

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

Schlussbericht Modul 3b «Daten und IT-Infrastrukturen»
Definitive Fassung vom 05.04.2018



Projektbegleitgruppe

Bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern von:

Stadt Zürich (DAV, TAZ)

Kanton Zürich (AFV)

Stadt St.Gallen (Amt für Umwelt und Energie)

AXA Winterthur (Unfallforschung & Prävention)

Viasuisse AG

Projektteam

Dr. Ralph Straumann

Remo Fischer

Dr. Stephan Heuel

Lorenz Raymann

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zürich

Schweiz

Telefon +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Druck: 28.02.2018

2018-04-05 Daten und Infrastrukturen.docx

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht zeigt mögliche Entwicklungen beim Einsatz automatisierter Fahrzeuge und deren Implikationen bezüglich Daten und IT-Infrastrukturen auf. Er bildet eine Grundlage für strategische Planungen und einen Rahmen für Vorgehenskonzepte.

Die Entwicklungen im Bereich smarterer Systeme im weiteren Sinn, z.B. Smart Cities oder Smart Regions, sind ein wichtiger Aspekt beim Einsatz automatisierter Fahrzeuge. Smarte Systeme optimieren sich aufgrund von Daten, intelligenten Algorithmen und menschlichen Entscheidungen. Smart Cities verfolgen dabei die Ziele einer verbesserten Effizienz, Verteilungsgerechtigkeit, Nachhaltigkeit und Lebensqualität. Während Smart Cities auf ein Gesamtwohl abzielen, haben automatisierte Fahrzeuge (vor allem des motorisierten Individualverkehrs) durch ihre bessere technische Ausstattung und Vernetzung stärker als traditionelle Fahrzeuge die Fähigkeit, selbstbezogene Optimierungen z.B. hinsichtlich der eigenen Fahrdistanz oder Fahrzeit vorzunehmen.

Aus den Optimierungsbestrebungen von Smart Cities (Systemsicht) und den Optimierungsbestrebungen der einzelnen Fahrzeuge und ihrer Insassen (Individualsicht) können sich Zielkonflikte ergeben, die künftig im Rahmen von «Verkehrsmanagement 4.0» gelöst werden müssen. Somit sind nicht nur automatisierte Fahrzeuge für ihr Funktionieren auf Daten angewiesen, sondern auch die Behörden für die Überwachung und Steuerung des (automatisierten) Verkehrs gemäss verkehrspolitischen Zielen.

Folgende Arten von Daten lassen sich im Umfeld des automatisierten Fahrens identifizieren: Sensordaten, C2X-Daten (Car-to-Car- und Car-to-Infrastructure-Kommunikation), aggregierte Sensordaten, topografische und verkehrliche Basisdaten, Ereignisdaten und behördliche Daten aus Erhebungen bzw. Messungen – mit unterschiedlicher Bedeutung in den verschiedenen Zuständen automatisierten Fahrens (Kap. 3.1.6 und 3.3.4).

Nach Identifikation der relevanten (bereits existierenden und/oder künftig bedeutsamen) Datenflüsse zwischen Fahrzeugen, Fahrzeugherstellern bzw. ihren Datenanalytik-Partnern einerseits und der öffentlichen Hand andererseits (Kap. 3.4), werden Chancen und Risiken skizziert und entsprechende Empfehlungen abgegeben (Kap. 4). Letztere zielen auf ein umsichtiges Vorgehen ab, welches städtischen, kantonalen und Bundes-Behörden erlaubt, die künftig stärker geforderte Datenkompetenz in den Themen Mobilität und Smart City aufzubauen, diese zum Gemeinwohl zu nutzen und das Potenzial von Fehlinvestitionen oder kostenrelevanten Verzögerungen bei Bezug und Bereitstellung von Daten zu minimieren.

Es gilt Herausforderungen rund um

- Bereitstellung und Bezug von Daten
- Datenhoheit und Datenzugriff
- Datennutzung und Datenmanagement
- Ethik und Politik

anzugehen.

Empfehlungen zu diesen Themen sind zusammengefasst:

- Erfahrungsaustausch und Koordination mit anderen Behörden, auch international
- Erarbeitung einer Position in der sich formenden Schweizer Datenpolitik, allenfalls in Zusammenhang mit der Formulierung einer Smart City-/Smart Region-Strategie bzw. entsprechenden Umsetzungskonzepten
- Sensibilisierung der eigenen Entscheidungsträgerinnen, Entscheidungsträger und Mitarbeitenden für:
 - ethische, politische und gesellschaftliche Fragen rund um Daten und Entwicklungen wie Smart City und Smart Region
 - Fragen der Datenhoheit (Data Governance, Open Data), Dateneigentum (My Data), Datenqualität, Informationssicherheit und Datenschutz
 - die Arbeit mit Daten (Data Literacy).

Wahrung bzw. Sicherung der Datenhoheit bei für Behörden kritischen Daten.

- Beobachten von Standardisierungsefforts auf internationaler, allenfalls nationaler Ebene bezüglich Arten von Daten, Datenmodellen, Übermittlungskanälen und -protokollen sowie Best Practices.
- Einbezug der aufgezeigten künftigen Entwicklungen rund um Daten und IT-Infrastrukturen in der Mobilität sowie der Standardisierungsaktivitäten im Bereich C2I und Verkehrsmanagement 4.0 in die Erneuerungsplanung der behördlichen Infrastrukturen, Organisationen und Prozesse.
- Weiterentwicklung bestehender Werkzeuge und Abläufe für die Erhebung behördlicher Messdaten im Mobilitätsbereich, beispielsweise drahtlose Übermittlung von Messdaten in (Nah)Echtzeit in nachgelagerte Systeme.
- Bereitstellung von topografischen und verkehrlichen Basisdaten und von Ereignisdaten für das automatisierte Fahren durch Behörden. Dazu gilt es unter anderem gegebenenfalls eine adäquate Open Data-Strategie bzw. deren Umsetzungsplanung an die Hand zu nehmen, technische Systeme für durchgehende digitale und automatisierbare Workflows weiterzuentwickeln und entstehenden internationalen Standards anzupassen.
- Klären und Fortschreiben von Bedürfnissen von Behörden bezüglich:
 - Daten (rund um das automatisierte Fahren bzw. die Mobilität)
 - datenverarbeitenden Systemen (z.B. Echtzeitfähigkeit, Big Data-Fähigkeit)
- Ermittlung von Chancen und Risiken von unterschiedlichen Datenquellen und technischen Lösungsansätzen. Sorgfältiges Testen vielversprechender neuartiger Daten in Pilotanwendungen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
1.1	Kontext und Ziele	7
1.2	Fragestellungen	7
<hr/>		
2.	Grundlagen	8
2.1	Automatisierungslevels, Zustände und Vernetzung	8
2.2	Smarte Systeme und Smart Cities	10
2.3	Smart Cities und automatisiertes Fahren	10
<hr/>		
3.	Datenarten und Datenflüsse	11
3.1	Arten von Daten für automatisiertes Fahren	12
3.1.1	Sensordaten	12
3.1.2	C2X-Daten (C2C- und C2I-Daten)	12
3.1.3	Aggregierte Sensordaten	12
3.1.4	Topografische und verkehrliche Basisdaten	12
3.1.5	Ereignisdaten	13
3.1.6	Bedeutung pro Zustand des automatisierten Fahrens	13
3.2	Informationsbedarf bei Behörden	14
3.3	Arten von Daten über automatisiertes Fahren	15
3.3.1	C2I-Daten	15
3.3.2	Aggregierte Sensordaten	15
3.3.3	Behördliche Daten aus Erhebungen/Messungen	16
3.3.4	Bedeutung pro Zustand des automatisierten Fahrens	16
3.4	Datenflüsse	17
<hr/>		
4.	Empfehlungen zu Bereitstellung und Bezug von Daten des automatisierten Fahrens	18
4.1	Bereitstellung und Bezug von Daten	18
4.1.1	Empfehlungen zu Bereitstellung und Bezug von Daten	19
4.2	Datenhoheit und Datenzugriff	21
4.2.1	Empfehlungen zu Datenhoheit und Datenzugriff	22
4.3	Datennutzung und Datenmanagement	23
4.3.1	Empfehlungen zu Datennutzung und Datenmanagement	24
4.4	Ethik und Politik	24
4.4.1	Empfehlungen zu Ethik und Politik	24
4.5	Generelle Empfehlungen	25

Anhang

A1 Zusammenfassung der Zustände des automatisierten Fahrens

1. Einleitung

1.1 Kontext und Ziele

Das Vertiefungsmodul 3b der Phase B des Projekts «Automatisiertes Fahren» hat Daten und IT-Infrastrukturen zum Thema. Als Grundlage aus Phase A («Grundlagenanalysen») des Projekts für die Erarbeitung des vorliegenden Dokuments dienten insbesondere folgende Resultate des Schlussberichts der Phase A mit Stand vom 24.10.2017:

