

Schwerpunktthema:

Entwicklungen in Nachbarländern bieten Potenziale für Synergien

Themenvertiefung: Virtuelle Infrastruktur

Betreut durch: ASTRA

Bericht: 26.11.2015 (2015-2)

Ueber Navigationsgeräte tauschen schon heute Fahrzeuge Informationen mit Dienstleistern aus. Weitergehend liegen Standardisierungen vor, wie Signalisationen direkt ins Fahrzeug übermittelt werden können. Gar eine direkte Geschwindigkeitssteuerung ist denkbar. Diese Technologien werden für fahrerlose Fahrzeuge noch wichtiger, wollen sie sich effizient in der bestehenden Umgebung bewegen: sie benötigen aktuelle Karten, müssen mit Mischverkehr – wie Fussgänger – umgehen können und sollen von anderen Fahrzeugen lernen, den Verkehr zu bewältigen. Dazu ist eine virtuelle Infrastruktur nötig, welche den Datenfluss organisiert und welche von allen Beteiligten gemeinsam betrieben wird.

Vertreter:

Markus Riederer

ASTRA, Verkehrs- und Innovationsmanagement, 3003 Bern

markus.riederer@astra.admin.ch

1 Stand und Entwicklung

1.1 Internationale Trends

Im Oktober fand der ITS World Congress in Bordeaux statt unter dem Motto: "Towards Intelligent Mobility – Better Use of Space" (<http://itsworldcongress.com/>). Er zeigte, dass ITS in Bewegung gekommen ist: Fahrzeuge waren erstmals ein Hauptthema. Wobei offen bleibt, wie der Weg zu **vollautomatisierten Fahrzeugen** aussieht. Verschiedentlich wurde darauf hingewiesen, dass nicht primär die Technologie ausschlaggebend ist, sondern die Transportpolitik und die Geschäftsmodelle – oder zusammengefasst: Wollen wir's? Die Autohersteller zeigen sich prinzipiell offen, mauern aber bei den Fragen zu möglichst **offenem Datenaustausch** oder **gemeinsamen Plattformen** (siehe auch C-ITS). Das kürzlich abgeschlossene Forschungsprojekt CONVERGE [CONVERGE 2015] schlägt Ideen für eine gemeinsame Plattform vor, um den Datenfluss zu organisieren. Der österreichische Autobahnbetreiber (ASFINAG) wünscht sich dabei, dass Daten nicht nur von den Betreibern ausgehen, sondern auch von den Dienstleistern zurückfließen. ITS Niederlande möchte gar einen Wandel vom heutigen maximalen Besitz von Daten hin zu Open Data. Dienstleister (beispielsweise für Navigation) wollen aber weiterhin Daten über eigene Plattformen anbieten. Im ganzen Hype zu vollautomatisiertem Fahren ist beinahe das Verkehrsmanagement verloren gegangen. Dass verbindliche Informationen direkt in Fahrzeuge übermittelt werden sollen, war nur sporadisch zu hören. Auch die Bedürfnisse der Sicherheitsbehörden, direkt auf Fahrzeuge einzuwirken, wurden grösstenteils ignoriert. Aber genau diese Fragen könnten Stolpersteine bei der Einführung von neuen Technologien sein. Wollen wir mit neuen Technologien Effekte erreichen, so müssen genügend Verkehrsteilnehmer ausgerüstet werden. Dabei gewinnt das **Smartphone** zunehmend an Bedeutung, insbesondere für Uebergangsszenarien.

Der Trend von Transportmittelbenutzern zu **Reisenden** setzt sich fort: Einige Autohersteller haben ihre Marktstrategie angepasst und sprechen davon, dass Personen Fahrzeuge nicht mehr besitzen sondern erleben wollen. In einem bemerkenswert frischen Auftritt präsentierte die SNCF (französische Bahnen) ihre Ideen zu nahtlosem Reisen – auch unter Einbezug von Autos. Mobility as a Service (MaaS: das GA für allgemeine Mobilität) wurde ausgiebig diskutiert: ein weiteres Zeichen dafür, dass sich der Wechsel von Technologien zu **Diensten** etabliert.

