkungen

6.3.4 Parkraumbedarf

Die Relevanz von Parkierungsmöglichkeiten nimmt insbesondere in Zustand 5 ab, sofern Sharing zulasten des individuellen Autobesitzes deutlich zunimmt. Parkieren ist mit vollautomatisierten Fahrzeugen zudem nicht länger standortgebunden; nachdem man sein Ziel erreicht hat, fährt das vollautomatische Fahrzeug weiter.

Parkraumbedarf

Ein veränderter bzw. reduzierter Parkraumbedarf wirkt sich insbesondere in Stadt- und Quartierzentren aus. Die Reisezeit wird sich dadurch verkürzen, da keine Zeit mehr für die Suche nach Parkplätzen verloren geht. Entsprechend ergibt sich ein Erreichbarkeitsgewinn, was die Attraktivität zum Pendeln in zentrale Räume erhöhen kann.

Räumlich differenzierte Wirkungen

Ein weiterer Faktor ist jener der Attraktivität des Ziel-Raums. Dazu ist eine Einschätzung schwierig: So kann eine Steigerung der Attraktivität von Stadt-, Quartier- und Agglomerationszentren erfolgen, weil weniger Autos am Strassenrand parkiert sind und die entsprechenden Flächen stadtgerechter genutzt werden können. Hingegen können die immer kursierenden automatisierten Fahrzeuge auch dazu führen, dass die Attraktivität des Stadtraums negativ beeinflusst wird.

6.4 Fazit

Automatisiertes Fahren bringt verschiedene Effekte, die in den Raumtypen differenzierte Wirkungen entfalten können. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich merkliche siedlungsstrukturelle Effekte erst einstellen, wenn sowohl der kollektive Verkehr (ÖV, ÖIV) als auch der MIV die Automatisierung in hohem Masse nutzen. Die Raumstruktur dürfte dabei insbesondere durch die Erreichbarkeitsveränderungen im MIV massgeblich verändert werden. Dabei dürften die ländlichen Räume am meisten profitieren: Kapazitätssteigerungen ermöglichen substanzielle Erreichbarkeitsgewinne. Diese steigern die Attraktivität als Wohnstandort, da die Arbeitsplatzzentren besser erreichbar werden. Zudem wird die Nutzung der Reisezeit die Attraktivität zum Pendeln in zentrale Räume weiter erhöhen. Hinzu kommt, dass gerade in ländlichen Räumen mit reduzierten ÖV-Angeboten zusätzliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder oder ältere Menschen ihre Mobilität verbessern werden können. In die andere Richtung können ländliche Räume auch ihre Attraktivität als Freizeit- und Erholungsstandorte verbessern. Auch hier spielt das

Ländlicher Raum gewinnt an Attraktivität

Argument der grössten Erreichbarkeitsgewinne die wichtigste Rolle: Freizeiträume auf dem Land rücken zeitlich näher. Zuletzt kann sich dank Online-Shopping und der automatisierten Zustellung von Einkäufen ein weiterer Standortnachteil peripherer Räume abschwächen.

In Städten und Agglomerationen muss hingegen mit geringeren oder gar negativen Erreichbarkeitsgewinnen gerechnet werden. Dies, weil aufgrund des erwarteten Mehrverkehrs sowie der beschränkten Kapazitäten Überlastungen zunehmen könnten. Der konventionelle ÖV (Züge, Trams, Busse) stellt auch künftig das flächeneffizienteste Verkehrsmittel dar und bildet darum weiterhin das Grundgerüst des ÖV-Systems in und zwischen Städten und Agglomerationen. Um beurteilen zu können, ob in Städten und Agglomerationen durch automatisiertes Fahren Mehrverkehr entstehen wird, spielen die Faktoren «Nutzung der Fahrzeit» und «zeitliche Fixpunkte» eine wichtige Rolle: Wird die Fahrzeit genutzt, und muss die Ankunft nicht zu einer präzisen Zeit erfolgen, können dies negativen Erreichbarkeitsgewinne relativiert werden. Ein erwarteter Mehrverkehr und dicht fahrende Fahrzeuge bergen zudem die Gefahr in sich, dass die Wohn- und Aufenthaltsqualität in städtischen Räumen reduziert werden.

