

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



### Gemeinsame Studie

- BaslerFonds
- Städteverband
- SOB
- Städte Bern und Zürich
- Kantone Zürich und St. Gallen

# Was wird jetzt präsentiert?

---

- Anlass Untersuchung und Entwicklungspfad
- Nachfrageveränderung MIV
- Angebote und Nachfrageeffekte ÖIV
- Kapazitätseffekte Strasse
- Fazit

# Anlass

---

- Potenzial zum Umkrempeln unserer Mobilität vorhanden – aber verschiedenste Prognosen und Szenarien
- Bisher technologie- und industriegetriebene Diskussion – aber bestimmt von Unternehmensmarketing
- Viele Experten – aber breites interdisziplinäres Wissen fehlt
- Technische Entwicklung geht rasant voran – aber viele rechtliche, ethische und v.a. gesellschaftliche Fragen sind nicht geklärt
- Auswirkungen auf Raumplanung vielfältig – klein- und grossräumig

→ Wie können wir als Gesellschaft die Chancen des automatisierten Fahrens nutzen und gleichzeitig die Herausforderungen meistern?

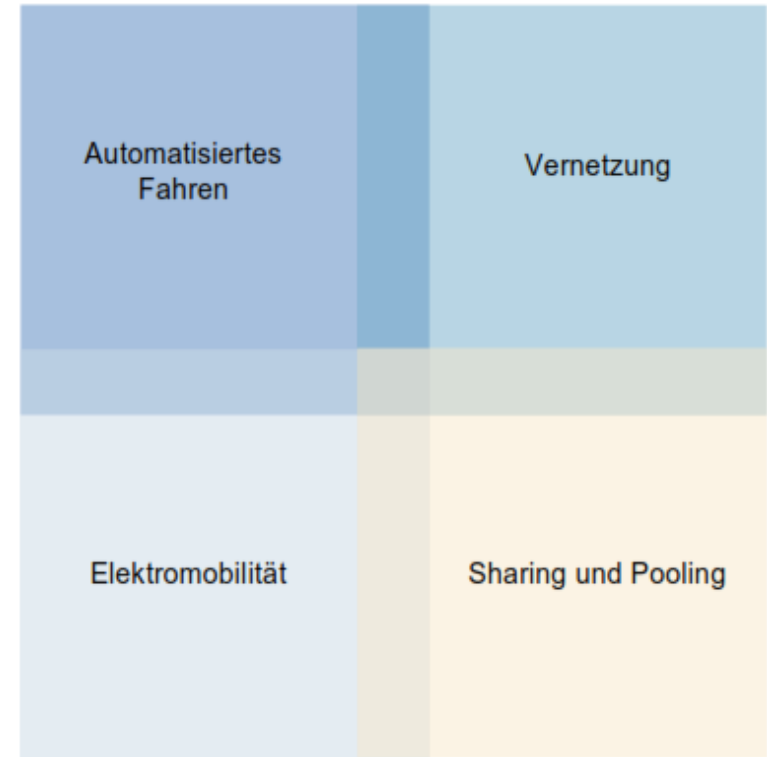
# Forschungskonzept

- **Ziel:** Orientierungswissen schaffen, Erkennen der Herausforderungen und Handlungsoptionen vor allem für Städte, Agglomerationen und Kantone sowie Transportunternehmen
- **Finanzierung:** BaslerFonds, Städteverband, SOB, Städte Bern und Zürich, Kantone St. Gallen und Zürich (+ weitere Themenpartner)
- **Phase A** (2016 bis 2017):  
Grundlagenanalysen, Bericht in de/fr publiziert  
Präsentation vor den Medien am 31.10.2017
- **Phase B** (bis Mitte 2018):  
thematische Vertiefungsstudien
- **Phase C:** Kommunikation (nach Sommerferien 2018)









# Abgrenzungen

- **Digitalisierung als Megatrend**
- Überlagerung verschiedener Trends, klare Trennung schwierig
- Viele Effekte, die in der Studie untersucht werden, können auch ohne Automatisierung eintreten
- Effekte von anderen Trendentwicklungen vermischen sich mit den in der Studie ausgewiesenen Auswirkungen
- Fokus auf Strassen- und Schienenverkehr