- Kapitel 2: «Automatisierte Fahrzeuge»
- Kapitel 3: «Storyline – ein denkbarer Entwicklungspfad»
- Kapitel 4: «Daten, IT-Infrastrukturen und Stakeholder»
- Kapitel 6: «Fazit»
- Anhang A5, A6: «Automatisierungsgrade» und «Zustände pro Anwendungsbereich»

Das Hauptziel des Vertiefungsmoduls 3b ist die Beleuchtung relevanter Aspekte der Datenanforderungen, Datenflüsse und des Datenmanagements im Umfeld des automatisierten Fahrens *speziell aus Sicht der Städte, der Kantone und Transportunternehmen.*



Abbildung 1: Digitalisierung als Megatrend konstituiert sich im Bereich der Mobilität durch verschiedene, sich zum Teil überlagernde Trends

Entwicklungen rund um das automatisierte Fahren lassen sich nicht immer trennscharf diesem Trend zuordnen, sondern haben auch Bezüge zu Themen wie Vernetzung, Elektromobilität oder Sharing und Pooling (Abbildung 1). Der Fokus des Vertiefungsmoduls liegt aber klar auf dem automatisierten Fahren; eine umfassende Behandlung der anderen Themen kann im vorliegenden Rahmen nicht geleistet werden.

1.2 Fragestellungen

Die folgenden Themen werden im Vertiefungsmodul 3b untersucht:

- [1] Beurteilung der **Bedeutung von Daten** für die verschiedenen Automatisierungslevels, **etwaige Bereitstellung von Daten durch Städte und Agglomerationen**, hierfür zu regelnde Prozesse.
- [2] **Datenbedarf der Städte und Agglomerationen** (Form, Qualität), damit das automatisierte Fahren in den Städten und Agglomerationen entsprechend den **verkehrspolitischen Zielen** erfolgt bzw. ein geeignetes **Verkehrsmanagement** erstellt werden kann. Dabei wird auch eine kurze Einordnung des automatisierten Fahrens im städtischen Raum unter dem Begriff «Smart City» vorgenommen. Überlegungen zur Datenhoheit und allfällig notwendigen Regulierungen / Vorgaben für Daten und Systeme Dritter.
- [3] Beurteilung der **Bedeutung von Fahrzeug- und Umfelddaten** für **verschiedene Vernetzungsfälle**, etwaige **Interessen der Städte und Agglomerationen an die Bereitstellung entsprechender Daten** durch die Anbieter, hierfür zu regelnde Prozesse (in Zusammenarbeit mit Modul 3a). Als Input für das Modul 3a werden zwei Szenarien (vollständige Vernetzung der Fahrzeuge, nicht-vernetzter / autarker Fahrzeugbetrieb) bezüglich der für automatisiertes Fahren notwendigen Daten skizziert.
- [4] Einschätzungen zum eventuellen Aufbau einer künftigen IT-Infrastruktur als Teil der Strasseninfrastruktur, Sicherstellung von Steuerung und des anschliessenden Betriebs.

Während der Erarbeitung der Studie hat sich gezeigt, dass die anfänglich geplante Einschätzung von Kosten des Betriebs einer IT-Infrastruktur für die Bereitstellung und den Austausch von Daten derzeit noch nicht geleistet werden kann; zu gross sind die Unsicherheiten bezüglich diverser Einflussfaktoren, wie beispielsweise Erfolg der Standardisierung, Ausgestaltung von allfälligen Standards und Protokollen, Marktdurchdringung, Kostenentwicklung im Bereich entsprechender Hardware und Kommunikationskanälen wie 5G.

2. Grundlagen

2.1 Automatisierungslevels, Zustände und Vernetzung

Folgende sechs **Automatisierungslevels** L0 bis L5 von Fahrzeugen werden unterschieden:

Level	Beschreibung
L0	konventionelles Fahren, allenfalls Warnsysteme
L1 «Assistenzsysteme»	Bremsassistent, Parkassistent, Spurhalteassistent; temporäre Abgabe von Längs- <i>oder</i> Querführung ans System, dauerhafte Überwachung und stete Bereitschaft durch den Fahrer
L2 «teilautomatisiert»	Abstandsregeltempomat, Autobahnassistent; temporäre Abgabe von Längs- <i>und</i> Querführung ans System, dauerhafte Überwachung und stete Bereitschaft durch den Fahrer.
L3 «hochautomatisiert»	wie Level 2 aber ohne dauerhafte Überwachung durch den Fahrer, Übernahmebereitschaft durch Fahrer nach Aufforderung und mit ausreichender Zeitreserve

L4 «limitiert vollautomatisiert»	wie Level 3 aber in allen Situationen des Anwendungsfalls Erreichung eines risikominimalen Zustands durch das automatisierte System, folglich keine dauerhafte Überwachung und Bereitschaft durch den Fahrer im Anwendungsfall nötig. Steuerung durch den Fahrer bzw. allenfalls L1-3 beim Verlassen des Anwendungsfalls.
L5 «vollautomatisiert»	wie Level 4 aber das Erreichen des risikominimalen Zustandes ist nicht auf Anwendungsfälle beschränkt. Das System kann diesen in allen Situationen erreichen. Folglich werden Leerfahrten möglich.

Anhang A1 enthält eine kurze Zusammenfassung der in Phase A definierten **Zustände des automatisierten Fahrens** (vgl. Schlussbericht der Phase A, Anhang A6).

Bei der **Vernetzung** zwischen Fahrzeugen und Vernetzung zwischen Fahrzeugen und Umwelt wird von «Car-to-X-Kommunikation» (C2X) gesprochen. Diese kann differenziert werden in «Car-to-Car-Kommunikation» (C2C) und in «Car-to-Infrastructure-Kommunikation» (C2I) (vgl. auch Abbildung 2):

Vernetzung	Ziele
C2C	Frühzeitige Meldung kritischer Situationen (z.B. Objekte im Strassenraum, Unfallstellen, Baustellen sowie ein erhöhtes Verkehrsaufkommen) an die fahrende Person bzw. an das System.
C2I	Optimierung der Sicherheit und des Betriebs der Verkehrsinfrastruktur. Ausgetauschte Informationen sind z.B. Baustellen-Hinweise, Meldungen zu temporären Sperrungen oder die Vorgabe optimaler Geschwindigkeiten. Diese Daten ergänzen Sensor-Daten, welche von den Fahrzeugen selbst generiert werden, und helfen, Anpassungen der Fahrzeugführung oder Routenwahl vorzunehmen. Solche Daten können auch das Verkehrsmanagement unterstützen

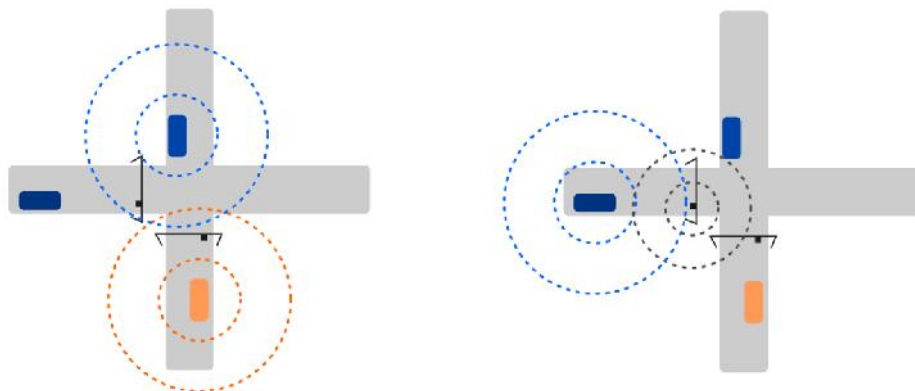


Abbildung 2: C2C- (links) und C2I-Kommunikation (rechts) an einem Verkehrsknoten

Im aktuellen Teilprojekt werden klassische Kanäle der Informationsübermittlung (bspw. Bremsleuchten, Signalisation von Umleitungen, Induktionsschleifen, u. ä.) *nicht* als Teil von C2X angeschaut. Bereits heute sind einzelne C2X-Aspekte realisiert. Beispielsweise werden GPS-Daten von Navigationsgeräten und Smartphones in der Regel zentral gesammelt und verwendet, um die Belastung des Strassennetzes zu erkennen oder die Navigation zu verbessern. Zudem werden von Herstellern von Navigationsgeräten Meldungen zu Baustellen und Unfällen in die Fahrzeuge übertragen.