Erwarteter Mehrverkehr in Städten und Agglomerationen

Aufgrund der relativen Attraktivitätsverschiebung kann im ländlichen Raum mit einer anhaltenden bzw. noch verstärkten Tendenz zur Zersiedlung gerechnet werden. Der konventionelle ÖV als Rückgrat der Siedlungsentwicklung könnte an Bedeutung verlieren, eine disperse Entwicklung in die Fläche zunehmen. Gelauff et al. (2017) nennen jedoch auf Basis einer Modellsimulation für Holland auch einen gegenteiligen Effekt der Automatisierung. Sie konstatieren, dass Effizienzgewinne im ÖV und neue Angebotsformen die Attraktivität städtischer Räume erhöhen und bestehende Urbanisierungstendenzen weiter verstärken können. Für die raumstrukturellen Wirkungen wird das Zusammenspiel bzw. die Konkurrenz zwischen MIV und kollektivem Verkehr bedeutsam sein. Wesentlich ist dabei, wie sich die wirtschaftliche bzw. preisliche Konkurrenzsituation zwischen automatisierten Fahrzeugen und dem kollektiven Verkehr entwickeln und damit den Modalsplit auf bestimmten Relationen beeinflussen wird.

Relative Attraktivitätsverschiebungen

Die räumlichen Wirkungen werden sich jedoch nicht an einem einfachen Stadt-Land Gegensatz festmachen lassen. So hat die Analyse der möglichen Effekte innerhalb des Siedlungsraumes gezeigt, dass die Wirkungen in Städten und Agglomerationen je nach räumlichem Kontext sehr unterschiedlich ausfallen können (Kap. 4.6). Innerhalb des ländlichen Raumes erwarten Meyer et al. (2016) den grössten positiven Einfluss automatisierter Fahrzeuge auf die Erreichbarkeit von gut erschlossenen ländlichen Gemeinden. Abgelegene, alpine Gebiete würden hingegen kaum beeinflusst.

Räumlich differenzierte Betrachtung notwendig

Die Wirkungen des automatisierten Fahrens im Raum sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Aktuelle Studien arbeiten zwangsläufig mit Annahmen und Vereinfachungen. Die Effekte des automatisierten Fahrens sind im komplexen räumlichen Zusammenspiel nicht zu isolieren. Der Prozess der Standortwahl von Personen und Unternehmen ist komplex und wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Entsprechend wird die automatisierte Mo-

Räumliche Wirkungen als komplexes Zusammenspiel

bilität alleine das Verhältnis der Räume kaum grundlegend verändern. Andere Entwicklungen, wie demographische Veränderungen, Digitalisierung und veränderte Wertschöpfungsketten oder klimabedingte Einflüsse, werden die raumstrukturelle Entwicklung mindestens so stark mitprägen.

Inwieweit sich Attraktivitätsverschiebungen zwischen den Räumen aufgrund des automatisierten Fahrens in der Raumstruktur niederschlagen, wird massgeblich vom regulatorischen Umgang mit dem automatisierten Fahren sowie der verkehrs- und raumplanerischen Steuerung abhängen. Mit der Revision des Raumplanungsgesetzes (RPG 1) und der Umsetzung in den kantonalen Richtplänen wollen Bund und Kantone die vorhandenen Siedlungsflächen besser nutzen und die weitere Siedlungsentwicklung nach innen lenken. Damit soll auch die Rolle des Verkehrs als «heimlicher Raumplaner» eingeschränkt werden.

Verkehrs- und
raumplanerische
Steuerung

Wie in den Städten und Agglomerationen wird es auch auf Bundes- und Kantonebene wie bis anhin darum gehen, die Mobilität raum- und umweltverträglich zu gestalten. Dazu bedarf es einer abgestimmten Raum- und Verkehrsplanung, welche die möglichen Wirkungen des automatisierten Fahrens berücksichtigt. Hier bietet das automatisierte Fahren die Chancen, Mobilitätsketten zu optimieren, die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel und -träger zu verbessern und eine kombinierte Mobilität zu stärken.