1.2 EU

eCall: Die EU arbeitet die Durchführungsrechtsakten zur Typenprüfung aus. Sie sollen die Umsetzung vereinfachen. Der Termin vom 31. März 2018 zum verbindlichen Einbau von eCall in Fahrzeugen nach [EC REG 2015/758] ist davon nicht berührt.

Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste (RTTI): Die Spezifikationen sind am 13. Juli 2015 in Kraft getreten [EC REG 2015/962]. Innerhalb von zwei Jahren müssen die EU-Mitgliedsstaaten einen nationalen Zugangspunkt für Verkehrsdaten schaffen. Die Mitgliedsstaaten sind daran, die Datenformate zu koordinieren.

Multimodale Reiseinformationsdienste (MMTI): Die Expertendiskussionen zu diesbezüglichen Spezifikationen entsprechend der ITS-Richtlinie [EC DIR 2010/40] sind weit fortgeschritten. Ein Kernthema ist der gemeinsame Zugang zu Fahrplan- und Echtzeitdaten. Das BAV ist aktiv involviert.

Informationen zu Parkplätzen für Schwerverkehr: Die EU-Kommission hat eine Datenbank aufgebaut, um die Parkplätze für Schwerverkehr zu dokumentieren entsprechend den Spezifikationen [EC REG 885/2013]. Die Datenbank steht als Pilot den Mitgliedsstaaten zur Verfügung.

Key Performance Indicators (KPI): Mit KPI will die EU den Fortschritt bezüglich ITS in den EU-Mitgliedsstaaten beziffern. Eine überlange Liste wurde auf 6 KPI reduziert. Doch auch deren Definition wird unter den Mitgliedsstaaten heftig diskutiert.

Friends of ITS: Das European ITS Committee (EIC, bestehend aus EU Mitgliedsstaaten) und die European ITS Advisory Group (EIAG, bestehend aus ITS-Interessenvertreter) haben im Oktober gemeinsam ITS-Fragen diskutiert. Die Niederlande stellten ihre Idee vor für eine gemeinsame Erklärung zur Zusammenarbeit bezüglich vollautomatisiertem Fahren. Die Erklärung soll am 14. April 2016 von hochrangigen Vertretern der EU-Mitgliedsstaaten unterzeichnet werden. Die Idee wurde allseits begrüsst. Die Behörden wiesen darauf hin, dass vollautomatisches Fahren nicht Selbstzweck sein darf, sondern den Verkehr verbessern muss. Eine digitale Infrastruktur ist also nötig. Wie sie organisiert werden soll, darüber gehen die Meinungen auseinander.

Plattform Kooperative Systeme (C-ITS): Die EU hat in der Plattform C-ITS alle Interessenvertreter für Kooperative Systeme an einen Tisch gebeten, um umfassend die Aspekte einer Umsetzung zu diskutieren: Technik, Organisation, Gesetzgebung, Public Relation usw. Inzwischen liegen die wichtigsten Fragen auf dem Tisch. Viele EU-Mitgliedsstaaten sind aber noch immer unsicher, wie C-ITS umgesetzt werden soll, so dass ein Nutzen für den Verkehr entsteht, und wie C-ITS mit automatisiertem Fahren koordiniert werden soll. Denn noch immer fehlt eine Einigung, welche Technologien zukunftssträftig sind und wie der Datenfluss organisiert werden soll. Die EU-Kommission will Anfang 2016 einen Bericht mit Empfehlungen der C-ITS-Plattform herausgeben. Die Plattform soll weiter bestehen und neu automatisiertes Fahren einbeziehen.

1.3 ERTICO

ERTICO General Assembly and Conference: ERTICO hat bis anhin vor allem EU-Förderprojekte seiner Partner koordiniert, will nun aber vermehrt reguläre Umsetzungen angehen. Ob das funktioniert, muss sich weisen, denn sobald die Partner selber Geld in die Hand nehmen mussten, konnten sie sich nur schwer auf ein gemeinsames Vorgehen einigen. Die Behörden erachten ihren Einfluss in ERTICO als klein und diskutieren Verbesserungsmassnahmen.