2.2 Smarte Systeme und Smart Cities

Unter smarten Systemen werden Systeme verstanden, die sich aufgrund von Daten, intelligenten Algorithmen und in der Regel menschlichen Entscheidungen optimieren. Daten sind oftmals von Sensoren gemessene, aus Logistik- und Produktionssystemen oder aus sozialen Medien abgeleitete Daten, die in (Nah)Echtzeit vorliegen. Die zur Optimierung verwendeten Algorithmen entstammen oft dem Bereich des Maschinellen Lernens. Grundsätzlich kann man vier Komplexitätsstufen von auf Algorithmen aufbauenden analytischen Prozessen unterscheiden (vgl. Abbildung 3).

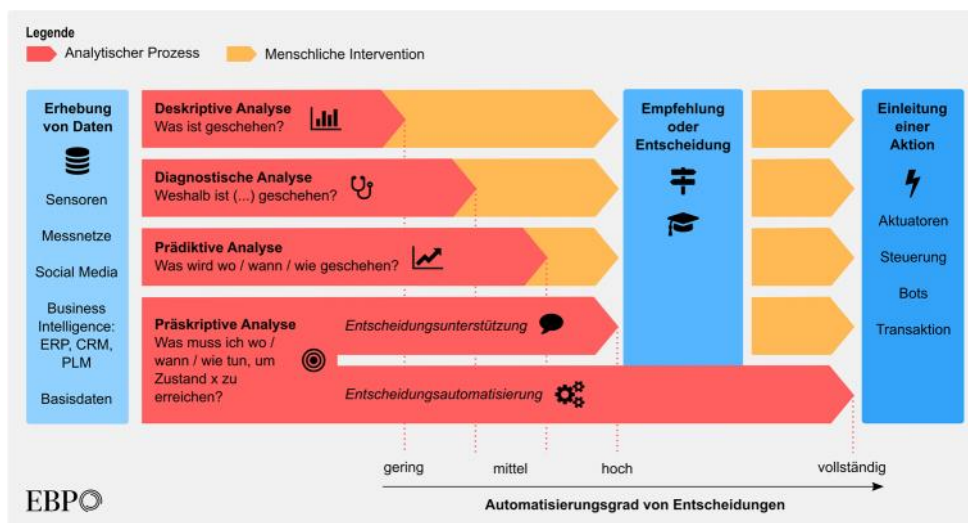


Abbildung 3: Die vier Analytikstufen smarterer Systeme nach Gartner (<http://geo.ebp.ch/2017/12/12/analytik-in-smarten-systemen>)

Smarte Systeme wurden zuerst im Bereich der Fertigungsindustrie durch Verzahnung der industriellen Produktion mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) konzipiert und werden dort auch unter dem Begriff «Industrie 4.0» zusammengefasst.

Seit einigen Jahren wird derselbe Gedanken eines sich selbst mit Daten und Algorithmen optimierenden Systems auch auf den städtischen Raum und die städtische Lebensweise angewendet: Smart Cities bzw. smarte Städte verfügen über vernetzte Infrastrukturen und nutzen aus diversen Quellen gewonnenen Daten und IKT, um Optimierungen vorzunehmen¹. Ziel dieser Optimierungen sind (bzw. sollten zumindest sein) verbesserte Effizienz, Verteilungsgerechtigkeit, Nachhaltigkeit und Lebensqualität².

2.3 Smart Cities und automatisiertes Fahren

Smart Cities (und Smart Regions) sind selbstoptimierende Systeme, die auf ein «Gesamtwohl» abzielen. In der Entwicklung zu Smart Cities ist davon auszugehen, dass das visionär angedachte «Verkehrsmanagement 4.0»

¹ «A smart city is about having sensor data that then gets used to create actions. You can define a smart city as a city with better managed infrastructure that is variable, based on input of data and adjustments of the results to best utilize resources or improve safety.» <https://www.computerworld.com/article/2986403/internet-of-things/just-what-is-a-smart-city.html?page=2>

² Batty et al. (2012): Smart cities of the future. The European Physical Journal Special Topics, 214 (1), 481-518, <http://www.complexcity.info/files/2013/08/BATTY-EPJST-2012.pdf>.

(VM 4.0) angestrebt wird. «VM 4.0» bezeichnet ein hochautomatisiertes Verkehrsmanagement-System, das den Verkehr unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren situativ automatisiert steuert. Dazu gehören die Möglichkeiten des C2X und ein hoher Anteil automatisierter Fahrzeuge.

Automatisierte Fahrzeuge, vor allem des motorisierten Individualverkehrs (MIV), sind durch ihre bessere technische Ausstattung und Vernetzung stärker als traditionelle Fahrzeuge in der Lage, ihrerseits Optimierungen vorzunehmen. Mit automatisierten (bzw. technisch gut ausgerüsteten) Fahrzeugen können beispielsweise Optimierungen der zu fahrenden Route bezüglich Distanz, Zeit oder anderen Kriterien vorgenommen werden.

Gleichzeitig zum verbesserten Optimierungspotenzial erlangen automatisierte Fahrzeuge gegenüber traditionellen Fahrzeugen neue, aus übergeordneter Systemsicht nicht immer wünschenswerte Fähigkeiten. Beispielsweise können sie sich bei Nichtbenutzung im Verkehr bewegen, statt Parkraum zu nutzen.

Aus den Optimierungsbestrebungen von Smart Cities (Systemsicht) und den Optimierungsbestrebungen der einzelnen Fahrzeuge und ihrer Insassen (Individualsicht)³ können sich somit Zielkonflikte ergeben.

3. Datenarten und Datenflüsse

Automatisiertes Fahren nutzt und produziert verschiedene Arten von Daten. Bezüglich Datenverwendungszweck ergibt sich also die grobe Unterteilung in:

- Daten *für* automatisiertes Fahren und
- Daten *über* automatisiertes Fahren (zum Teil: Daten *aus* automatisiertem Fahren)

In der Folge werden die Arten von Daten entlang dieser Unterteilung behandelt: Kapitel 3.1 erörtert die für das automatisierte Fahren notwendigen und wünschenswerten Daten. Kapitel 3.2 ist ein Einschub zum Datenbedarf seitens der Städte und Agglomerationen. Darin werden kurz denkbare verkehrspolitische Massnahmen der Behörden sowie antizipierte Auswirkungen des vermehrten automatisierten Fahrens geschildert, um daraus den Informationsbedarf der Städte und Agglomerationen abzuleiten. Dieser Abschnitt beantwortet also die Frage, welche Aussagen Städte und Agglomerationen aufgrund von Daten treffen können wollen. Kapitel 3.3 erläutert schliesslich die Arten von Daten über das automatisierte Fahren, also jene Daten, die den Informationsbedarf der Städte und Agglomerationen stillen können.

³ <https://www.nytimes.com/2017/12/24/nyregion/traffic-apps-gps-neighborhoods.html>

3.1 Arten von Daten für automatisiertes Fahren

3.1.1 Sensordaten

Automatisiertes Fahren basiert unter anderem auf zur Fahrzeit erhobenen und ausgewerteten Sensordaten (zum Beispiel optische Daten, LiDAR-, Radar- oder Ultraschall-Daten). Manche Anforderungen (zum Beispiel das Abstandhalten) sind nur durch solche zur Fahrzeit erhobenen Sensordaten erfüllbar.

3.1.2 C2X-Daten (C2C- und C2I-Daten)

Neben Sensordaten können Fahrzeuge oder Behörden unter den Bedingungen der Vernetzung auch fahrzeugrelevante Daten über C2C und C2I erhalten (vgl. Kapitel 2.1). Hier ist aus Sicht der Städte und Agglomerationen vor allem die Kommunikationsrichtung I2C interessant. Unter diese Art von Daten fallen Informationen von VM-Systemen, insbesondere VM-Steuerungsbefehle. Diese können für das Fahrzeug sicherheitsrelevant sein und dienen insbesondere dazu, den Verkehrsfluss zu optimieren.

3.1.3 Aggregierte Sensordaten

Sensordaten werden künftig (zum Teil bereits heute) übermittelt und zum Beispiel beim Fahrzeughersteller und seinen Partnern zu aggregierten Sensordaten weiterverarbeitet. Die aggregierten Daten geben beispielsweise Auskunft um Fahrverhalten oder zur Strasseninfrastruktur (Ausstattung, Signalisation, Topografie). Die so aufbereiteten Daten werden voraussichtlich zeitnah wieder in die Fahrzeuge verteilt werden. Das kann beispielsweise über nächtliche Datenupdates oder dynamischer unter Nutzung von Mobilfunk geschehen. Aktuell bereits operative Beispiele dieser Klasse von Daten sind HERE HD Live Map⁴ und TomTom Live Services⁵.