Möglichkeiten einer
kombinierten
Mobilität

A1 Automatisierungsgrade im Strassenverkehr

L°	Bezeichnung	Beispiele	Fahrer				System		
			Längs- und Querführung (LäF und QuF)	Überwachung	Übernahme-Bereitschaft	Führer-ausweis	Längs- und Querführung	Erkennen aller Systemgrenzen	RminZ ⁵
0	100% konventionelles Fahren	Konvention. Fahrzeug mit Spurhalte- und Kollisionswarnung	immer	Dauerhaft überwachen	Jederzeit	Ja, in heutiger Form	Keine	Erkennen aller Systemgrenzen nicht gegeben	Erreichen RminZ nicht gegeben
1	Assistenzsysteme	Bremsassistent, Parkassistent (nur Querführung), Spurhalteassistent, Spurwechselassistent, Abstandsregeltempomat Lane Centering	Auf Wunsch LäF <u>oder</u> QuF an System abgeben, temporär und in spezifischen Situationen				LäF <u>oder</u> QuF auf Wunsch Fahrer temporär spezif. Situation		
2	Teilautomatisiert	Abstandsregeltempomat mit Lane Centering, Autobahnassistent	Auf Wunsch LäF <u>und</u> QuF an System abgeben, temporär und in spezifischen Situation				LäF <u>und</u> QuF auf Wunsch Fahrer jederzeit		
3	Hochautomatisiert	Autobahn-Chauffeur		nicht dauernd überwachen	Aufforderung mit ausreichender Zeitreserve	Ja, aber ggf. in angepasster Form	Vollständig in definierten Anwendungsfällen	Erkennen aller Systemgrenzen gegeben	Nicht in allen Sit. gegeben
4	limitiert vollautomatisiert	Autobahn-Pilot, automatischer Nothalt, Park-Pilot	LäF <u>und</u> QuF grundsätzlich an System abgeben, vollständig, in def. Anwendungsfällen	nicht überwachen					In allen Sit. der Anw-Fälle gegeben
5	Überall, jederzeit vollautomatisiert	Roboterauto	LäF <u>und</u> QuF grundsätzlich an System abgeben, vollständig und für alle Situationen		Niemals	Nein, nicht notwendig	Vollständig für alle Situationen		In allen Sit. gegeben

Automatisierungsgrade: abnehmende Fahrerverantwortung (blau) und zunehmende Funktionen des Systems (rot). Die aufgeführten Beispiele Autobahn-«Assistent» (L2), Autobahn-«Chauffeur» (L3) und Autobahn-«Pilot» (L4) sollen eine zunehmende Automatisierung bzw. zunehmende Steuerung durch «das System» auf der Autobahn verbildlichen.

5 RMinZ: Fähigkeit des Erreichens eines risikominimalen Zustandes, in Anlehnung an die Regeln aus der Ethik-Kommission des BMVI: «In Notsituationen muss das Fahrzeug autonom, d.h. ohne menschlicher Unterstützung, in einen «sicheren Zustand» gelangen.» (BMVI, 2017, S. 13)

A2 Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge auf das Verkehrssystem

