

Mögliche Zulassungsverfahren

Autonome Fahrzeuge können zwar in Untersystemen geprüft werden, müssen letztlich aber in ihrer funktionalen Sicherheit als Gesamtsystem getestet und validiert werden. Dafür bieten sich Testfahrten auf realen Strassen und unter realen Umgebungsbedingungen an, was allerdings angesichts der notwendigen Fahrkilometer (mehrere Milliarden Kilometer) und notwendigen Zeiten nicht möglich ist und durch alternative Methoden wie szenarienbasierte Ansätze, Teststände und -felder ergänzt werden muss. Bezüglich neuer, eventuell gravierender Risiken herrscht noch kein klares Bild. Sie sind neben dem Nachweis ausreichender Zuverlässigkeit Gegenstand angelaufener Forschung.

Die Fragen, wann autonome Fahrzeuge reif sind für eine Zulassung im Strassenverkehr und wie der Prozess – insbesondere für voll automatisierte Fahrzeuge – organisiert werden sollte, sind noch weitgehend offen: Ein in den USA favorisiertes Paradigma sieht vor, dass solche Fahrzeuge so weit wie möglich auf Strassen getestet werden und der Hersteller sicherstellen muss, dass wichtige Anforderungen erfüllt sind, dann aber das verbleibende Risiko selbst übernimmt («self-certification»). Andere Länder wie Deutschland halten das Testen auf Strassen für nicht ausreichend und fordern, dass die Fahrzeuge gegen repräsentative Szenarien getestet werden müssen, die auf Daten basieren und von Schlüsselakteuren aus Wissenschaft, Industrie und Behörden herausgearbeitet und als verbindlich vereinbart werden. Letztere entscheiden schliesslich über die Zulassung («Stempel-Ansatz»). Bemühungen zur Harmonisierung und Standardisierung sind erforderlich und international angelaufen.

Impressum

Hauptautor: Wolfgang Kröger (SATW)

Weitere Autorinnen und Autoren: Andreas Burgener (Auto Schweiz), Bernhard Gerster (BFH), Stefan Huonder (ASTRA), Werner Jeger (ASTRA), Esther Koller (SATW), Manuel Kugler (SATW), Marco Laumanns (Bestmile), Jürg Michel (Postauto Schweiz), Thomas Probst (Universität Freiburg) und Reto Schneider (SWICA)

Redaktion: Claudia Schärer und Beatrice Huber (SATW)

Bild: Adobe Stock

© SATW | Januar 2020

Autonome Mobilität braucht umfassende Beurteilung

Die Haltungen potenzieller Nutzer und der Öffentlichkeit erscheinen ambivalent. Man scheint sich nur einig zu sein, dass autonome Personen- und Gütertransportfahrzeuge als Teil eines innovativen kollektiven Mobilitätskonzeptes verstanden und entwickelt werden sollten, bei dem althergebrachte Grenzen zwischen unterschiedlichen Mobilitätsanbietern verschwinden; die angekündigte integrative SBB-App ist schon ein Schritt in diese Richtung, allerdings (noch) ohne autonom fahrende Fahrzeuge. Klar ist auch, dass in deren Beurteilung neben rein technischen Aspekten auch gesellschaftliche, ethische, regulatorische, ökonomische und ökologische Fragen einzubeziehen sind.

SATW unterstützt Sensibilisierung

Öffentlichkeit und Politik scheinen weitgehend uninformiert und kaum sensibilisiert. Ein breit angelegter Diskurs über Erwartungen, Folgen und Bedenken unter Beteiligung aller Akteure ist also gefordert. So können sie sich fundiert informieren und ein Bewusstsein für Chancen und Risiken sowie mögliche Problemfelder schaffen. Wie dies allerdings konkret geschehen kann, ist weitgehend offen.