3.1.4 Topografische und verkehrliche Basisdaten

Zusätzlich setzt automatisiertes Fahren weitere topografische und verkehrliche Basisdaten voraus. Für Routingzwecke und Interaktion mit den Fahrzeuginsassen sind gewisse Geodaten notwendig oder je nach Bedürfnis zumindest wünschenswert: Basiskarten mit Verkehrsachsen, Adressdaten, Point-of-Interest-Daten (POI-Daten, zum Beispiel Tankstellenstandorte) und Höhendaten.

Für die Routingfunktionalität sind zudem Angaben zur Strasseninfrastruktur notwendig (signalisierte und gefahrene Geschwindigkeiten, Signalisation wie Einbahnstrassen und Abbiegeverbote, Strassenbreite, Kapazität, Tunnelhöhen, Abgabepflicht und Mautsysteme, etc.).

⁴ <https://www.here.com/en/products-services/products/highly-automated-driving/here-hd-live-map> bzw. <https://www.here.com/en/products-services/products/highly-automated-driving/highly-automated-driving-overview>

⁵ https://www.tomtom.com/de_ch/drive/maps-services/shop/live-services

3.1.5 Ereignisdaten

Wünschenswert für automatisiertes Fahren sind ferner temporär gültige Ereignisdaten, also Angaben zu Baustellen, Streckenunterbrüchen, Streckensperrungen, Umleitungen, Gefahren oder Grossanlässen. Strassenbehörden werden als gute Primärquelle für solche strassennetzbezogenen Ereignisse postuliert, da sie zuerst wüssten, was wann wo am Strassennetz geschieht, über eine hohe Vertrauenswürdigkeit verfügten, geringe Interpretation (in Abgrenzung zu Big Data) bedingten und ihre Informationen eine tiefe Latenz aufweisen würden. Die grosse Wünschbarkeit von Ereignisdaten offizieller Natur wurde zuletzt während der Grossbrände in Kalifornien im Januar 2018 demonstriert: Mangels offizieller Daten haben mit aggregierten Nutzendendaten arbeitende Apps wie Waze Fahrzeuge auf verkehrsarme aber akut waldbrandgefährdete Strassenabschnitte geleitet⁶. Hinsichtlich der notwendigen Datenprozesse und Zuständigkeiten ist zwischen planbaren und unvorhersehbaren, ausserordentlichen Ereignissen zu unterscheiden.

3.1.6 Bedeutung pro Zustand des automatisierten Fahrens

Die Bedeutung der einzelnen Klassen von Daten in den verschiedenen Zuständen automatisierten Fahrens wird im Folgenden beurteilt (Tabelle 1). Dabei wird zwischen zwei Fällen unterschieden: vollständige Vernetzung der Fahrzeuge und nicht-vernetzter / autarker Fahrzeugbetrieb (vgl. Fragestellung [3] in Kapitel 1.2). Bei der Annahme nicht-vernetzter Fahrzeuge erlangen die C2X-Daten keine Bedeutung für das automatisierte Fahren; die restlichen Datenarten behalten ihre relative Bedeutung.

Datenart	Bedeutung im Zustand ...						Bemerkungen
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	
Sensordaten	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	zentrale Grundlage für automatisiertes Fahren
C2X-Daten (bei vernetzten Fz)	gering	mittel	hoch	hoch	hoch	hoch	erlangen nur im Fall vernetzter Fahrzeuge Bedeutung
Aggregierte Sensordaten	mittel	mittel bis hoch	mittel bis hoch	hoch	hoch	hoch	früh wünschenswert, Bedeutung je nach Ausprägung und in Abhängigkeit von Basisdaten leicht verschieden. Bei Verbesserung von Sensoren längerfristig ev. abnehmende Bedeutung.
Topografisch-verkehrliche Basisdaten	mittel	mittel bis hoch	mittel bis hoch	hoch	mittel bis hoch	mittel bis hoch	Bedeutung je nach Ausprägung leicht verschieden. Bei Verbesserung von Sensoren längerfristig ev. wieder abnehmende Bedeutung.
Ereignisdaten	gering	mittel	hoch	hoch	hoch	mittel bis hoch	bereits früh wünschenswert, aber nicht unabdingbar für automatisiertes Fahren tieferer Levels. Bei Verbesserung von Sensoren längerfristig ev. abnehmende Bedeutung.

Tabelle 1: Bedeutung der Datenarten für das automatisierte Fahren in den Zuständen

⁶ http://www.slate.com/blogs/future_tense/2017/12/07/california_wildfires_raise_questions_about_whether_you_can_trust_waze_google.html

3.2 Informationsbedarf bei Behörden

Aus den Optimierungsanstrengungen von Smart Cities und Smart Regions einerseits und den Optimierungsanstrengungen bei automatisierten Fahrzeugen können sich Zielkonflikte ergeben (vgl. Kapitel 2.3). Städte und Agglomerationen verfolgen mit Verkehrspolitik und Verkehrsmanagement das übergeordnete Ziel der Verbesserung der Verkehrsabläufe im Siedlungsraum innerhalb der bestehenden Verkehrsinfrastruktur. Dieses Ziel wird in der Regel mit folgenden Massnahmen verfolgt:

- Bereitstellung von Informationen über das Verkehrsgeschehen
- Beeinflussung der Routenwahl
- Stabilisierung des Verkehrsflusses
- Verhinderung von Überlastungen durch Beeinflussung der Verkehrsströme

Durch (vermehrtes) automatisiertes Fahren können folgende Phänomene auftreten, mit einem *negativen Einfluss* auf die Erreichung des oben genannten Ziels:

- Routenverlagerung in sensible Zonen, z.B. Ausweichfahrten durch das untergeordnete Netz z.B. zwecks Stauvermeidung
- Leerfahrten zur Vermeidung von Parkierungsgebühren
- Passagierwechsel an ungeeigneten Trottoirkanten
- Erhöhung der verkehrlichen Mengengerüste durch überlagernde Nachfrageeffekte (Nutzung der Reisezeit, neue Nutzergruppen, Leerfahrten, veränderte Verkehrsmittelwahl, Erreichbarkeitseffekte, u.a.)

Aus der verkehrspolitischen Zielsetzungen und den Auswirkungen des (vermehrten) automatisierten Fahrens ergibt sich für Städte und Agglomerationen folglich ein Bedarf nach Daten zu:

- Verkehrsbelastungen im Gesamtnetz / im untergeordneten Netz
- Verkehrsgeschwindigkeiten bzw. Verkehrsfluss (stabil/instabil)
- Fahrzeugdichten
- Reisezeiten im Netz
- Unfallgeschehen, gefährliche Fahrmanöver
- Anzahl getätigte Wege bzw. Fahrten
- Auftreten von Leerfahrten
- Quell-Ziel-Beziehungen
- Besetzungsgrad von Parkhäusern und öffentlich zugänglichen Parkplätzen
- Ausserordentlichen Ereignissen und planbaren Einschränkungen des Strassenraumes bspw. infolge von Baustellen oder Unterhaltsarbeiten

Wenn diese Daten in der notwendigen Qualität vorliegen, können Städte und Agglomerationen Verkehrsmanagementmassnahmen definieren, um ihre verkehrspolitischen Ziele zu erreichen.

Darüber hinaus sind Daten zu folgenden Themen für Behörden interessant, aber thematisch etwas ausserhalb der «klassischen» Verkehrsdaten und möglicherweise heikler bezüglich Informationssicherheit und Datenschutz (ISDS):

- Geschwindigkeitsverhalten (von Einzelfahrzeugen)
- Fahrzeugeinstellungen (bspw. Scheibenwischer, Licht, ABS-Einsatz)
- Aussteigenlassen, Türöffnen
- Quell-Ziel-Beziehungen (von Einzelfahrzeugen), allenfalls mit Fahrzweck: woher kommt ein Fahrzeug, wo fährt es hin?
- Angaben zur Fahrzeugbesetzung (Besetzungsgrad, eventuell Eigenschaften der Insassen)
- Angaben zur Fahrzeugladung (Art, Menge, Gefahrgüter, etc.)
- Informationen zu Fahrzeugantrieb und Emissionen (Antriebsart, Leistung, Lärmemissionen, Schadstoffausstoss, Licht)
- Angaben zur Fahrzeugart (Fahrzeugdimensionen, Profil, Typ/Klasse, etc.)

Diese Daten müssten via C2I aus den entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugen bzw. aus noch zu konzipierenden Systemen (z.B. Mitfahrbörsen, Mobility Pricing-Systemen, Parkhäusern) ausgelesen werden.

3.3 Arten von Daten über automatisiertes Fahren

3.3.1 C2I-Daten

Unter der Bedingung der Vernetzung können Fahrzeuge C2I-Daten bereitstellen, die von strassenseitiger Infrastruktur ausgelesen werden. Dadurch könnten zum Beispiel Verkehrserhebungen zumindest theoretisch ersetzt werden (fraglich ist hier die Grösse bzw. Repräsentativität der Stichprobe, solange nicht alle Fahrzeuge vernetzt sind). Denkbar sind Angaben zum Automatisierungsgrad des Fahrzeuges, zur Fahrgeschwindigkeit, Fahrberechtigung, zum Besetzungsgrad, etc.