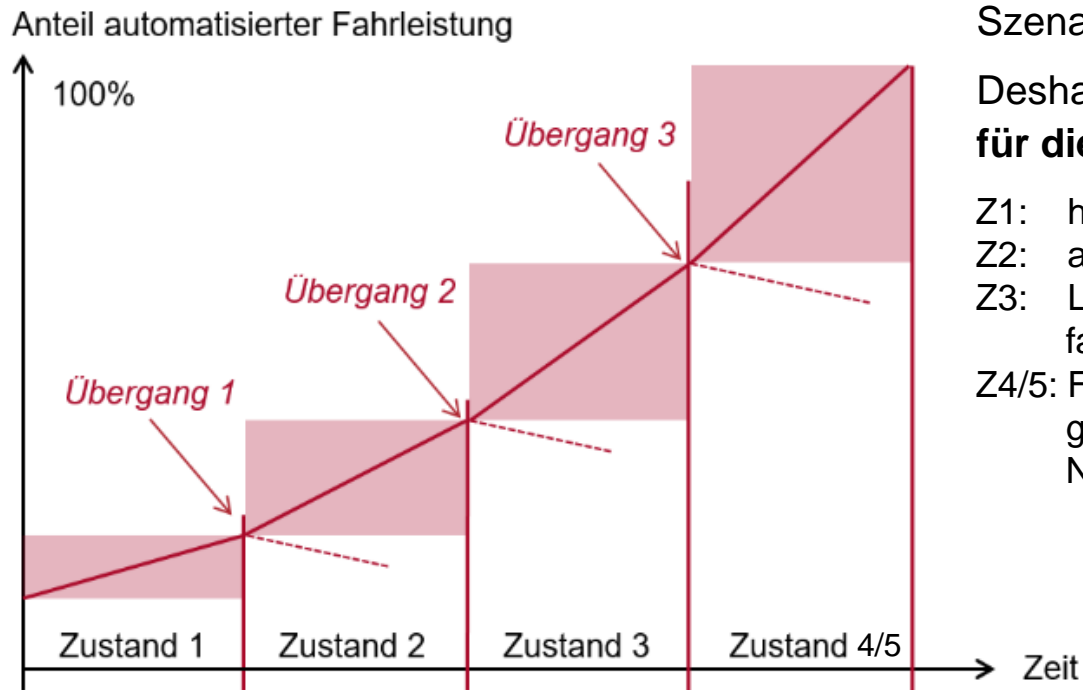
# Automatisierungsgrade

Strassenverkehr		Schienenverkehr	
 L0	Konventionelles Fahren	GoA 0	Herkömmlich auf Sicht (Fahrer)
 L1	Assistenzsysteme	GoA 1	Manuell mit Zugbeeinflussung (Fahrer)
 L2	Teilautomatisiert		
 L3	Hochautomatisiert	GoA 2	Halbautomatisch (Fahrer)
 L4	Limitiert Vollautomatisiert	GoA 3	Vollautomatisch (Zugbegleiter)
 L5	Vollautomatisiert	GoA 4	Selbstfahrend (Ohne Personal an Bord)

L = Level of Automation (SAE Norm J3016)

GoA = Grade of Automatisation (UITP)

# Hauptprodukt Phase A: «Storyline»



Szenarien mit (zu) grossen Bandbreiten

Deshalb: Denkbarer **Entwicklungspfad für die Schweiz**

- Z1: heute
- Z2: auf Autobahnen, teilweise
- Z3: L4 auf Autobahnen, noch keine Leerfahrten, Marktdurchdringung
- Z4/5: Fahrer kann auf gewissen Verbindungen entfallen: Leerfahrten, neue Nutzergruppen, automatisierter SSV

# Gliederung

---

- Anlass Untersuchung und technischer Entwicklungspfad
- **Nachfrageveränderung**
  - **MIV**
  - **Angebote und Nachfrageeffekte ÖIV**
- Kapazitätseffekte Strasse
- Fazit



# Nachfrage MIV: Nutzung der Reisezeit



Quelle: Digital Trends, 2016

1. Ab Level 4:  
Reisezeitkosten sinken  
von MIV 23.30 CHF/Pers-h  
auf ÖV 14.45 CHF/ Pers-h  
Quelle SN 641 822a

2. Annahme: 50%  
Reinvestition in Verkehr

3. Reisezeiten und -weiten  
im MIV steigen um 20%

## Nachfrage MIV: Neue Nutzergruppen

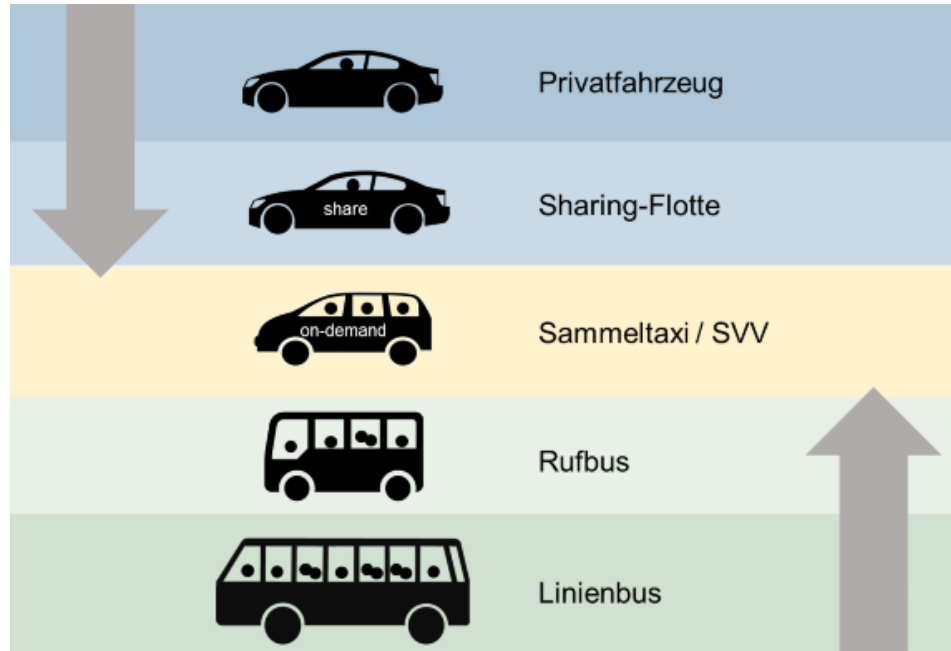


Quelle: BAV, 2017

Vorsichtige Abschätzung:

Rund 7% der Bevölkerung  
werden neu automobil.