TISA General Assembly and Committee Meetings: TISA entwickelt und betreut Verfahren, Verkehrsmeldungen zu verteilen. Dazu gehört z.B. die Normierung und Zertifizierung von TMC, dem europaweiten Verkehrsmeldesystem, das vorwiegend für Rundfunk bestimmt war. Vor diesem Hintergrund hat TISA erkannt, dass nicht mehr primär Technologien wichtig sind, sondern die erbrachten Dienste. Werden nun ähnliche Dienste über verschiedene Technologien erbracht, wie Verkehrsmeldungen einmal über Rundfunk sowie über Smartphones, so besteht die Gefahr, dass sie wiederholt werden oder sich gar widersprechen. Eine Lösungsmöglichkeit könnte eine gemeinsame Koordinationsplattform sein, wie sie CONVERGE [CONVERGE 2015] vorschlägt. Derartigen Ideen stehen viele TISA-Mitglieder aber kritisch gegenüber.

Plattform TM2.0: In TM2.0 wollen Navigationsdienstleister Echtzeit-Fahrzeugdaten gegen Verkehrsmanagementpläne und deren Aktivierungsstatus von Seiten Behörden tauschen. Der Umfang der Daten und das Vorgehen wurden grob festgelegt. In einer nächsten Phase sollen die Details ausgehandelt werden. Ein Austausch über unterschiedliche Einzelverträge ist kaum machbar – schon wieder zeigt sich, dass eine gemeinsame Datenplattform sinnvoll wäre.

1.4 swisscleantech

Die Fokusgruppe Mobilität von swisscleantech (www.swisscleantech.ch) hat sich Ende Mai mit fahrerlosem Fahren befasst. Die Gruppe sieht in dieser Technologie grosses Potential für einen nachhaltigen Verkehr – aber nur, wenn die Nachfrage nach Mobilität massvoll gesteuert werden kann.

1.5 asut-Seminar

Das asut-Seminar vom letzten Juni stand unter dem Thema "Wege zur digitalen Schweiz". Internet of Things (IoT) – die umfassende Vernetzung – war das Hauptthema. Bundesrätin Leuthard sieht diese Art von Digitalisierung als eine Möglichkeit, den Verkehr zu entlasten. Vollautomatisiertes Fahren erachteten die Teilnehmer als noch wenig erfolgsversprechend. Interessanterweise wurde auch in diesem Seminar – wie schon bei TISA – darauf hingewiesen, dass Geschäftsmodelle primär auf Diensten und nicht mehr auf Technologien basieren.

2 Themenvertiefung: Virtuelle Infrastruktur

Fahrzeuge tauschen schon heute eine Vielzahl von Informationen aus, seien es Ortsangaben gegen Routinginformationen von Navigationsdienstleistern oder seien es Daten zur Fahrzeugfunktionen gegen Servicedienstleistungen von Fahrzeugherstellern. Informationsübermittlung zwischen Fahrzeugen selber ist auch vorgesehen, beispielsweise könnte ein vorderes Fahrzeug eine Notbremsung melden und das hintere selber darauf reagieren. Ueber all diese Kanäle wären weitergehende Informationen möglich. So könnte der Strassenzustand vom Fahrzeug an die Infrastruktur gemeldet werden, die Fahrstreifensperrungen direkt ins Fahrzeug übermittelt werden oder gar Geschwindigkeiten automatisch angepasst werden. Für fahrerlose Fahrzeuge sind diese Technologien unerlässlich. Diese Fahrzeuge werden sich in der bestehenden Umgebung zurechtfinden müssen: in Karten werden kleinere Details fehlen, Mischverkehr mit konventionellen Fahrzeugen, Velos und Fussgängern wird weiter bestehen und Ereignisse werden auftreten, an welche die Hersteller des Fahrzeugs noch nicht gedacht haben. Ein effizienter und sicherer Verkehr wird deshalb nur möglich sein, wenn die Fahrzeuge untereinander **und** mit der Infrastruktur kommunizieren.