Effekte des automatisierten Fahrens auf das Verkehrssystem		Beschreibung des verkehrlichen Effektes	
	Zustand 3	Zustand 4	Zustand 5
Verkehrsrücken Fahrlistung gemessen in Anzahl Fahrzeugkilometer und <i>beeinflusst durch:</i> Bedeutung des SVV (Verkehrsmittelwahl), Nutzung der Reisezeit, Anteile Carsharing/Ridesharing, Bedeutung Leerfahrten, neue Nutzergruppen.	Zunahme Fahrlistung im MIV um ca. 10% gegenüber Zustand 1. Reisezeitkosten reduziert (Gewinne teilweise reinvestiert in zusätzliche Reisezeiten). SVV-Anteil zunehmend: ca. 10% von der Fahrlistung des Zustandes 4 (Teil der Nachfrage stammt aus Nachfrage MIV und Teil aus Nachfrage ÖV). Güterverkehr: Trend zu mehr Fahrten mit kleineren Fahrzeugen leicht zunehmend.	Zunahme Fahrlistung im MIV um ca. 40% gegenüber Zustand 1. Reisezeitkosten reduziert (Gewinne teilweise reinvestiert in zusätzliche Reisezeiten). SVV-Anteil zunehmend: ca. 10% von der Fahrlistung des Zustandes 4 (Teil der Nachfrage stammt aus Nachfrage MIV und Teil aus Nachfrage ÖV). Güterverkehr: Trend zu mehr Fahrten mit kleineren Fahrzeugen stärker zunehmend.	Zunahme Fahrlistung im MIV um ca. 70% gegenüber Zustand 1. Reisezeitkosten reduziert (Gewinne teilweise reinvestiert in zusätzliche Reisezeiten). SVV-Anteil weiter zunehmend: ca. 15% von der Fahrlistung des Zustandes 5 (Teil der Nachfrage stammt aus Nachfrage MIV und Teil aus Nachfrage ÖV). Güterverkehr: Trend zu mehr Fahrten mit kleineren Fahrzeugen stärker zunehmend.
Parkraum Parkraumbedarf gemessen in Anzahl Parkköder (privat, öffentlich) und <i>beeinflusst durch:</i> Bedeutung SVV (Verkehrsmittelwahl), Nutzung der Reisezeit, neue Nutzergruppen, Anteile Carsharing/Ridesharing, Bedeutung Leerfahrten.	Leichte Zunahme des Parkraum Bedarfs (analog zur Fahrlistung).	Leichte Zunahme des Parkraum Bedarfs gegenüber Zustand 3 (SVV-Angebot dämpft Nachfragezunahme aus Fahrlistungszunahme).	Abnahme des Parkraum Bedarfs gegenüber Zustand 4, weil SVV an Einfluss gewinnt.
Verkehrseffekte auf der Strecke Kapazität gemessen in maximale Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit (in e-niem Querschnitt) und <i>beeinflusst durch:</i> Fahrzeugabstand, Geschwindigkeit, Verkehrsfluss.	Auf HLS ca. 10% Kapazitätswirkung. Einheitlicheren Geschwindigkeitsverhalten.	Auf HLS ca. 15-20% Kapazitätswirkung. Einheitlicheren Geschwindigkeitsverhalten.	Auf HLS ca. >25% Kapazitätswirkung. Einheitlicheren Geschwindigkeitsverhalten. Leichte Abnahme des durchschnittlichen Fahrzeugabstandes.
Betrieb des Knotens Kapazität gemessen in der maximalen Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit, die den Knoten queren können und <i>beeinflusst durch:</i> Mittlerer Zeitbedarf vom einzelnen Fahrzeug zur Querung des Knotens, Räumgeschwindigkeit, Betriebsoptimierung des Knotens.	Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen.	Geringe Kapazitätswirkungen im Bereich von ca. 10%.	Mittlere Kapazitätswirkungen im Bereich von ca. 20%.
Angebote autom. ÖV (Rufbus, SVV) Einfluss der Typen von ÖV-Angebot auf den Infrastruktur-/Platzbedarf <i>beeinflusst durch:</i> Angebotsgestaltung (SVV, Linienbetrieb, etc.), Haltekonzepte, Flottengrösse, Linien, Streckengebundenheit, Priorisierung.	Keine Änderung gegenüber heute: Nachfrageorientierte Fahrdienste mit adaptiver und optimaler Bündelung von Fahrtwünschen. Klassischer Linienbetrieb weiterhin vorhanden. Haltestellen weiterhin vorhanden.	Mit Entstehung SVV (Konkurrenz zu klassischem ÖV), Bedarf nach zusätzlichen Haltebereiche. Zusätzliche Fahrzeuge (Kleinbusse) für neues Angebot benötigt. Priorisierung vom ÖV mit Busspuren, um Attraktivität zu gewährleisten und Bündelung zu fördern (zur Effizienzsteigerung des Verkehrssystems).	Mit Etablierung des adaptiven ÖV (z.B. SVV), Bedarf nach zusätzlichen Haltebereiche. Zusätzliche Fahrzeuge (Kleinbusse) für neues Angebot benötigt. Priorisierung vom ÖV mit Busspuren, um Attraktivität zu gewährleisten und Bündelung zu fördern (zur Effizienzsteigerung des Verkehrssystems). Train nur auf isolierten Strecken benötigt, mehr Platz. Güterverkehrs-Fahrzeuge ohne Fahrer möglich, hat zur Folge, dass für Warenumschlag klar definierte Umschlagflächen benötigt werden. Tendenziell wird mehr Fläche als in Zustand 4 benötigt.
Formen des Güterverkehrs /umschlags Einfluss der Formen von Güterverkehr /umschlag auf den Haltestellen- /Abblätkflächenbedarf <i>beeinflusst durch:</i> Benennung des Fahrzeugs, Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen.	Nur Güterverkehrs-Fahrzeuge mit Fahrer (oder Begleitperson) möglich, bzgl. Bedarf an zusätzlichen Umschlagflächen keine bedeutende Veränderung.	Da Fahrer immer noch anwesend sein muss, ist hier noch keine relevante Veränderung festzustellen. Allgemeiner Trend zu kleineren und häufigeren Sendungen führt zu einer Verkehrszunahme.	Vollständig automatisierte Personewagen ermöglichen das "fahrerlose Abhollassen" von Waren. Kann zu Verkehrszunahme führen, ebenso allenfalls zu mehr Bedarf an Parkplätzen bei Ladengeschäften oder Logistik- /Produktionsbetrieben.