# Verschmelzung MIV-ÖV: «Sammel-/Verteilverkehre»



## Verschmelzung MIV-ÖV Individualisierung ÖV Adaptiver ÖV

Neue Angebotsformen zw. dem klassischen ÖV und dem MIV im **Sammel-/Verteilverkehr SVV:**

- Autom. geteiltes Taxi (Select)
- Autom. geteilter Kleinbus (Flex)
- Automatisierter Bedarfsbus

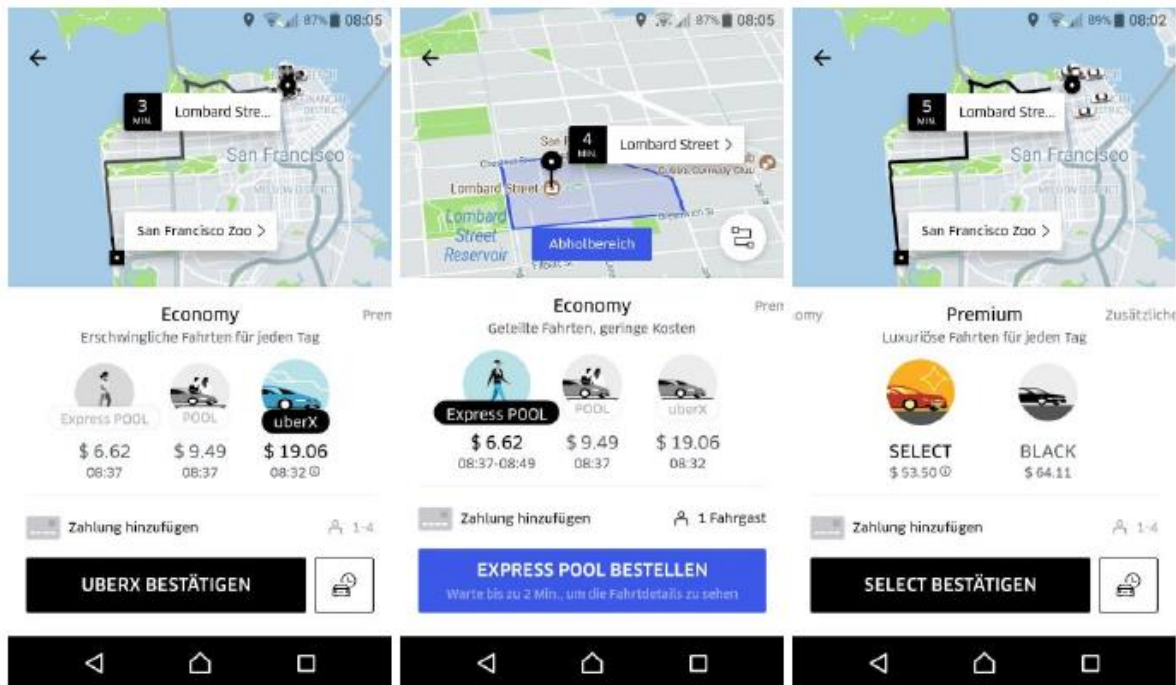
## Ausgewählte Merkmalsunterschiede ÖV – ÖIV

Merkmale	ÖV	ÖIV - Flex	ÖIV - Select
Angebot	Fahrplan, Linien	Bedarfsorientiert	Bedarfsorientiert
Anmeldefristen	Nein	Ja, z.B. 45 Min.	Ja, z.B. 20 Min.
Fahrzeiten / Ankunftszeit	Entsprechend Fahrplan	Entsprechend Bestellung +/- 5 Min.	Entsprechend Bestellung
Ein- und Aussteigeort	Haltestellen	Haltestellen, Drop-On, Drop-Off Zonen	Frei wählbar
Fahrzeuggrösse	Wie heute	Kleine bis mittlere Gefässe	Kleine Fahrzeuge (Minibusse)
Preis	Klein	Mittel	Hoch (geringer als Taxi)

Kunden sollten je Fahrt flexibel wählen können.

# UBER bietet das schon heute an...

## Screenshots Uber-App – Verschiedene Optionen für eine Fahrt in San Francisco



# Einschätzung der Attraktivität ÖIV

## Verbesserter klassischer ÖV

- Einfachheit (keine Anmeldung)
- Planbarkeit und Verlässlichkeit
- Angebotsverbesserungen durch Kostensenkungspotential möglich
- Weiter Bedarf nach grossen Transportgefässen