Vom Blechschild zu fahrzeuginterner Signalisation und Steuerung

Die heutige Signalisation und Steuerung des Verkehrs ist vor allem auf den Menschen zugeschnitten: ein visuelles Signal in Form einer Blechtafel zeigt den Fahrern, dass die Geschwindigkeit auf 80 km/h beschränkt ist. Fahrerlose Fahrzeuge könnten zwar derartige Schilder mittels Video erkennen, was aber sehr aufwändig ist und fehleranfällig sein kann. Signalisationen direkt elektronisch zu übermitteln, ist effizienter. Sie kann an die jeweilige Situation und an das jeweilige Fahrzeug angepasst werden und geht von rein informativer Art über Empfehlungen bis zu Anweisungen oder gar Steuerungen. Im weitesten Fall will die Polizei ein fahrerloses Fahrzeug wenn nötig stoppen können.

Fahrerlose Fahrzeuge sind mit einer Vielzahl von Sensoren ausgerüstet, deren Daten elektronisch vorliegen. So kann der Verlauf der Strasse erfasst und damit die bestehenden Karten verbessert werden. Im Weiteren kann der Zustand der Strasse bestimmt werden: ist sie nass, gefroren oder hat sie Spurrillen? Trotz all dieser Informationen wird ein Hersteller nie alle Strassen- und Verkehrssituationen vorhersehen können. Deshalb müssen neue Ereignisse erfasst und ins Verhalten des fahrerlosen Fahrzeugs integriert werden.

Aus "L(ernenden)" werden fahrerlose Fahrzeuge

In heutigen Versuchen verhalten sich fahrerlose Fahrzeuge wie übervorsichtige Lernfahrer. Für einen sicheren und effizienten Verkehr müssen sie dazulernen, sei es mit menschlicher Hilfe oder maschinellem Lernen. Dieser Prozess kann beschleunigt werden, wenn die Fahrzeuge ihre Sensordaten und die daraus gewonnenen Erfahrungen gegenseitig austauschen – ganz wichtig für seltene Ereignisse, welche potentiell gefährlicher sind [Da Lio 2015]. Die Verarbeitung dieser Daten erfolgt schon bei den heutigen Versuchen nicht nur im Fahrzeug selber, sondern externe Computersysteme übernehmen einen Teil der Aufgaben beispielsweise für die Aufdatierung von Karten. Aber auch konventionelle Fahrzeuge spielen viele Daten an ihre Hersteller oder Dienstleister zurück. Diese Daten liegen meist isoliert bei den einzelnen sammelnden Organisationen. Ein gemeinsames Lernen für einen sicheren und effizienten Verkehr ist nur möglich, wenn die Daten gemeinsam bearbeitet werden können. Schliesslich profitieren von einem gemeinsamen Lernen auch das Gesamtverkehrssystem und dessen Nachhaltigkeit. Das funktioniert aber nur, wenn der schon bestehende Verkehr am Datenaustausch beteiligt wird. Dazu sind Nachrüstzenarien nötig. Für bestehende Fahrzeuge bedeutet das, den Zugang zu Daten zu ermöglichen, sie zu erfassen und weiter zu verteilen. Smartphones können dabei eine Schlüsselrolle spielen. Sie würden auch anderen Strassenteilnehmern wie Velofahrern, Fussgängern oder Benutzern des öffentlichen Verkehrs erlauben, sich mit Fahrzeugen zu koordinieren, seien diese konventionell oder vollautomatisch gesteuert. Die Behörden werden weiterhin die Interessen der verschiedenen Verkehrsteilnehmer ausbalancieren entsprechend der gesamtgesellschaftlichen Ziele. Ein Gesamtverkehrsmanagement wird also nach wie vor nötig sein.