3.3.2 Aggregierte Sensordaten

Aus den aggregierten Sensordaten der automatisierten und vernetzten Fahrzeuge können die Datenherren (wahrscheinlich vor allem Fahrzeughersteller und ihre Partner) Datenprodukte generieren, die für Behörden interessant sein können. Dabei kann es sich um Datenprodukte rund um das Fahrverhalten, den Verkehrszustand und die Umwelt, oder auch über die Strasseninfrastruktur selbst handeln. Schon heute veräussern Hersteller von GPS-Hardware und -Software aus deren Anwendung gewonnene und aggregierte Datenprodukte an diverse Kunden. Verkehrsnahe Produktbeispiele

sind *Road Roughness*⁷, *Road Signs*⁸, *Real-Time Traffic*⁹ und *Traffic Overview*¹⁰ von HERE bzw. *Traffic Index*¹¹, *City*¹² *Live Traffic*¹³ und *Route Monitoring*¹⁴ von TomTom. Beispiele für Datenprodukte, die der Nachführung von Geodaten (auch amtlicher) dienen können, sind HERE *Map Data*¹⁵ und TomTom *Map Data*¹⁶. Ähnlich gelagerte Produkte gibt es von Dienstleistern der Sharing Economy und des Quantified Self-Trends, etwa Uber Movement¹⁷, Weitergabe von GPS-Daten an Behörden durch den Veloverleiher Lime-Bike¹⁸ und Strava Metro¹⁹. Für Behörden – in ihren Rollen als Betreiber der Strasseninfrastruktur und als Nachführungsstellen und Datenherren von amtlichen Geodaten – sind diese Daten interessant.

3.3.3 Behördliche Daten aus Erhebungen/Messungen

Gleichzeitig kann es für die Behörden unter anderem aus Gründen der Datenhoheit, der Gestaltungsfreiheit und der Unabhängigkeit interessant sein, weiterhin eigene Daten zu erheben. Dies kann mit traditionellen Mitteln geschehen (zum Beispiel Induktionsschleifen, Kameras) oder aber auch mit noch zu entwickelnden C2I-Infrastrukturen. Eigene Datenerhebungen können allenfalls eingekaufte Daten aus dem automatisierten Fahren ergänzen und helfen, diese zu plausibilisieren. (Umgekehrt können eingekaufte Daten die behördlichen Daten quantitativ ergänzen und/oder qualitativ verbessern, ohne dass Behörden in einem ersten Schritt auf die eingekauften Daten angewiesen sind.)

3.3.4 Bedeutung pro Zustand des automatisierten Fahrens

Im Folgenden wird die Bedeutung der einzelnen Klassen von Daten in den verschiedenen Zuständen des automatisierten Fahrens beurteilt (Tabelle 2. Dabei wird zwischen zwei Fällen unterschieden: vollständige Vernetzung der Fahrzeuge und nicht-vernetzter / autarker Fahrzeugbetrieb (vgl. Fragestellung [3] in Kapitel 1.2). Bei der Annahme nicht-vernetzter Fahrzeuge erlangen die C2I-Daten notwendigerweise keine Bedeutung für das Messen des automatisierten Fahrens; die anderen Datenarten behalten tendenziell ihre relative Bedeutung – allerdings sind in diesem Szenario behördliche Daten wohl länger von höherer Bedeutung als in Tabelle 2 angegeben.

⁷ <https://www.here.com/en/products-services/products/map-content/here-road-roughness>

⁸ <https://www.here.com/en/products-services/products/connected-vehicle-services/here-road-signs>

⁹ <https://www.here.com/en/products-services/products/connected-vehicle-services/here-real-time-traffic>

¹⁰ <https://www.here.com/en/products-services/products/here-traffic/here-traffic-overview>

¹¹ https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex

¹² https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-news

¹³ <https://www.tomtommaps.com/livetraffic>

¹⁴ <https://www.tomtommaps.com/routemonitoring>

¹⁵ <https://www.here.com/en/products-services/map-content/here-map-data>

¹⁶ <https://www.tomtommaps.com/mapdata>

¹⁷ <https://movement.uber.com>

¹⁸ <https://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/wer-die-leihvelos-in-zuerich-zerstort/story/13924365>

¹⁹ <https://metro.strava.com>

Datenart	Bedeutung im Zustand ...						Bemerkungen
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	
C2I-Daten (bei vernetzten Fz)	gering	gering	mittel	hoch	hoch	hoch	erlangen nur im Fall vernetzter Fahrzeuge Bedeutung
Aggregierte Sensordaten	mittel	mittel bis hoch	mittel bis hoch	hoch	hoch	hoch	Bedeutung bereits heute vorhanden, tendenziell zunehmend mit der Repräsentativität der Daten (und allenfalls besseren Bedingungen, wie Service Level Agreements)
Behördliche Daten	hoch	hoch	hoch	mittel bis hoch	mittel	mittel	Bedeutung derzeit hoch, in Zukunft vermutlich zugunsten der anderen beiden Datenarten abnehmend.

Tabelle 2: Bedeutung unterschiedlicher Datenarten für das automatisierte Fahren in den unterschiedlichen Zuständen

3.4 Datenflüsse

Bei den in den Kapiteln 3.1 und 3.2 erörterten Arten von Daten sind zwischen «Fahrzeugseite» (Fahrzeuge, Fahrzeughersteller bzw. ihre Datenfirmen) und Behörden hauptsächlich die in Abbildung 4 dargestellten Datenflüsse zu erwarten.

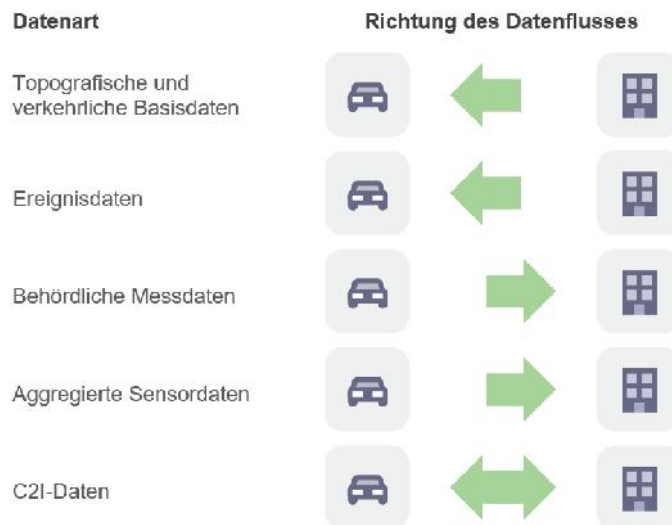


Abbildung 4: Datenflüsse zwischen Fahrzeugen/Fahrzeugherstellern/Datenfirmen (Autosymbol) und Behörden für unterschiedliche Datenarten

Bei

- topografischen und verkehrlichen Basisdaten,
- Ereignisdaten und
- C2I-Daten

ist folglich eine (Mit)Bereitstellung durch städtische und Agglomerationsbehörden denkbar oder gar vorausgesetzt.

Bei

- behördlichen Messdaten,

- aggregierten Sensordaten und
- C2I-Daten

können sich Behörden auch in der Rolle von Datenempfängern wiederfinden.

Im nächsten Kapitel werden grundlegende Punkte der Datenhoheit und mögliche Bereitstellungs- und Bezugskanäle für die genannten Daten erörtert. Zu den einzelnen Themen und auch auf übergeordneter Ebene werden Empfehlungen zuhanden von Behörden (vor allem der Städte und Agglomerationen) formuliert.

4. Empfehlungen zu Bereitstellung und Bezug von Daten des automatisierten Fahrens

4.1 Bereitstellung und Bezug von Daten

Bereitstellung topografischer und verkehrlicher Basisdaten

Es ist denkbar, dass Fahrzeughersteller und ihre Partner für die Erstellung bzw. Bereitstellung von topografischen und verkehrlichen Basisdaten initial Drittdaten kommerziell einkaufen und/oder von amtlichen Stellen beziehen. Künftig dürften aggregierte Sensordaten aus automatisierten Fahrzeugen eingesetzt werden, um diese Daten aktuell zu halten.