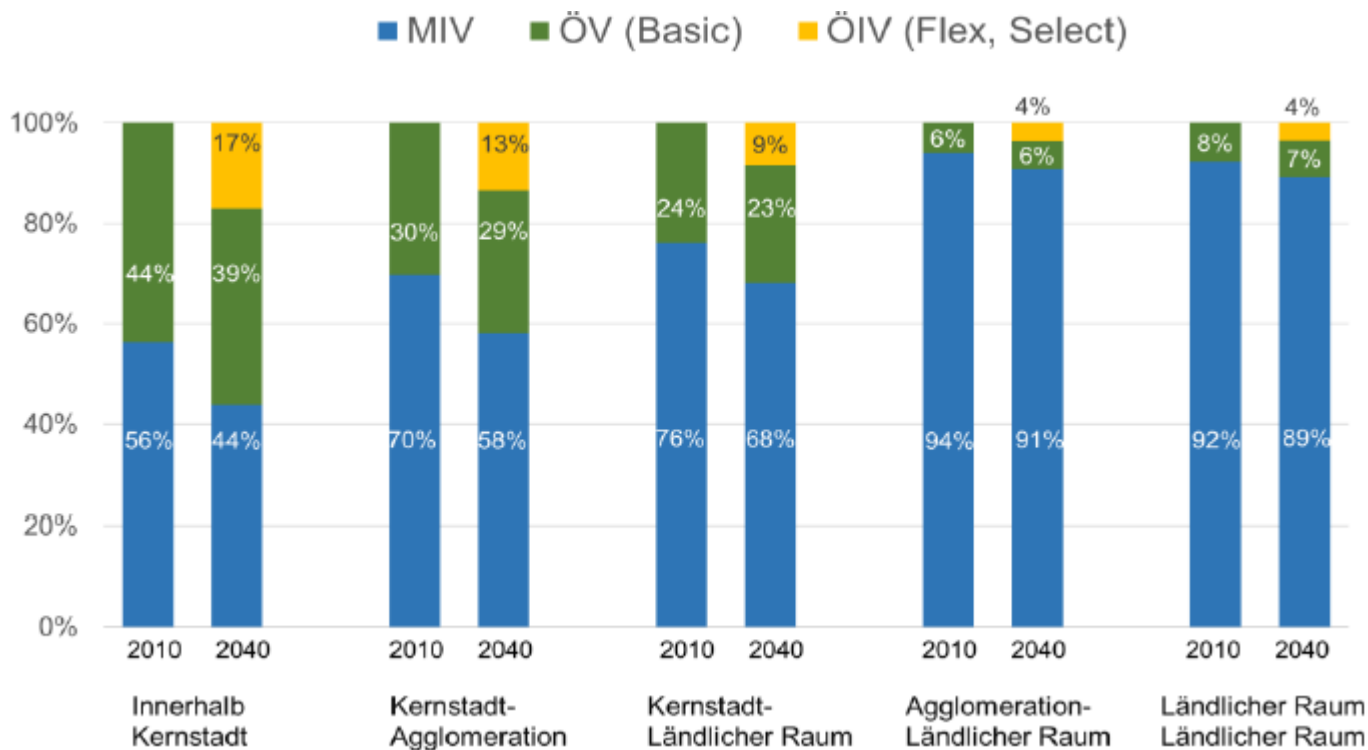
## Privates aFz

- Verfügbarkeit / Flexibilität
- Individuelles Sicherheitsgefühl
- Eigener Kofferraum / fahrendes Lager
- Komfort, eigen gewählte Sauberkeit
- Status?

## ÖIV: Flex / Select

- Flexiblere Angebote
- Wahlmöglichkeit
- Kostenreduktion: Abschaffung Pkw und Parkplatz
- Preisliche Attraktivität
- Regulierungen Privatverkehr
- Mehr Auswahl Fahrzeuge

## Einschätzung Marktpotential (Anteil Perskm)



## Nachfrage MIV: Leerfahrten



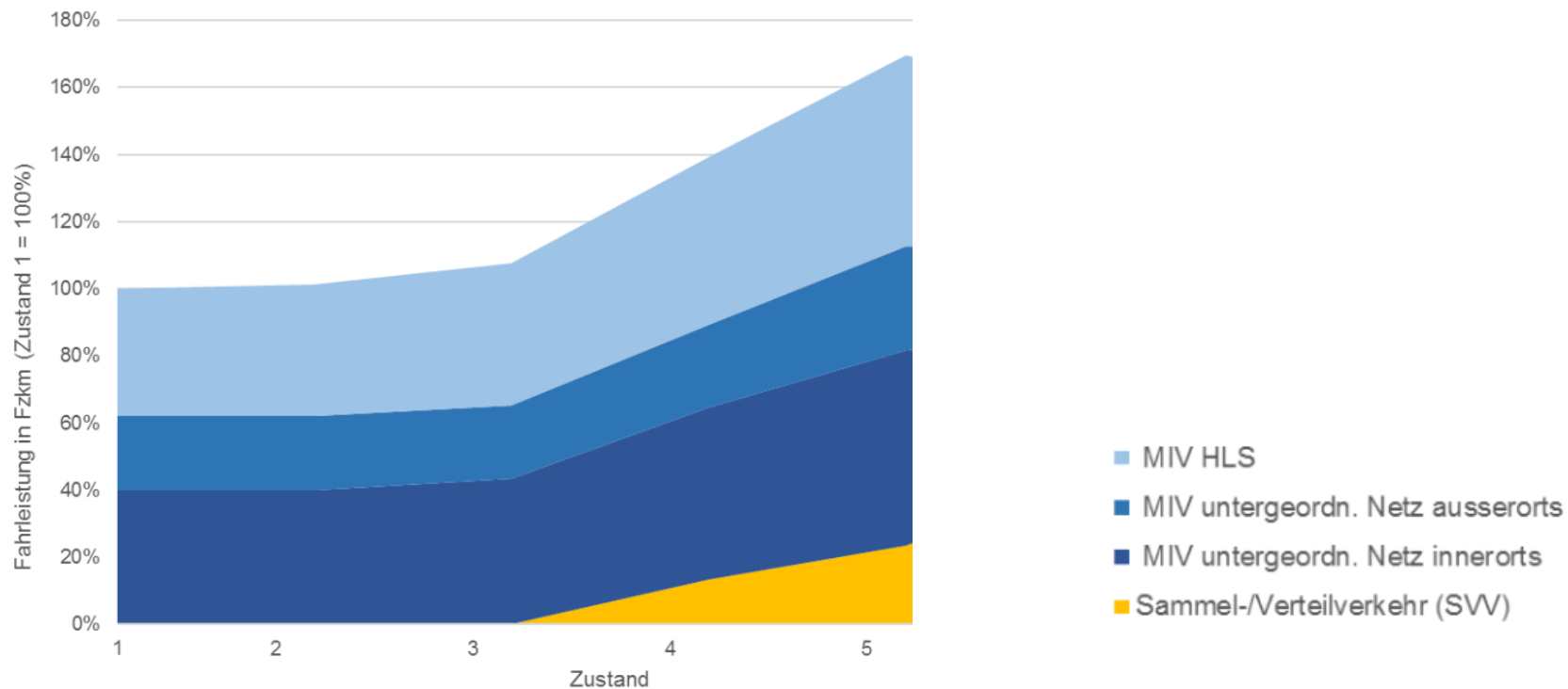
Quelle: engadget, 2017

**Fahrleistungen:** +15 %  
der privat genutzten auto-  
matisierten Fahrzeuge.

→ Bei voller Durchdringung  
der Flotte mit automatisierten  
Fahrzeugen: Reduktion des  
durchschnittlichen  
Besetzungsgrads von 1.52 auf  
1.36 Pers./Fz.