Fahrerlose Fahrzeuge werden also nur dann effizient und sicher funktionieren, wenn sie gegenseitig miteinander und mit der Infrastruktur kommunizieren, ihre Erfahrungen gemeinsam sammeln lassen und diese wieder gegenseitig nutzen. Fahrerlose Fahrzeuge müssen deshalb sowohl untereinander vernetzt sein als auch mit externen Systemen wie Infrastruktur und Datenbanken zum Erfahrungsaustausch (Abbildung 1). Um sich sicher im Mischverkehr bewegen zu können, ist zudem eine möglichst umfassende Vernetzung mit

anderen Strassenteilnehmern nötig. So gesehen ist der Begriff "autonome Fahrzeuge" missverständlich: "vollautomatisierte Fahrzeuge" ist treffender. Dass Vernetzung ein Schlüssel für diese Technologie ist, zeigt die kürzlich erteilte Versuchsbeurteilung an einen Telekommunikationsanbieter in der Schweiz [ASTRA 2015].

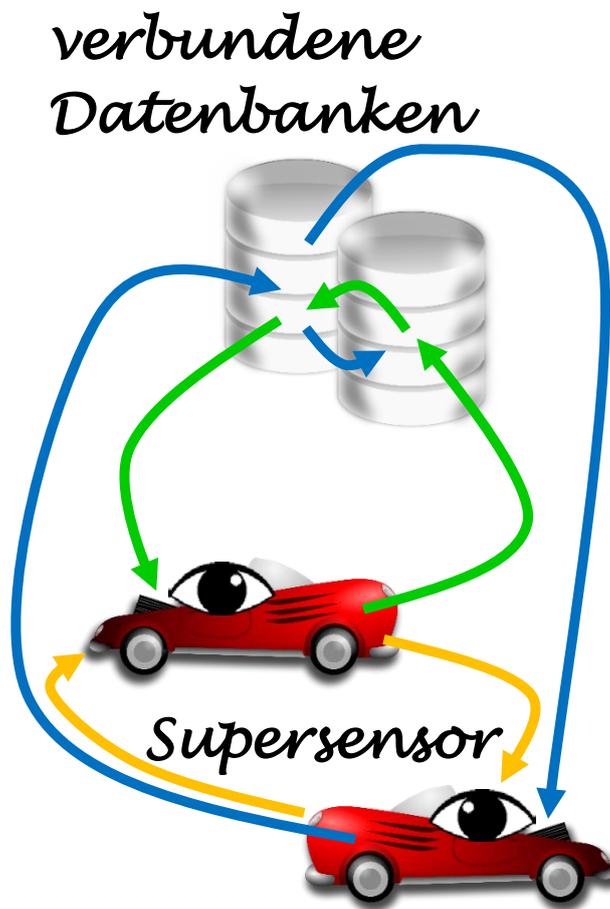


Abbildung 1: umfassend vernetzte fahrerlose Fahrzeuge:
vollautomatisiert - nicht autonom!

Umfassende Vernetzung: eine Utopie?

Die oben skizzierte umfassende Vernetzung aller Strassenteilnehmer und -Akteure (Hersteller, Dienstleister, Behörden) mag utopisch erscheinen. Neben grundsätzlichen wissenschaftlichen Überlegungen liegen verschiedene Bausteine dafür aber schon vor oder sind in Bearbeitung.

Kommunikation ist das Fundament für Datenaustausch. Die Automobilhersteller und die Telekommunikationsindustrie haben deshalb an der diesjährigen Internationalen Automobilausstellung (IAA) einen EU Industry Dialogue gestartet [ACEA 2015]. Wie weit diese Absicht zur Zusammenarbeit Früchte tragen wird, bleibt abzuwarten. Die Industrie setzt vorerst noch immer auf ITS-G5, die europäische Variante des WiFi-Standards für Fahrzeuge IEEE 802.11p. Das mag für erste Versuche und Erfahrungen mit der Datenverarbeitung genügen, für einen grossflächigen Einsatz genügen die Kapazität und die Technologie aber kaum [Shields 2013]. Dennoch waren prominente Rufe nach mehr Frequenzen für diese Technologie am ITS-Weltkongress zu hören, u.a. von ITS America. Andere Stimmen fordern dar, dass ITS-G5-Infrastruktur für Onlineeinkäufe geöffnet werden soll, um deren Installation zu fördern [Yermack 2015]. Das ist realitätsfern in Anbetracht der beschränkten Kapazität und der angestaubten Technologie. Mobilfunktechnologien der 4. Generation (4G) – LTE und LTE-Advanced – bieten Lösungen an. Sie müssen aber noch umgesetzt werden [ERTICO 2015]. Die nächste Generation (5G) wird auch im Hinblick auf Internet of Things (IoT) entwickelt, also kleine Datenpakete mit kurzen Latenzen – genau das, was für Fahrzeugkommunikation wichtig ist.