A3 Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Hauptverkehrsstrasse

Nr.	Thema	Ist-Zustand	Veränderung
1	Parkraum	Keine Parkplätze entlang Hauptstrasse, Parkplätze entlang den Querstrassen, direkte Zugänge zu Parkierungsanlagen unterirdisch oder oberirdisch	keine Veränderung
2	Fahrsuren	Vierspurig, teilweise separate ÖV-Spuren (Tram oder Bus), teilweise keine oder nur einseitige Gehsteige, oftmals keine separate Velospur	Designierte Grossfahrzeugspuren (LKW, Feuerwehr, etc.) werden erforderlich.
3	Fahrsurbreite	Normale Spurbreiten	Abseits von designierten Grossfahrzeugspuren können Fahrsurbreiten reduziert werden, weil L4 und L5 Fahrzeuge tendenziell kleiner sein werden und dank Automatisierung präziser fahren.
4	Signalisierung und Beschilderung	Knoten verfügen über Lichtsignale, separate Signalisation für Trams und Busse, Beschilderung zu Orientierung, Geschwindigkeit, Hinweise und Verbote vorhanden	Reduktion der Beschilderung für Fahrzeuge möglich, alternative Beschilderung / Informationsvermittlung für Velo- und Fussgänger erforderlich
5	Kommunikationsinfrastruktur	Gering vorhanden	Der Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur steigt, es braucht zusätzliche Technikboxen bei Knoten für die Datenverarbeitung und C2I Kommunikation (car to infrastructure).
6	Bodenmarkierungen	Bodenmarkierungen zu Spurführung, Stops und Verbote vorhanden	Bodenmarkierungen zur Spurführung werden wichtiger, da automatisierte Fahrzeuge sich an diesen orientieren.
7	Querungsmöglichkeiten	Fussgängerstreifen in grossen Abständen, keine flächige Querungsmöglichkeiten aufgrund starker Verkehrslast und hoher Geschwindigkeiten (50 bis 60 km/h)	keine Veränderung
8	Haltestellen / -Kanten (für SVV, MIV und ÖV)	Keine Haltekanten für MIV, separate Haltebereiche für ÖV	Bestehende ÖV-Haltestellen können auch für ÖIV genutzt werden. Klassische ÖV-Haltestellen entfallen teilweise (Vermischung feste Haltepunkte und on-demand Halteflächen)
9	Güter-Umschlagflächen /-punkte (für Anlieferung Geschäfte / Endkunden)	Keine Umschlagflächen entlang der Hauptverkehrsstrasse, Zugänge über Querstrassen möglich	LKWs im Siedlungsraum werden vermehrt auf Hauptverkehrsstrassen bis zu Güter-Umschlagspunkte zugelassen. Die Feinverteilung erfolgt mittels L5 Kleingütertransporte, deshalb braucht es neue Güterumschlagsknoten.