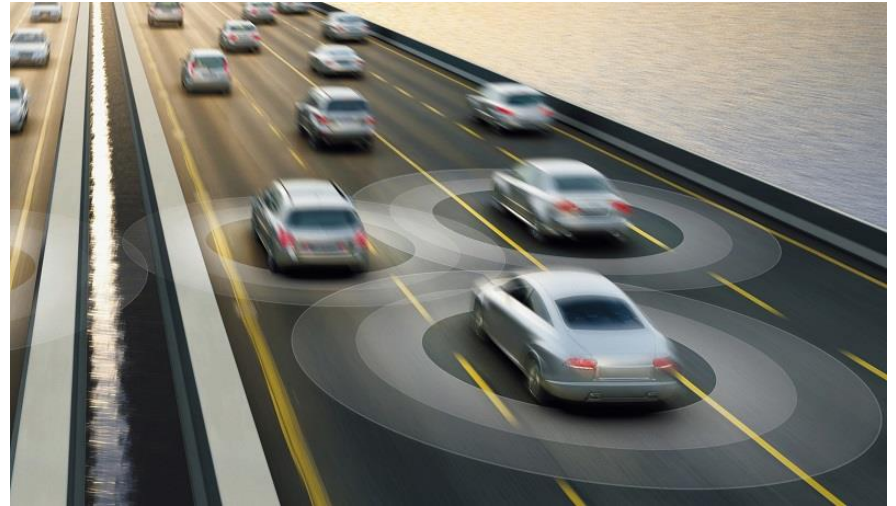
## Zusammenfassung: Fahrleistung (inkl. Leerfahrten)



# Wie verändern sich die Kapazitäten?



Quelle: Süddeutsche, 2017



Quelle: autonomes-fahren.de, 2013

## 4. Grössenordnung Wirkungen HLS

im Vergleich zu einer mittleren menschlichen Zeitlücke von ca. 1.4 s

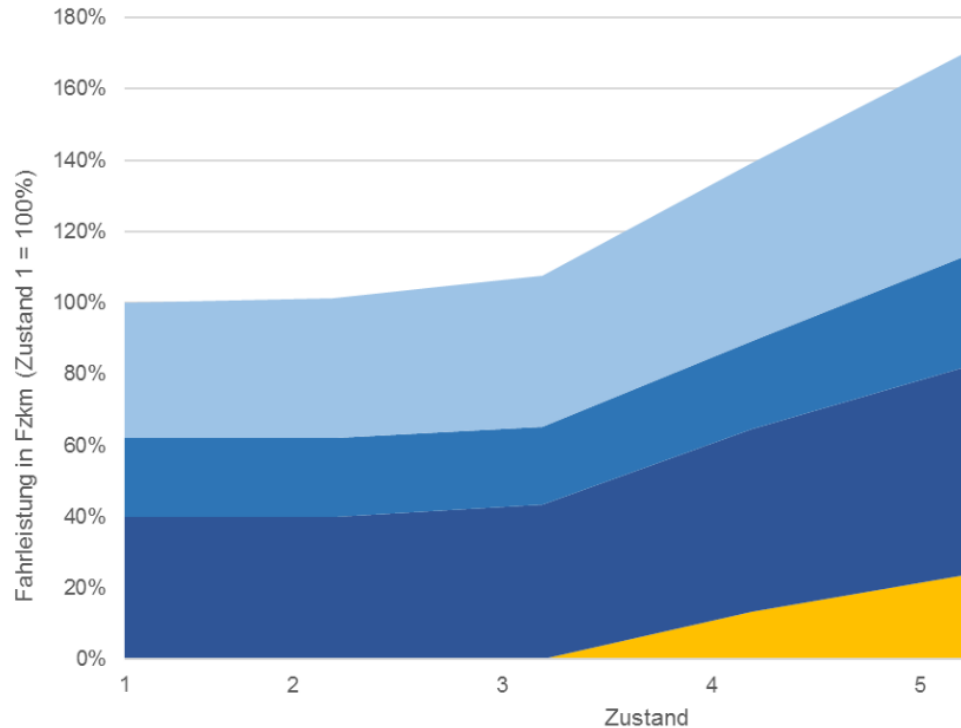
	<b>Z2/3:</b> Vereinzelte automatisierte Fahrzeuge auf tiefen Levels	<b>Z4/5:</b> Mischverkehr mit hohem Anteil automatisierter Fahrzeuge	<b>Z6:</b> <i>Beinahe</i> vollständig automatisierter Verkehr
Ohne «Online»-Vernetzung während der Fahrt	Zeitlücken von minimal <b>0.9 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen Geringfügig verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.9 s</b> <b>Geringe Kapazitätswirkungen im Bereich von 5-10%</b> Leicht erhöhte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.9 s</b> <b>Höhere Kapazitätswirkungen im Bereich von 20-30%</b> Deutlich verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses
Vernetzung zwischen Fahrzeugen (C2C)	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen Geringfügig verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Mittlere Kapazitätsverbesserungen</b> Leicht erhöhte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Deutlich höhere Kapazitätswirkungen (&gt;30%) möglich</b> Deutlich verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses
Starke Vernetzung (C2X)	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen Geringfügig verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Mittlere Kapazitätsverbesserungen</b> Leicht erhöhte Stabilität des Verkehrsflusses	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Deutlich höhere Kapazitätswirkungen (&gt;30%) möglich</b> Deutlich verbesserte Stabilität des Verkehrsflusses