Datenzugang ist der nächste Schritt. Die Verkehrsteilnehmer müssen wissen, welche Daten gesammelt werden, und diese Personen sollen bestimmen können, ob und wie die Daten verwendet werden. Das bedeutet auch, dass Benutzer Dritten erlauben können, ihre Daten zu verwenden. Das würde Raum für neue Ideen geben. Dazu ist eine offene Fahrzeugschnittstelle nötig, wie sie in der ITS-Richtlinie [EC DIR 2010/40] und vom EU-Parlament erwartet wird [EU REG 2015/758], wogegen sich die Automobilindustrie aber vehement wehrt. Dann sollen die Daten möglichst frei benutzt und kombiniert werden können, beispielsweise nach Open-Data-Prinzipien. Generell können die daraus gewonnenen Informationen dann auf dem Markt frei gehandelt werden [Riederer 2014-2]. Eine wichtige Rolle spielt die verwendete Software in Fahrzeugen: was sammelt sie? Was sendet sie weiter? Was macht sie mit den Daten? Um dazu Klarheit zu schaffen, wurde gar Open Source gefordert [c't 23/2015]. Und schliesslich muss die gefundene Lösung mit dem Datenschutz zusammenpassen.

Kartografierung ist ein gutes Beispiel, das zeigt, wie eine Zusammenarbeit funktionieren könnte. Die Behörden stellen Grundkarten zur Verfügung. Darauf tragen die Strassenbetreiber die Details ihrer Strassen ein. Fahrzeugsensoren zeigen, wo Verbesserungen an der Datenbasis nötig sind, können aber auch Reparaturen oder Umbauten anregen. Die dazu nötige Datenübertragung muss normiert werden. Ein Vorschlag dafür liegt schon vor [HERE 2015].

Eine Plattform, welche gemeinsam betrieben wird, soll nicht nur die Kartografierung sondern auch allgemein den Datenfluss zwischen allen Beteiligten organisieren, also zwischen Benutzern, Herstellern, Dienstleistern und Behörden. Ein Modell dazu schlägt das Forschungsprojekt CONVERGE mit seinem Governance Layer vor [CONVERGE 2015]. Wobei zu betonen ist, dass diese Struktur nicht von den Behörden betrieben werden muss.

Lernen von diesen Daten ist der letzte und schwierigste Schritt. Bis zu diesem Punkt sind ähnliche Probleme schon im Rahmen von Internet of Things (IoT) beschrieben worden. Q. Wu [Wu 2014] geht einen Schritt weiter mit dem Cognitive Internet of Things (CIoT): ein derartiges System soll lernen, denken und verstehen können und damit die physikalische und soziale Welt miteinander verbinden: eine Art übergeordnete Intelligenz. In Ansätzen wird das schon umgesetzt, beispielsweise indem Twittermeldungen zur Verkehrsanalyse hinzugezogen werden. In [Wu 2014] wird denn auch speziell der Verkehr erwähnt. Ein derartig organisiertes CIoT-System kann als virtuelle Infrastruktur angesehen werden. Sie umfasst nicht nur die Strasseninfrastruktur sondern auch die fahrerlosen Fahrzeuge als Supersensoren und die Daten der Industrie wie der Behörden. Andere Verkehrsteilnehmer können in dieses System integriert werden. Dafür bietet sich das Smartphone an, insbesondere weil schon heute der Wandel vom Transportmittelbenutzer zum Reisenden zu

beobachten ist. Im Weiteren ist das Smartphone ein wichtiger Bestandteil von sozialen Netzwerken. Und zu guter Letzt können die Daten von Smartphones die Zeit überbrücken, bis etablierte Hersteller und Dienstleister sich dazu durchringen können, ihre Datensammlungen möglichst uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen.