Bei topografischen Daten ist vor allem an die sehr genauen Daten der amtlichen Vermessung zu denken, allenfalls ergänzt mit digitalen Höhenmodellen (DHM), sowie allenfalls an Adressdaten zwecks Navigation. Bei verkehrlichen Basisdaten können jegliche Angaben zur Strasseninfrastruktur, soweit sie bei Behörden in einer zweckdienlichen Form vorliegen, potenziell interessant sein (z.B. Signalisationen; Strassen- und Infrastrukturdimensionierungen; allenfalls Angaben zu zeitlich/räumlich abgestuften Mobilitätspreisen, wenn die Schweiz Mobility Pricing einführen sollte). Die Bereitstellung von topografischen und allenfalls auch verkehrlichen Daten sollte weitgehend über bestehende Kanäle abgewickelt werden können.

Bereitstellung von Ereignisdaten

Wenn internationale Anstrengungen erfolgreich sind, werden autoritative Ereignisdaten (Daten zu Streckenunterbrüchen, Umleitungen, Gefahren oder Grossanlässe u. ä.) künftig von Behörden den Fahrzeugherstellern bzw. Datenfirmen bereitgestellt.

In Europa erarbeitet ERTICO (Verbund von Stakeholdern in Intelligent Transportation Systems ITS) mit dem Projekt TN-ITS²⁰ eine Plattform für den Austausch von solchen, das Strassennetz betreffende Daten. TN-ITS²¹ ist eine internationale Austauschplattform für Strassenbehörden und von ITS-Datenprovidern (z.B. TomTom, HERE; als Bezüger von Daten). TN-ITS-

²⁰ <http://ertico.com/projects/tn-its>

²¹ <http://tn-its.eu>

Dienste sind in Betrieb in Norwegen und Schweden und geplant in Finnland, Flandern, Grossbritannien, Irland und Frankreich. Beim Ziel der Bereitstellung von Ereignisdaten ergibt sich in Behörden vermutlich noch Anpassungsbedarf an internen Systemen und Investitionsbedarf in eine entsprechende Infrastruktur (z.B. in Anlehnung an TN-TS).

«Bezug» bzw. Erhebung von behördlichen Messdaten

Der «Bezug» also das Erheben von behördlichen Daten wird voraussichtlich weiterhin über bestehende Messtechnologien und Übertragungskanäle stattfinden, mit evolutionären Weiterentwicklungen. Künftig wird die Messinfrastruktur die erhobenen Daten noch vermehrt, als bereits heute, drahtlos und in Echtzeit der nachgelagerten IT-Infrastruktur (Verkehrsrechner, Verkehrszentrale, Lagedarstellung) übermitteln.

Bezug von aggregierten Sensordaten

Der Bezug von aggregierten Sensordaten läuft typischerweise über die Nutzung von entsprechenden, von den Datenlieferanten bereitgestellten Webdiensten bzw. Programmierschnittstellen. Selten, und wenn die Daten nicht strikt in Echtzeit vorliegen müssen, erfolgt vielleicht ein Bezug von Rohdaten per Download oder via Datenträger.

Bezug und Bereitstellung von C2I-Daten: VM-Daten bzw. VM-Steuerungsbefehle

Für den Transfer von C2I-Daten ist bereits ein WLAN-Frequenzband (IEEE 11.802p) reserviert. Daneben wird das künftige Mobilfunknetz mit hoher Bandbreite (5G) voraussichtlich eine tragende Rolle spielen. Fraglich ist, welche Datenmenge transferiert werden muss: Zwar werden autonome Fahrzeuge intern grosse Datenmengen generieren (Schätzungen gehen von 4'000 GB pro Tag aus), jedoch müssen diese intern verarbeitet werden – ein Transfer der Rohdaten erscheint sinnlos.

Die Art der von Fahrzeugen empfangbaren Daten wird sich voraussichtlich über die nächsten Jahre noch entwickeln. Aktuell verfolgen verschiedene Fahrzeughersteller unterschiedliche Strategien. In die andere Richtung (I2C) dürften sich im Bereich des Verkehrsmanagements 4.0 Paradigmen und allenfalls Standards entwickeln.

4.1.1 Empfehlungen zu Bereitstellung und Bezug von Daten

- Für die Bereitstellung von topografischen und verkehrlichen Basisdaten können Behörden auf Paradigmen, etablierte Prozesse und Infrastrukturen aus dem Bereich des Geoinformationswesens und von Open Data abstützen. Zu nennen sind hier die nationale Open Data-Plattform `open-data.swiss`, die Bundesgeodateninfrastruktur (BGDI), die Nationale Geodateninfrastruktur (NGDI) – und eine allfällige künftige, intermodale Verkehrsdateninfrastruktur. Die gewünschten Daten sind je nach Region bereits heute Open Data oder werden (sollten) bald geöffnet werden.
- Für die Bereitstellung von Ereignisdaten sollten Behörden sich bezüglich des Stands der entsprechenden Standardisierungsbemühungen (im europäischen Rahmen ERTICO TN-ITS) periodisch informieren (lassen).

Analog gilt dies für die Entwicklungen im Bereich C2I-Daten und -Kommunikation, wo relevante Diskussionen (Stakeholder-Dialog, Erfahrungsaustausch, funktionale Spezifikationen für ITS-Dienste als Input für Standardisierung) in der sogenannten Amsterdam Group²² stattfinden. In dieser Gruppe hat die Schweiz via ASTRA und CEDR²³ (Conference of European Directors of Roads) Einsitz. Diese Aufgabe sollte nicht jede städtische oder kantonale Behörde für sich lösen, sondern im Zusammenschluss mit anderen in Verbänden, bzw. im Abgleich mit Bundesstellen. Aus Gründen der Nachhaltigkeit, der Universalität und der Nichtbevorzugung einzelner Marktteilnehmer sollten nur möglichst breit standardisierte Lösungen eingesetzt werden.

- In der Bereitstellung von Ereignisdaten ist bereits das Vorhandensein von entsprechenden digitalen Informationen (inklusive geregelter Pflege und Nachführung) eine Grundvoraussetzung. Diese ist heute möglicherweise noch nicht bei allen Behörden erfüllt. In diesem Fall sollten Behörden die notwendigen Prozesse einleiten, um künftig diese Informationen zugänglich machen zu können.
- Wenn Standardisierungsprozesse im Bereich Ereignisdaten und C2I gereift sind, könnten städtische und andere Behörden Pilotversuche durchführen (ähnlich wie andere europäische Regionen dies in ERTICO TN_ITS bereits tun). Dies würde erlauben, erste praktische Erfahrungen zu sammeln – die dann idealerweise auch mit anderen Schweizer Behörden geteilt werden können.
- Für die Bereitstellung von Daten aus Behördenhand sollten generell Skaleneffekte genutzt werden. Konkret soll bezüglich Formate und Kanäle auf zumindest nationale, besser internationale oder gar globale Standards abgestützt werden (beispielsweise INSPIRE auf europäischer Ebene bezüglich topografischen Basisdaten).
- Für das Erheben von behördlichen Messdaten in Echtzeit (und allenfalls mit drahtloser Übertragung) sollten bei der Erneuerung von strassenseitiger IT-Infrastruktur der Ersatz der relevanten Hardware (beispielsweise Sensorik, Logger, Router, Netzwerkanbindung) «mitgedacht», evaluiert und allenfalls umgesetzt werden (vgl. auch Projekt *Systemarchitektur Schweiz SA-CH*). So können Investitionen gebündelt und Kosten tendenziell gesenkt werden.
- Für den Fall, dass sich der vernetzte Fahrzeugbetrieb im Sinne einer C2C Infrastruktur durchsetzt, kommt leistungsfähigen Mobilfunknetzen eine wichtige Rolle zur Datenübertragung zu. Behörden sollten für diesen Fall attraktive Bedingungen (z.B. Planungsprozesse) für den Aufbau eines 5G-Netzes schaffen. Im Hinblick auf die Situation in der Schweiz mit mehreren privaten Betreibern bisheriger Mobilfunknetze könnte auch die Option eines staatlichen 5G-Netzes im Sinn eines «utility networks»,

²² <https://amsterdamgroup.mett.nl>

²³ <http://www.cedr.eu/countries>

auf dem Private Dienstleistungen anbieten können, interessant und entsprechend zu prüfen sein²⁴.

4.2 Datenhoheit und Datenzugriff

Der Begriff «Datenhoheit» bezeichnet die Kontrolle einer Person oder Institution über den Zugriff und die Verwendung ihrer Daten. Die Datenhoheit von Behörden über Daten gewährleistet fortwährenden Zugriff und Verwendung dieser Daten und auch die Kontrolle über die (Vor)Verarbeitung dieser Daten. Gerade die Kontrolle über die «Produktionskette» von Daten kann für behördliche Aufgaben sehr wichtig sein, denn sie erhöht die Qualität, Nachvollziehbarkeit, Legitimität und schliesslich die Rechtssicherheit von auf Basis von (Roh-)Daten, bzw. daraus abgeleiteten Informationen gefällten Entscheidungen.