## 4. Größenordnung Wirkungen Stadt/LSA

im Vergleich zu einer mittleren menschlichen Zeitlücke von minimal 0.6 s

	<b>Z2/3:</b> Vereinzelte automatisierte Fahrzeuge auf tiefen Levels	<b>Z4/5:</b> Mischverkehr mit hohem Anteil automatisierter Fahrzeuge	<b>Z6:</b> <i>Beinahe</i> vollständig automatisierter Verkehr
Ohne «Online»-Vernetzung während der Fahrt	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen</b>	Zeitlücken von minimal <b>0.5 s</b> <b>Geringe Kapazitätswirkungen im Bereich von max. 5%</b>
Vernetzung zwischen Fahrzeugen (C2C)	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> <b>Geringe Kapazitätswirkungen im Bereich von ca. 5%</b>	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> <b>Mittlere Kapazitätswirkungen (10-20%)</b>
Starke Vernetzung (C2X)	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> Beinahe vernachlässigbare Kapazitätswirkungen	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> <b>Geringe Kapazitätswirkungen im Bereich von ca. 5%</b>	Zeitlücken von minimal <b>0.3 s</b> <b>Mittlere Kapazitätswirkungen (10-20%)</b>

# Verkehrliche Auswirkungen: Entwicklung Fahrleistung



**Fahrleistungen: +40 bis +60%**  
(inkl. Leerfahrten)

**Kapazitätseffekte**  
(vollständige Automatisierung  
mit hoher Vernetzung):

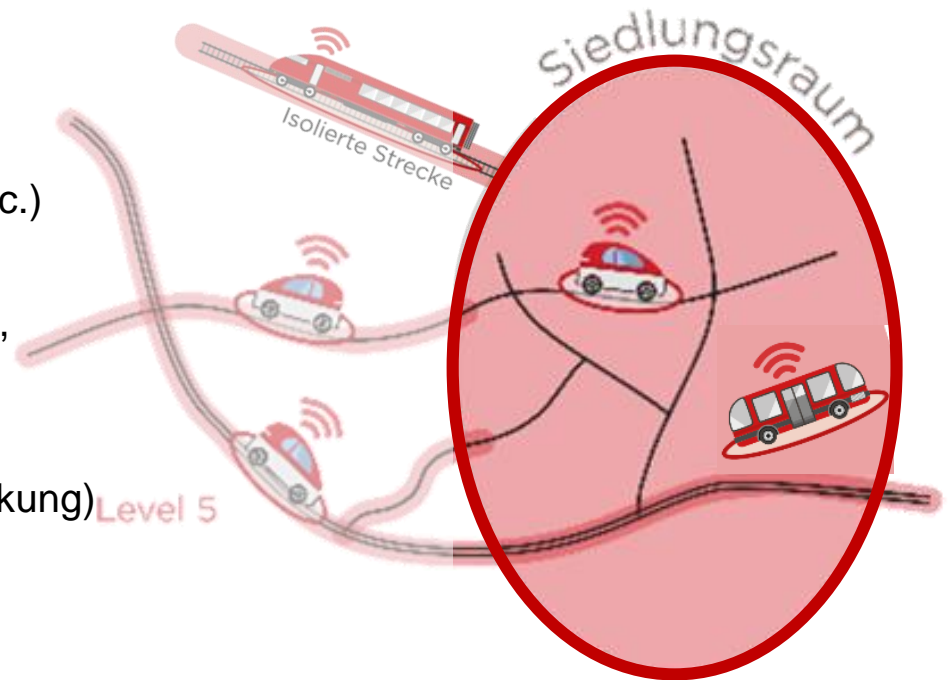
+ Kapazität  $\leq$  + Fahrleistung

- MIV HLS
- MIV untergeordn. Netz ausserorts
- MIV untergeordn. Netz innerorts
- Sammel-/Verteilverkehr (SW)

# Was heisst das für die Städte?

## Auswirkungen im Siedlungsraum:

- Flächennutzung im Siedlungsraum (Parkplätze, Fahrspuren, Haltestellen, etc.)
- Verändertes Mobilitätsverhalten (Mischverkehr automatisierte Fahrzeuge, klassischer ÖV und Velo-/Fussverkehr)
- Künftige Bedeutung der Verkehrsräume (Aufenthalts-/Wohnqualität und Trennwirkung)
- Entwicklung kommerzielle Nutzungen (Fokussierung Bhf./Hubs oder flächig)



## Fazit

---

- + Kapazität  $\leq$  + Fahrleistung: Staus dürften zunehmen!
- Der Bedarf nach leistungsfähigen und flächenschonenden Verkehrsmitteln und einer Priorisierung der Verkehrsmittel insb. in Städten und Ballungsräumen steigt.
- ÖV und ÖIV können einen Beitrag für eine stadtverträglichere Mobilität leisten. Die Automatisierung bringt grosse Chancen:
  - Angebotserweiterungen aufgrund Kostensenkungspotenzial
  - Neue Angebote
- Eine aktive regulatorische Gestaltung ist notwendig, z.B. Zulassungsverfahren für ÖIV-Anbieter mit Betriebsauflagen, Beschränkung Leerfahrten, Mindesttransportweiten, ...