Also doch Utopie?

Vielleicht, aber nicht primär wegen der Technologie – die steht prinzipiell schon zur Verfügung. Ausschlaggebend ist der fehlende Wille zur Zusammenarbeit. Vieles wird schon heute umgesetzt, oft aber nur isoliert. Einige Beispiele: Aus dem Ort, der Geschwindigkeit und der Richtung eines Fahrzeuges wird der Verkehrsfluss ermittelt. Schleifenzähler in der Fahrbahn verifizieren ihn. Informationen aus sozialen Netzwerken vervollständigen das Verkehrsbild. Temperatur, Scheibenwischeraktivität und Vibrationen in einem Fahrzeug beschreiben den Strassenzustand: Frost? Regen? Schlaglöcher? Aus all diesen Daten folgen Informationen, Empfehlungen oder Anweisungen: "Dort ist schönes Wetter." "Diese Route ist schneller." "Jetzt maximal 80 km/h fahren!" Sie werden über Smartphones, Wechseltextanzeigen oder die Signalisation verbreitet. Smartphones liefern Start-/Zielinformationen. Diese werden für massgeschneiderte Informationen herangezogen. Werden diese Daten gemeinsam behandelt, so sind wir bei Big Data und Machine Learning.

Und jetzt?

Fahrerlose Fahrzeuge werden vollautomatisiert – nicht autonom – verkehren; sie sind immer vernetzt: untereinander wie auch mit nachgelagerten Systemen. Die dazu nötigen Technologien – eben auch eine virtuelle Infrastruktur – können schon im heutigen Verkehr eingesetzt werden. Nachrüstscenarien sind in einem ersten Schritt mittels Smartphones denkbar. Vorschläge für einen standardisierten Datenaustausch liegen vor [HERE 2015]. Ideen zur Organisation des Datenflusses wurden entwickelt [CONVERGE 2015]. Cognitive Internet of Things (CIoT) beschreibt ein Modell, wie eine derartige virtuelle Infrastruktur funktionieren könnte [Wu 2014]. Vorerst fehlt aber der Wille, eine gemeinsame Plattform aufzubauen, um den Datenfluss zu regeln – wenn denn die Daten zur Verfügung gestellt werden. Immerhin versuchen Navigationsdienstleister und Verkehrsmanagementzentralen innerhalb der Plattform TM2.0 (<http://tm20.org>), konkrete Methoden zu entwickeln, wie sie Daten austauschen können. Der Zugang zu Daten und deren Verwendung ist weiterhin der Schlüssel, dass sich der moderne Verkehr weiterentwickelt. Neue Impulse bringen der Einsatz von Smartphones und Neueinsteiger aus der ICT-Branche und dem öffentlichen Verkehr.