Im Bereich von Daten für und über das automatisierte Fahren verfügen Behörden aktuell nur bei einem Teil der Daten über die Datenhoheit: bei behördlichen Daten aus Erhebungen/Messungen, bei (behördenproduzierten) Ereignisdaten sowie bei topografischen und verkehrlichen Basisdaten aus Behördenhand. Voraussetzung ist, dass die Datenhoheit jeweils nicht an einen Zulieferer abgetreten wurde.

Für die anderen Arten von Daten, insbesondere bei (aggregierten) Sensordaten, liegt die Datenhoheit in der Regel bei Fahrzeugherstellern oder Datenfirmen in deren Umfeld, und nicht bei den Behörden. Wenn Behörden solche Daten verwenden möchten, müssen sie diese oft käuflich erwerben und einige weitere Nachteile gewärtigen: Die Daten entstammen oft einer eigentlichen «Black Box», d.h. Behörden haben wenig Einsicht in allfällige Vorverarbeitungsschritte. Damit ist beispielsweise unbekannt, welche Datenpunkte als «auffällig» identifiziert und eventuell aus dem finalen Datensatz entfernt oder auf irgendeine Art korrigiert worden sind. In der Längsschnittbetrachtung kommt hinzu, dass bei den Datenlieferanten verwendete Operationalisierungen und Algorithmen sich über die Zeit (z.B. infolge von Kundenbedürfnissen) ändern können und so die Längsschnittvergleichbarkeit von Daten leidet. Solche Veränderungen können – wenn nicht oder nicht transparent genug kommuniziert – von Datennutzenden unerkannt bleiben. Damit besteht das Risiko, dass aus den Daten falsche Schlüsse gezogen werden. Selbst bei vorbildlicher Dokumentation und Kommunikation solcher Änderungen kann die Längsschnittvergleichbarkeit dennoch leiden. Schliesslich kann es sein, dass für Datenquellen keine oder zu sehr beschränkte (z.B. zeitlich eng bzw. auf Widerruf befristete) Service Level Agreements (SLA) vorliegen. Dieser Umstand reduziert die mit der Nutzung einer Datenquelle verbundene Investitionssicherheit (z.B. Erstellen von Schnittstellen, Schulungsaufwand im Umgang mit den Daten) auf Behördenseite.

In jüngerer Zeit sind bei Mobilitäts- und Datenfirmen Tendenzen zu beobachten, Teile ihrer Daten anderen zugänglich zu machen: Schon länger bieten Firmen wie Strava oder Uber offene Daten an. In der Regel betreffen diese

²⁴ <https://www.economist.com/news/leaders/21736515-shared-networks-can-increase-competition-services-top-them-national-5g-wireless>

Angebote nur einen Teil der Daten dieser Firmen oder aggregierte Daten mit reduziertem Informationsgehalt. In diesen Fällen wird dem freien Angebot oft ein kommerzielles, kostenpflichtiges (vollumfängliches) Angebot zur Seite gestellt (sogenanntes Freemium-Modell). Beispiele solcher Angebote sind Strava Metro²⁵ bzw. Heatmap²⁶ und Uber Movement²⁷. Diese Entwicklungen können auch als Reaktion auf die Gefahr von – aus Sicht dieser Firmen überbordenden – Regulierung ihrer Geschäftsmodelle gesehen werden.

Ein weiteres Zeichen, dass der Trend in Richtung Öffnung von Daten zeigt, sind die Anfang Februar 2018 von 15 Mobilitätsfirmen (darunter Uber und Lyft, die auch über automatisierte Fahrzeuge forschen) unterzeichneten²⁸ «Shared Mobility Principles for Livable Cities»²⁹. In diesen Prinzipien ist auch festgehalten: «We aim for public benefits via Open Data»³⁰. Ein mögliches Sammelbecken für solche Daten (in anonymisierter Form) könnte das von der Welt Bank initiierte Projekt OpenTraffic bzw. dessen Nachfolger SharedStreets³¹ sein³². Inwieweit sich dieser Trend zum Teilen von Daten materialisiert und Firmen im Besitz von Daten auf deren Monetarisierung verzichten werden, wird sich noch zeigen müssen.

4.2.1 Empfehlungen zu Datenhoheit und Datenzugriff

Behörden sollten frühzeitig eine Position in der entstehenden schweizerischen Datenpolitik formulieren und ihre Interessen in diesem Bereich verfolgen. Einzelne Aspekte von Datenpolitik werden in den folgenden Empfehlungen aufgegriffen:

- Behörden sollten im Rahmen von Bedürfnisstudien ermitteln, welche Daten für welche Ihrer Aufgaben unabdingbar, wichtig oder wünschenswert sind und aus welchen Quellen sie diese künftig beziehen möchten. Bei der Beurteilung einer Partnerschaft bezüglich Datenquellen gilt es unter anderem – wie oben geschildert – Kostenaspekte gegenüber Anliegen bzgl. Datenhoheit abzuwägen, bzw. die Entscheidungsträger zur Bedeutung der Datenhoheit zu sensibilisieren. Solche Bedürfnisstudien sollten regelmässig aktualisiert werden (beispielsweise alle 2 Jahre), um neuen Anforderungen gerecht zu werden.
- Behörden sollten anschliessend Wege finden, sich möglichst einen Zugang zumindest zu unabdingbaren Daten, die von Akteuren im Umfeld automatisierten Fahrens erhoben werden, zu sichern. Diese Aufgabe ist am besten behördenübergreifend zu lösen.

²⁵ <https://metro.strava.com>

²⁶ <https://labs.strava.com/heatmap>

²⁷ <https://movement.uber.com>

²⁸ <https://mashable.com/2018/02/02/uber-lyft-mobility-pledge>

²⁹ <https://www.sharedmobilityprinciples.org>

³⁰ Fortsetzung: «The data infrastructure underpinning shared transport services must enable interoperability, competition and innovation, while ensuring privacy, security, and accountability.»

³¹ <https://www.sharedstreets.io>

³² <https://www.citylab.com/transportation/2018/01/who-owns-urban-mobility-data/549845>

- Im Rahmen von Smart City-Strategien und -Umsetzungsprogrammen sollten Behörden darauf achten, einen «Vendor Lock-In» und das (unabsichtliche) Abtreten von Rechten an Daten zu vermeiden.
- Behörden sollten die internationale Entwicklung im Bereich von aggregierten Sensordaten verfolgen. Ein Augenmerk sollte hier auf den grossen Technologie-, Fahrzeug- und Mobility as a Service-Firmen sowie auf «global cities» liegen. Diese Aufgabe ist voraussichtlich am besten bei den Smart City-Beauftragten oder bei datenaffinen Personen in Verkehrs- oder Tiefbauämtern angesiedelt.
- Behörden sollten ein Augenmerk auf die noch relativ junge Entwicklung von My Data³³ haben und prüfen, inwiefern diese Vision mit ihren Interessen kongruent und folglich unterstützenswert ist. Mit My Data erlangen Individuen die Hoheit über ihre Daten und bestimmen, mit wem sie diese teilen, bzw. wie oder ob sie diese monetarisieren; Intermediäre könnten ausgeschaltet werden. Personen könnten so ihre Daten für behördliche Zwecke zur Verfügung stellen.
- Im Umgang mit neuartigen Daten (z.B. Pilotanwendungen von aggregierten Sensordaten u. ä.) sollten Behörden allenfalls vorhandenen Ausbildungsbedarf der eigenen Mitarbeitenden im Umgang mit solchen Daten, bspw. bezüglich des Datenschutzes, adressieren.

4.3 Datennutzung und Datenmanagement

Bei der Nutzung und Management von Daten stellen sich wichtige Fragen der Informationssicherheit und des Datenschutzes (ISDS). Dazu gehören z.B. die Zweckgebundenheit von Datenerfassung und das Prinzip der Datensparsamkeit.

Manche kritischen Aspekte des Datenschutzes lassen sich unter Umständen mit technischen Mitteln zur Pseudonymisierung oder Anonymisierung der einzelnen Datensätze angehen. Aber auch hier ist Vorsicht geboten, können doch auch anonymisierte Daten problematisch sein³⁴ bzw. unter Umständen deanonymisiert werden³⁵.

Daneben gilt es für Nutzerinnen und Nutzer von für Behörden neuartigen Arten von Daten sich mit diesen vertraut zu machen, deren «fitness for use» abzuklären und allenfalls neue Wege der Datenverarbeitung zu entwickeln, falls solche nötig sein sollten (etwa Big Data-Ansätze). Zu solchen Daten gehören z.B. heute für viele Behörden aggregierte Sensordaten, künftig über C2I übermittelte fahrzeugspezifische und VM-orientierte Daten.