A4 Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Zentrumsstrasse

Nr.	Thema	Ist-Zustand	Veränderung
1	Parkraum	Parkierung entlang Strasse, teilweise direkter Zugang zu Parkierungsanlagen unterirdisch, Parkierung entlang Querstrassen	PP am Strassenrand können komplett wegfallen, Parkierung in zentralisierten Parkierungsanlagen.
2	Fahrs Spuren	Ein bis vierspurig, meist zweiseitig. Oft beidseitiger Gehsteig, separate Busspur und/oder integrierte Trampsur möglich, teilweise separate Velospur	Bei wegfallendem Parkraum, wird eine zusätzliche Fahrspur möglich (+70% Fahrleistung), Mischnutzung der Fahrs Spuren wird tendenziell abnehmen.
3	Fahrs purbreite	Normale Spurbreiten	Reduzierte Spurbreiten, weil der grösste Teil der Fahrzeuge mindestens L4 tauglich ist und dies eine präzisere Spurführung ermöglicht. Zugang für Grossfahrzeuge (z.B. Feuerwehr) muss jedoch gewährt werden
4	Signalisierung und Beschilderung	Knoten verfügen über Lichtsignale, separate Signalisation für Trams und Busse, Beschilderung zu Orientierung, Geschwindigkeit, Hinweise und Verbote vorhanden	Reduktion der Beschilderung für Fahrzeuge möglich, alternative Beschilderung / Informationsvermittlung für Velo- und Fussgänger erforderlich
5	Kommunikationsinfrastruktur	Gering vorhanden	Der Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur steigt, es braucht zusätzliche Technikboxen bei Knoten für die Datenverarbeitung und C2I Kommunikation (car to infrastructure).
6	Bodenmarkierungen	Bodenmarkierungen zu Spurführung, Stops und Verbote vorhanden	Bodenmarkierungen zur Spurführung werden wichtiger, da automatisierte Fahrzeuge sich an diesen orientieren.
7	Querungsmöglichkeiten	Fussgängerstreifen in kurzen Abständen, flächige Querungsmöglichkeiten teilweise vorhanden	Flächige Querungsmöglichkeiten stärker eingeschränkt, weil Fahrleistung um rund 70% gegenüber Zustand 1 zunehmen könnte und Zeitlücke zwischen Fahrzeugen geringer tendenziell geringer wird.
8	Haltestellen / -Kanten (für SVV, MIV und ÖV)	Haltemöglichkeiten nur bei freien Parkplätzen, integrierte ÖV Haltestellen, teilweise separate ÖV Haltestellen	Designierte Halteflächen für ÖV und MIV (afz L5) werden erforderlich. Bestehende ÖV-Halteflächen können auch für ÖV genutzt werden.
9	Güter-Umschlagflächen /-punkte (für Anlieferung Geschäfte / Endkunden)	Keine separaten Umschlagflächen, Anlieferung durch Halt auf bestehenden Parkplätzen oder Anlieferung durch Querstrasse / Hinterstrasse	Designierte Umschlagplätze für automatisierte Kleingütertransporte werden erforderlich (z.B. Boxsysteme), Paketroboter auf Gehsteigen üblich.