3 Literaturverzeichnis

- [CONVERGE 2015]: Wieker, Horst. «CONVERGE, COmmunication Network VEHICLE Road Global Extension, Proposal for a Car2X Systems Network, Deliverable D4.3, „Architecture of the Car2X Systems Network“». University of Applied Sciences, Saarbrücken, 31. Januar 2015. www.converge-online.de.
- [EC REG 2015/758]: «VERORDNUNG (EU) 2015/758 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2015 über Anforderungen für die Typgenehmigung zur Einführung des auf dem 112-Notruf basierenden bordeigenen eCall-Systems in Fahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG», <http://eur-lex.europa.eu>
- [EC REG 2015/962]: «DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2015/962 DER KOMMISSION vom 18. Dezember 2014 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste». <http://eur-lex.europa.eu>
- [EC DIR 2010/40]: "RICHTLINIE 2010/40/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 7. Juli 2010 zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern", Amtsblatt der Europäischen Union, 6.8.2010, <http://eur-lex.europa.eu>
- [EC REG 885/2013]: "DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) Nr. 885/2013 DER KOMMISSION vom 15. Mai 2013 zur Ergänzung der IVS-Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Bereitstellung von Informationsdiensten für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge", Amtsblatt der Europäischen Union 18.9.2013, <http://eur-lex.europa.eu>
- [Da Lio 2015]: Da Lio, M., F. Biral, E. Bertolazzi, M. Galvani, P. Bosetti, D. Windridge, A. Saroldi, und F. Tango. «Artificial Co-Drivers as a Universal Enabling Technology for Future Intelligent Vehicles and Transportation Systems». *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 16, Nr. 1 (Februar 2015): 244–63. doi:10.1109/TITS.2014.2330199.
- [ASTRA 2015]: "www.news.admin.ch - UVEK bewilligt Pilotprojekt für Tests mit autonomem Fahrzeug", 28. April 2015, <https://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=57035>.
- [ACEA 2015]: «Automotive and telecom industries launch joint EU dialogue at the Frankfurt IAA | ACEA - European Automobile Manufacturers' Association». 16/09/2015. <http://www.acea.be/news/article/Automotive-and-telecom-industries-launch-joint-EU-dialogue-at-the-Frankfurt>.
- [Shields 2013]: Shields, Russell T.: "ITS Communication Technologies: Disaster is Looming", Presentation, ygomi, 6. Februar 2013, ETSI ITS Workshop, Wien, http://docbox.etsi.org/Workshop/2013/201302_ITSWORKSHOP/S01_KEYNOTES/YGOMI_SHIELDS.pdf
- [Yermack 2015]: Yermack, Larry. «Connected vehicles and the transportation network». *Connected Vehicles Traffic Technology Today*. Zugegriffen 3. Juli 2015. <http://www.trafficechnologytoday.com/opinion.php?BlogID=1439>.
- [ERTICO 2015]: ERTICO. «5G Automotive Vision», 30. September 2015.
- [Riederer 2014-2]: Riederer, Markus. «Schwerpunktthema: Entwicklungen in Nachbarländern bieten Potenziale für Synergien, Themenvortiefung: Daten werden zu Informationen». its-ch, 20. November 2014. www.its-ch.ch
- [c't 23/2015]: Schmidt, Jürgen. «Editorial: Dinge, denen wir vertrauen können». *c't*. 16.10.2015. <http://www.heise.de/ct/ausgabe/2015-23-Editorial-Dinge-denen-wir-vertrauen-koennen-2844188.html>.
- [HERE 2015]: «HERE shares how automated cars can 'heal' maps on the fly». *HERE 360*. 23.10.2015. <http://360.here.com/2015/06/23/here-sensor-data-ingestion/>.
- [Wu 2014]: Wu, Qihui, Guoru Ding, Yuhua Xu, Shuo Feng, Zhiyong Du, Jinlong Wang, und Keping Long. «Cognitive Internet of Things: A New Paradigm Beyond Connection». *IEEE Internet of Things Journal* 1, Nr. 2 (April 2014): 129–43. doi:10.1109/JIOT.2014.2311513.

4 Abkürzungen

4G	Mobilfunk 4. Generation
5G	Mobilfunk 5. Generation
ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (Oesterreich)
asut	Association Suisse des Télécommunications
BAV	Bundesamt für Verkehr
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems
CloT	Cognitive Internet of Things
eCall	Automatisch auslösbarer Notruf aus Fahrzeugen auf Basis der Notrufnummer 112
EIAG	European ITS Advisory Group [EC DIR 2010/40]
EIC	European ITS Committee [EC DIR 2010/40]
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation
IEEE 802.11p	WiFi-Kommunikation für Fahrzeuge
GA	Generalabonnement (öffentlicher Verkehr)
IAA	Internationale Automobilausstellung
IoT	Internet of Things
ITS-G5	Europäische Variante von IEEE 802.11p
KPI	Key Performance Indicator
LTE	Long Term Evolution (Umsetzung Mobilfunk 4. Generation)
MaaS	Mobility as a Service
MMTI	Multimodal Traffic Information
RTTI	Real Time Traffic Information
SNCF	Société Nationale des Chemins de fer Français
TISA	Traveller Information Services Association
TM2.0	Traffic Management 2.0
TMC	Traffic Message Channel
WiFi	Wireless Fidelity (Drahtloses Netzwerk)