# Danke!



Quelle: Auto-Medienportal.Net/Goslar Institut



## Weitere Informationen



### Frank Bruns

Leiter Verkehrswirtschaft und -finanzierung

[frank.bruns@ebp.ch](mailto:frank.bruns@ebp.ch)

+41 44 395 17 27

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

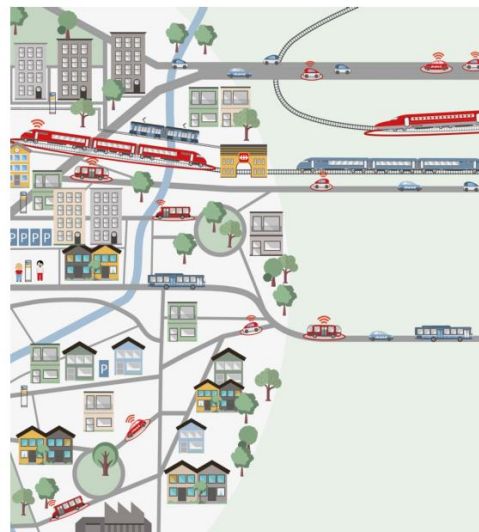
8032 Zürich

BaslerFonds, Schweizerischer  
Städteverband und weitere Partner



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

Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A)  
Definitive Fassung vom 24.10.2017



*Studie downloadbar  
unter:*

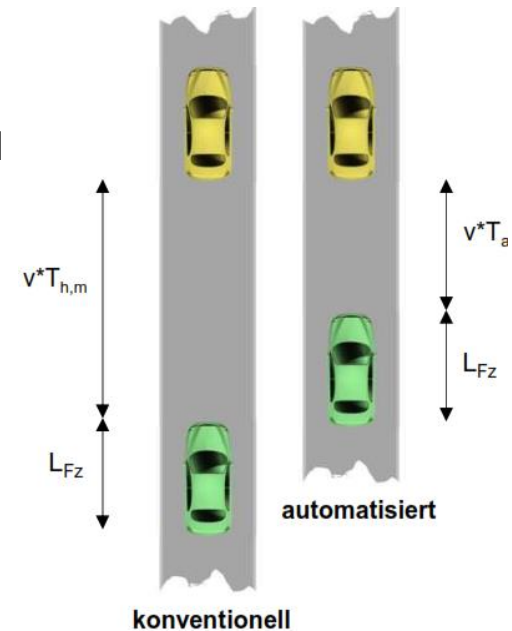
<https://www.ebp.ch/de/publikationen/studie-zum-einsatz-automatisierter-fahrzeuge-im-alltag>

---

# Back Up

## (Zwischen-)Erkenntnisse Verkehrstechnik (1/2)

- Fahrzeitlücke als relevante Grösse für Kapazität der Strasseninfrastruktur
- Reduktionspotenzial von heute 1-2 sec. auf deutlich  $< 1$  sec.
  - Ausmass abhängig von Durchdringungs- und Vernetzungsgrad
  - HLS: Ausmass abhängig von Anzahl / Abstand Verflechtungen
  - Knoten/LSA: Effekte geringer als auf freier Strecke
  - In Übergangszuständen sind Kapazitätseinbussen denkbar
- *aber*: gleichzeitige Harmonisierung des Verkehrsflusses
- Mit der Automatisierung (und v.a. der zunehmenden Vernetzung) entstehen neue Möglichkeiten für das Verkehrsmanagement
- *aber*: bestehende Management-Instrumente können auch an Bedeutung verlieren



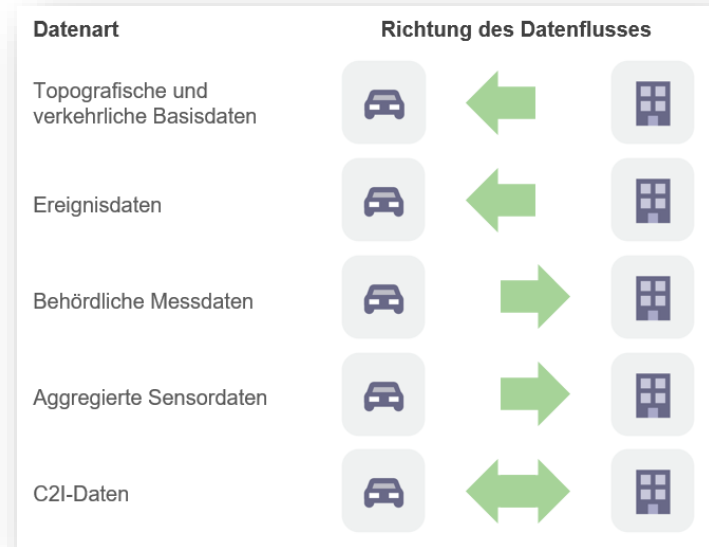
## (Zwischen-)Erkenntnisse Verkehrstechnik (2/2)

<b>Hochleistungsstrassen (HLS)</b>		
Quelle	Zeitlücke	Bedingung
Friedrich, 2015	minimal 0.5 s	Erkennen automatisierter Fahrzeuge untereinander
Wagner, 2015	minimal 0.3 – 0.5 s	-
Fellendorf, 2017	0.9 s	Platooning
Motamedidehkordi/ Hoffmann, 2017	1.8 s 0.9 s 0.5 s	nicht-vernetzte Fahrzeuge vernetzte Fahrzeuge extreme Einstellungen (HLS, Vernetzung)
<b>Stadtstrassen</b>		
Quelle	Zeitlücke	Bedingung
Friedrich, 2015	minimal 0.3 s	an LSA
Wagner, 2015	minimal 0.5 s	Gesamtnetz