³³ <https://www.srf.ch/kultur/wissen/world-web-forum/datentracking-im-wandel-vermarkte-deine-daten-selbst>

³⁴ <https://www.forbes.com/sites/sethporges/2018/01/29/strava-was-just-the-beginning-even-seemingly-innocent-data-can-be-weaponized>, <http://www.cbc.ca/radio/spark/383-dangerous-data-libraries-and-more-1.4516637/exercise-app-shows-why-anonymous-data-can-still-be-dangerous-1.4516651>

³⁵ <https://www.theguardian.com/technology/2014/jun/27/new-york-taxi-details-anonymised-data-researchers-warn>

4.3.1 Empfehlungen zu Datennutzung und Datenmanagement

- Gerade im Umgang mit Nutzendendaten müssen alle Beteiligten für ISDS -Anliegen sensibilisiert werden: Beachten der Best Practices, bei Bedarf Erstellen und Umsetzen von ISDS-Konzepten (vgl. z.B. Hermes-Methodik). Dabei sind behördenintern Zugriffsberechtigungen und legitime Verwendungszwecke, zum Beispiel im Umgang mit neuartigen und potenziell heiklen Daten wie aggregierten Sensordaten oder (künftig) C2I-Daten, zu regeln.
- Verstärken des Knowhows für die Arbeit mit (neuartigen) Daten sowie Daten von ungewohntem Umfang («Volume» im Sinn von Big Data) oder mit ungewohnt schnellen Aktualisierungsrhythmen («Velocity» im Sinn von Big Data).
- Wenn eine Behörde ihre Effizienz steigern und das Paradigma einer «evidence-based organisation»³⁶ anstreben möchte, ist das Etablieren durchgängig digitaler Prozesse ein wichtiger Bestandteil.
- Allenfalls müssen aktuell eingesetzte IT-Infrastrukturen einer Echtzeitbefähigung unterzogen werden, damit diese mit Daten, die in Echtzeit angeliefert werden, umgehen können. Zusätzlich sind allenfalls neue Schnittstellen zu Umsystemen zu entwickeln. Der Bedarf für diese Massnahmen und die Vorgehensweise («make or buy») ist im Einzelfall zu prüfen.
- Im Hinblick auf die Abgabe von Daten an externe Akteure (z.B. topografische und verkehrliche Basisdaten und Ereignisdaten, vgl. Kapitel 4.1) ist der Definition adäquater Datenmodelle Beachtung zu schenken: diese müssen die Ziele einer Behörde unterstützen, d.h. die Behörde muss aufgrund von innerhalb des Datenmodells erhobenen Daten Entscheidungen treffen und legitimieren können. Mit der vorhersehbaren vermehrten Abgabe von Daten an Externe sollten die verwendeten Datenmodelle aber *zusätzlich* die Überführung von Daten in standardisierte Austauschdatenformate (beispielsweise GTFS³⁷ im öffentlichen Verkehr) ermöglichen.

4.4 Ethik und Politik

Neben den Empfehlungen aus eher technischer Sicht gibt es auch ethische und politische Diskussionen, was zukünftige autonome Fahrsysteme dürfen und was nicht. In Deutschland hat eine Ethik-Kommission einen Regelsatz als Diskussionsgrundlage präsentiert und diskutiert³⁸.

4.4.1 Empfehlungen zu Ethik und Politik

- Bezüglich der Nutzung zum Beispiel von aggregierten Sensordaten oder von aus Fahrzeugen ausgelesenen C2I-Daten werden gesellschaftliche und politische Diskussionen zu ethischen und Datenschutz-Aspekten zu

³⁶ <https://www.ebpsociety.org/2016-q1/191-becoming-an-evidence-based-organization-five-key-components-to-consider>

³⁷ <https://developers.google.com/transit/gtfs/reference>

³⁸ https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile

führen sein. Chance und Risiken der Nutzung von Daten sollten offen mit der Zivilgesellschaft diskutiert werden, um die Akzeptanz von als wichtig befundenen Nutzungszwecken zu fördern.

- Im Hinblick auf die künftigen Möglichkeiten modernen Verkehrsmanagements (VM 4.0; beispielsweise Beeinflussen der Fahrgeschwindigkeit, Routing von Fahrzeugen aus der Verkehrsmanagementzentrale) ist ein gesellschaftlich-politischer Diskurs notwendig. Sind auf Verkehrsmodell-daten basierende VM-Massnahmen unverbindliche Hinweise an Fahrzeuginsassen, Empfehlungen, Weisungen oder nicht übersteuerbare Steuerungsbefehle? Der zu führende Diskurs zielt direkt auf den in Kapitel 2.3 angesprochenen Zielkonflikt ab und wie dieser zu lösen ist.

4.5 Generelle Empfehlungen

Angesichts der Komplexität des Themas des automatisierten Fahrens empfehlen wir weiter folgende Massnahmen:

- Definition eines Gremiums in den Städten und Kantonen, das sich mit den noch zu lösenden Fragen beschäftigt. Ein solches Gremium kann bei oder zwischen Smart City-Verantwortlichen, Vertretern aus Tiefbau- und Verkehrsämtern und Open Government Data-Verantwortlichen angesiedelt werden.
- Austausch mit anderen Behörden gleicher oder übergeordneter Staatsebenen, falls möglich auch über die Landesgrenze hinweg. Dadurch können Behörden vom Erfahrungswissen anderer profitieren und Skaleneffekte beim Aufwand für Knowhow- und Infrastruktur realisieren.
- Abwarten der Etablierung von Standards, um unnötige Kosten, die bei «First Movers» anfallen können, möglichst zu vermeiden, aber dennoch Verfolgen der Entwicklungen um Synergien im Rahmen der Erneuerungsplanung der IT- und Strasseninfrastruktur nutzen zu können.

Generell stellt automatisiertes Fahren diverse Fragen der Datenbereitstellung, des Datenbezugs und des Datenmanagements. Diese sind aber in ihrer Art oft generisch, d.h. stellen sich so (ähnlich) auch in anderen für städtische und kantonale Behörden relevanten Bereichen, wo z.B. potenziell bezüglich Datenschutz heikle Daten in Echtzeit und grosser Menge anfallen und verarbeitet werden müssen. Folglich lohnen sich für Städte und Kantone:

- Aufbau von Knowhow im Bereich der Verarbeitung potenziell grosser Datenmengen in Echtzeit und der Umsetzung digitaler Workflows.
- Erarbeitung von Open Government Data- und Smart City-Strategien sowie -Umsetzungsplanungen (falls nicht schon geschehen), die grundsätzliche Themen rund um Daten aufnehmen, den gesellschaftlich-politischen Diskurs dazu steuern und offene Fragen klären können.

A1 Zusammenfassung der Zustände des automatisierten Fahrens

(vgl. auch Anhang A6 im Schlussbericht der Phase A)

Zustand 1:

- MIV: vorwiegend L1 und L2, Pilotstrecken mit L3
- Strassengebundener ÖV: erste Versuche mit L4
- Schienengebundener ÖV: isolierte Anwendungen mit L4, L5

Zustand 2:

- MIV: L3 Anwendungen auf HLS-Netz mit L3, Pilotstrecken mit L4
- Strassengebundener ÖV: Regelbetrieb für gewisse Fahrzeuge und Netze mit L4, Sonderbewilligungen für L5
- Schienengebundener ÖV: Anwendungen auf ausgewählten Teststrecken mit L4, L5

Zustand 3:

- MIV: Anwendungen innerorts mit L3, Anwendungen auf HLS-Netz mit L4
- Strassengebundener ÖV: Regelbetrieb für gewisse Fahrzeuge und Netze mit L5, Teststrecken für gewisse Fahrzeuge und Netze mit L4
- Schienengebundener ÖV: Anwendung in Teilnetzen mit L4, L5

Zustand 4:

- MIV: Anwendungen HVS ausserorts mit L3, Anwendungen innerorts mit L4, Anwendungen in Siedlungsräumen und auf HLS mit L5
- Strassengebundener ÖV: Regelbetrieb für gewisse Fahrzeuge und Netze mit L5, Teststrecken für gewisse Fahrzeuge und Netze mit L5
- Schienengebundener ÖV: Anwendung in Teilnetzen mit L4, L5

Zustand 5:

- MIV: Anwendungen HVS ausserorts mit L4, allgemeine Freigabe von L5
- Strassengebundener ÖV: Regelbetrieb mit L5, adaptiver ÖV ohne flankierende Massnahmen
- Schienengebundener ÖV: Anwendung im gesamten Netz mit L5

Zustand 6:

- MIV: allgemeine Freigabe von L4 und L5, mit hoheitlicher Einflussnahme (Bsp. Pflicht zu automatisiertem Fahren in kapazitätskritischen Zonen)
- Strassengebundener ÖV: Regelbetrieb mit L5, adaptiver ÖV mit flankierenden Massnahmen
- Schienengebundener ÖV: Anwendung im gesamten Netz mit L5