A5 Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Quartierstrasse

Nr.	Thema	Ist-Zustand	Veränderung
	Parkraum	Parkierung auf Privatgrundstück, direkte Zugänge zu Tiefgaragen, Parkplätze entlang Quartierstrassen	PP am Strassenrand und auf Privatgrundstück können teilweise aufgehoben werden, da hierfür zentralisierte Parkieranlagen von den automatisierten Fahrzeugen genutzt werden (Leerfahrten).
1			
2	Fahrspuren	Oftmals Kernfahrbahn, teilweise ein- bis zweispurig, Mischverkehr	keine Veränderung
	Fahrspurbreite	Normale Fahspurweiten, teilweise reduzierte Breiten (Kernfahrbahn)	Bei ein- oder zweispurigen Fahrbahnen, kann Fahspurweite reduziert werden, weil der grösste Teil der Fahrzeuge mindestens L4 tauglich ist und dies eine präzisere Spurführung ermöglicht. Zugang für Grossfahrzeuge (z.B. Feuerwehr) muss jedoch gewährleistet werden.
3			
	Signalisierung und Beschilderung	Oftmals keine Lichtsignale, Knoten funktionieren mit Rechtsvortritt / Vortrittsregelung, Beschilderung zu Orientierung, Geschwindigkeit, Hinweise und Verbote vorhanden	Reduktion der Beschilderung für Fahrzeuge möglich, alternative Beschilderung / Informationsvermittlung für Velo- und Fussgänger erforderlich
4			
5	Kommunikationsinfrastruktur	Kaum vorhanden	keine Veränderung
	Bodenmarkierungen	Teilweise Bodenmarkierungen zu Spurführung, Stops und Verbote vorhanden	Bodenmarkierungen zur Spurführung werden wichtiger, da automatisierte Fahrzeuge sich an diesen orientieren.
6			
	Querungsmöglichkeiten	Sehr gute flächige Querungsmöglichkeiten aufgrund geringer Verkehrslast, teilweise Fussgängerstreifen	Flächige Querungsmöglichkeiten verbessert, da aFz mit geringeren Geschwindigkeiten unterwegs sein werden (technisch bedingt), Fussgängerstreifen können tendenziell aufgehoben werden
7			
	Haltestellen / -Kanten (für SVV, MIV und ÖV)	Durchgehende Haltemöglichkeiten für MIV, integrierte ÖV Haltebereiche	Haltemöglichkeiten für L5 Fahrzeuge und SVV jederzeit möglich, keine designierten Halteflächen erforderlich, da geringe Verkehrslast in Quartieren
8			
	Güter-Umschlagflächen / -punkte (für Anlieferung Geschäfte / Endkunden)	Keine separaten Umschlagflächen, Anlieferung Güter durch Halt entlang Quartierstrasse	Designierte Umschlagplätze für automatisierte Kleingütertransporte werden erforderlich (z.B. Boxsysteme)
9			

A6 Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Gewerbegebiet

Nr.	Thema	Ist-Zustand	Veränderung
1	Parkraum	Parkierung auf Privatgrundstück, teilweise gemeinsame Parkplatzanlagen unterirdisch und oberirdisch, teilweise Parkierung entlang Erschliessungsstrassen	PP am Strassenrand und auf Privatgrundstück können aufgehoben werden, da hierfür zentralisierte Parkieranlagen von den automatisierten Fahrzeuge genutzt werden.
2	Fahrspuren	Meist ein- bis zweispurig, teilweise Kernfahrspur	keine Veränderung
3	Fahrspurbreite	Teilweise erhöhte Spurbreite, weil Lastwagen auf diesen Strasse verkehren	keine Veränderung
4	Signalisierung und Beschilderung	Knoten verfügen über Lichtsignale, Beschilderung zu Orientierung, Geschwindigkeit, Hinweise und Verbote vorhanden	Reduktion der Beschilderung für Fahrzeuge möglich, alternative Beschilderung / Informationsvermittlung für Velo- und Fussgänger erforderlich
5	Kommunikationsinfrastruktur	Gering vorhanden	Der Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur steigt, es braucht zusätzliche Technikboxen bei Knoten für die Datenverarbeitung und C2I Kommunikation (car to infrastructure).
6	Bodenmarkierungen	Bodenmarkierungen zu Spurführung, Stops und Verbote vorhanden	Bodenmarkierungen zur Spurführung werden wichtiger, da automatisierte Fahrzeuge sich an diesen orientieren.
7	Querungsmöglichkeiten	Punktueller Querungsmöglichkeiten bei Fussgängerstreifen, flächige Querungsmöglichkeiten aufgrund mässiger Verkehrslast teilweise möglich.	keine Veränderung
8	Haltestellen / -Kanten (für SVV, MIV und ÖV)	Haltemöglichkeiten für MIV ausserhalb von Ein- und Ausfahrten grundsätzlich vorhanden, oftmals Haltemöglichkeiten auf Privatgrundstück (Vorplatz), meist integrierte ÖV Haltebereiche, teilweise separate ÖV Haltebereiche	Designierte Halteflächen für ÖV und MIV (afZ L5) werden erforderlich.
9	Güter-Umschlagflächen /-punkte (für Anlieferung Geschäfte / Endkunden)	Vorgelagerte, separate Umschlagflächen ab Gewerbestrasse zugänglich	Umschlagflächen können mit Systemen für automatisierte Güterlieferung ausgerüstet werden.