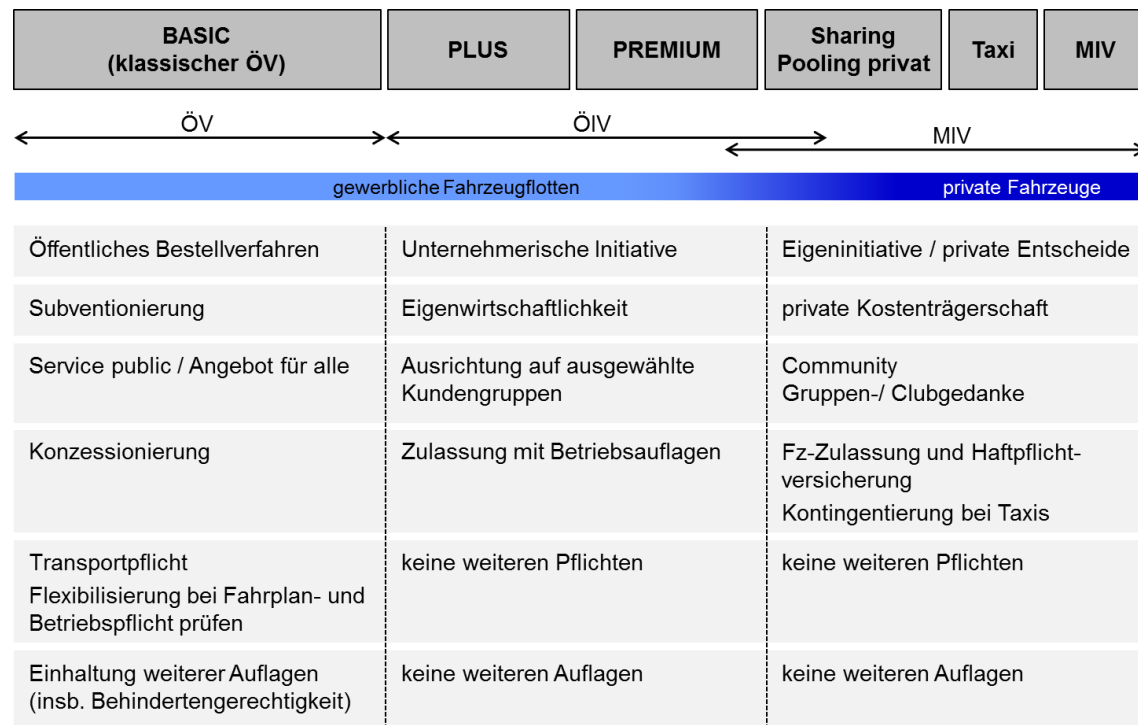
## (Zwischen-)Erkenntnisse Daten- und IT-Infrastrukturen

- Zielkonflikte zwischen «smart cities» und automatisierten Fahrzeugen möglich
  - Lösung über «Verkehrsmanagement 4.0»
  - Beide Seiten sind auf verlässliche Daten angewiesen

- Herausforderungen bei:
  - > Bereitstellung und Bezug von Daten
  - > Datenhoheit und Datenzugriff
  - > Datennutzung und Datenmanagement
  - > Ethik und Politik

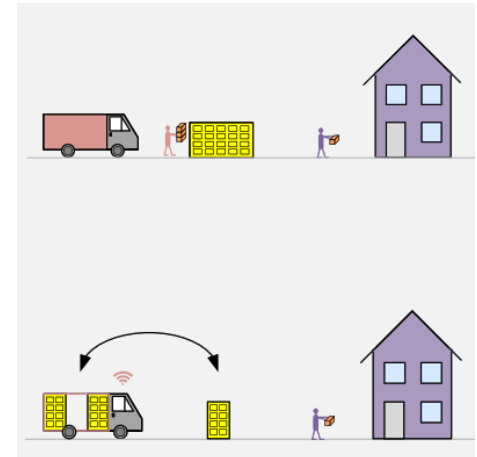


# (Zwischen-)Erkenntnisse Kollektiver Verkehr














## (Zwischen-)Erkenntnisse Güterverkehr und Citylogistik

- Zielkonflikte zwischen Bündelung von Warenströmen und Wettbewerb / Privatisierung möglich
  - gemeinsame Ziele und Standardisierungen notwendig
- *aber*: unabhängig von Automatisierung
- Zuständigkeiten in den Prozessschritten Beladung, Transport, Entladung neu definieren (mehr Aufgaben bei Versender und/oder Empfänger)
  - unterschiedliche Anforderungen je nach Sendungsgröße und Empfänger (B2B oder B2C)
- Neue Geschäftsmodelle auf den «letzten Metern» denkbar (B2C)
  - komplex, da jede örtliche Situation individuell
  - z.B. Paketfachboxen
  - Infrastrukturbedarf für Städte entscheidend



## (Zwischen-)Erkenntnisse Ressourcen, Umwelt, Klima

	 Ressourcen	 Energiebedarf	 Umweltwirkungen	 Flächenbedarf - Parkierung	 - Rollender Verkehr
Neue Nutzergruppen	▲	▲	▲	▲	▲
Reisezeit	▲	▲	▲	▲	▲
Ride Sharing	▼	▼	▼	▼	▼
Leerfahrten	▲	▲	▲	—	▲
Car Sharing	▼	—	—	▼	—
Verflüssigung	—	▲	▲	—	▲
Autom. Fahrweise	—	▼	▼	—	—
Aktive Sicherheit	▼	▼	▼	—	—

-  starke Erhöhung
-  leichte Erhöhung
-  Erhöhung/Reduktion je nach Ausprägung
-  leichte Reduktion
-  starke Reduktion
-  keine Wirkung