A7 Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur: Multimodaler Verkehrshub

Nr.	Thema	Ist-Zustand	Veränderung
1	Parkraum	keine Parkierung für Private entlang Strasse möglich, teilweise Parkierungsanlagen nahe Hub	keine Veränderung
2	Fahrspuren	Je nach Transporthub sehr unterschiedlich (Busspuren, Tram, individuelle Fahrzeuge), Platzverhältnisse oftmals heute schon ausgereizt	bei separaten ÖV-Spuren (Bus, Tram), können diese auch von ÖIV verwendet werden
3	Fahrspurbreite	Normale Spurbreite	keine Veränderung
4	Signalisierung und Beschilderung	Knoten verfügen über Lichtsignale, separate Signalisation für Trams und Busse, Beschilderung zu Orientierung, Geschwindigkeit, Hinweise und Verbote vorhanden	Reduktion der Beschilderung für Fahrzeuge möglich, alternative Beschilderung / Informationsvermittlung für Velo- und Fussgänger erforderlich
5	Kommunikationsinfrastruktur	Gering vorhanden	Der Bedarf an Kommunikationsinfrastruktur steigt. Es braucht zusätzliche Technikboxen bei Knoten für die Datenverarbeitung und C2I Kommunikation (car to infrastructure).
6	Bodenmarkierungen	Bodenmarkierungen zu Spurführung, Stops und Verbote vorhanden	Bodenmarkierungen zur Spurführung werden wichtiger, da automatisierte Fahrzeuge sich an diesen orientieren.
7	Querungsmöglichkeiten	Punktuelle Querungsmöglichkeiten bei Fussgängerstreifen, flächige Querungsmöglichkeiten bei Tram- und Bustrassees	Flächige Querungsmöglichkeit bei Tramtrassees reduziert, weil zusätzlich ÖIV diese Spuren verwenden können
8	Haltestellen / -Kanten (für SVV, MIV und ÖV)	Keine Haltemöglichkeiten für MIV, markierte Taxistände vorhanden, Integrierte und separate ÖV Haltebereiche	Bestehende ÖV-Haltekanten können auch für ÖIV genutzt werden.
9	Güter-Umschlagflächen /-punkte (für Anlieferung Geschäfte / Endkunden)	Keine Güterumschläge möglich	keine Veränderung

A8 Literaturverzeichnis

- ASTRA (2016): Automatisiertes Fahren - Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen. Bern: Schweizerische Eidgenossenschaft.
- BMVI (2017): Ethik-Kommission - Automatisiertes und vernetztes Fahren. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- Bundesrat (2016): Automatisiertes Fahren – Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen, Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Leutenegger Oberholzer 14.4169 „Auto-Mobilität“, 21. Dezember 2016, Bern.
- EBP (2018): Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3c: «Mögliche Angebotsformen im kollektiven Verkehr (ÖV und ÖIV)». Im Auftrag von BaslerFonds und dem Schweizerischen Städteverband und weiterer Partner, 19.04.2018, Zürich.
- EBP (2017a): Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A). Im Auftrag von BaslerFonds und dem Schweizerischen Städteverband und weiterer Partner, 24.10.2017, Zürich.
- EBP (2017b): Mobilitätsverhalten und verkehrliche Mengengerüste, Beilagebericht zum Bericht Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A), 19.9.2017, Zürich.
- FVS, Fonds für Verkehrssicherheit (2018): Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit. Schlussbericht vom 31. März 2018.
- Gelauff, G., Ossokina, I., Teulings, C. (2018): Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both? Eindhoven University of Technology.
- Meyer, J., P.M. Bösch, H. Becker und K.W. Axhausen (2016): Impact of Autonomous Vehicles on the Accessibility in Switzerland, Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1220, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- OECD/ITF (2016): Shared Mobility, Innovation for Liveable Cities, Corporate Partnership Board Report.
- UITP (2017): Policy Brief – Autonomous vehicles : a potential game changer for urban mobility, <http://www.uitp.org/policy-briefs>
- UVEK (2017): UVEK-Orientierungsrahmen 2040, Zukunft Mobilität Schweiz, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bern.
- Jacob, L. (2018): Die Zukunft der Velonutzung im Kontext automatisierter Fahrzeuge. Seminararbeit, Raumentwicklung und Infrastruktursysteme. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.