Die SATW ist bereit, einen Beitrag zu leisten. Sie hat eine Themenplattform «Autonome Mobilität» eingerichtet mit dem allgemeinen Ziel, eine fundierte, breite Wissensbasis zu schaffen, die Öffentlichkeit zu informieren und zu sensibilisieren, Chancen und Problemfelder zu identifizieren sowie bei Bedarf Aktionen auszulösen. Dieses Faktenblatt ist daraus entstanden. Zudem wurde am Swiss Green Economy Symposium 2019 ein Innovationsforum beigesteuert. Dabei ergab sich ein interessantes Stimmungsbild: Die Notwendigkeit der Entwicklung hoch automatisierter Fahrzeuge wurde kritisch hinterfragt; bezüglich der Frage, ob Hype oder bald Realität, war man geteilter Meinung. Eine Vorreiterrolle der Schweiz wurde erstaunlicherweise trotz vorhandener Erfahrungen mit selbstfahrenden ÖV-Kleinbussen und einer besonderen Diskussions- und Entscheidungskultur nicht gesehen. Für die Entwicklung integrierter Verkehrskonzepte einerseits und für KMU im Bereich der Entwicklung von Teilsystemen und der Systemintegration andererseits werden der Schweiz aber durchaus Chancen eingeräumt.

satw it's all about
technology

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften SATW
St. Annagasse 18 | 8001 Zürich | 044 226 50 11 | info@satw.ch | www.satw.ch



it's all about
technology

Faktenblatt «Autonome Mobilität»

Hoch und voll automatisierte Fahrzeuge mit entsprechenden Fahrsystemen zielen darauf ab, Fahrerinnen und Fahrer zukünftig von oftmals lästigen Aufgaben zu entbinden, sie als Gefahrenquelle auszuschalten und zudem Infrastrukturen effizienter zu nutzen. Sie bedingen ein fast unvorstellbar hohes Mass an Digitalisierung, Nutzung künstlicher Intelligenz und neuartiger Vernetzung, sodass sich Systeme extremer Komplexität abzeichnen. So hat der CEO von Apple, Tim Cook, autonome Vehikel als «the mother of all artificial intelligence applications» bezeichnet.

Hype oder bald Realität?

Autonome Fahrzeuge sind aktuell in einem frühen Stadium der Entwicklung, Planung oder gar Erprobung. Angaben über deren Erstzulassung und kommerzielle Verfügbarkeit liegen weit auseinander: Skeptiker sehen bloss einen Hype; Befürworter sprechen von einer baldigen Realität. Dafür sprechen Investitionen in Milliardenhöhe durch grosse Länder wie die USA, China und auch Deutschland sowie durch gigantische Technologie- und Servicekonzerne wie Alphabet-Waymo, Uber und führende Automobilhersteller. Für die Marktdurchdringung von hoch automatisierten Fahrzeugen scheinen 20 Jahre, für vollautomatisierte mindestens 40 Jahre realistisch zu sein. Wahrscheinlich werden autonome Shuttles, Taxi-Flotten, Computer-geführte Lastwagen-Kolonnen und Verkehr an den Rändern grosser Städte den Weg ebnen.

Bereits haben laut Waymo autonome Fahrzeuge bis Mitte 2019 rund 10 Millionen Meilen auf öffentlichen Strassen (in dünnbesiedelten Schönwetter-Gliedstaaten) der USA zurückgelegt. In Singapur, Las Vegas und Boston wurden Taxidienste mit selbstfahrenden Fahrzeugen bereits eingerichtet; in der Schweiz gibt es Erfahrungen mit kleinen, selbstfahrenden Bussen in Sion, Marly, Genf und Neuhausen. Natürlich ist ein schneller Ersatz heutiger Fahrzeuge durch autonome nicht zu erwarten, ein Nebeneinander über Jahrzehnte ist voraussehbar und stellt in vielerlei Hinsicht eine oft unterschätzte Herausforderung dar.

Neue Mobilitätskonzepte

Die Entwicklung autonomer Fahrzeuge weckt grosse Erwartungen für individuelle Nutzer und – als Teil innovativer Mobilitätskonzepte – für die Gesellschaft und die Wirtschaft gesamthaft. Als wesentlicher Vorteil gilt eine gesteigerte Verkehrssicherheit mit weniger Unfällen und tieferen Opferzahlen und damit geringeren Kosten – und zwar derart signifikant, dass manche die schnelle Einführung autonomen Fahrens für ethisch geboten halten und von «Null-Risiko» zu träumen beginnen. Als weiterer Vorteil wird gesehen, dass von der klassischen individuellen Mobilität ausgeschlossene Gruppen wie Behinderte, Betagte oder Kinder ebenfalls individuell mobil werden. Diesen oft überschätzten Vorteilen stehen schwerwiegende Bedenken gegenüber wie Stress durch blindes Vertrauen in Systeme, die versagen können oder die man nicht versteht; Verlust der Eigenkontrolle; unübersehbare Cyberrisiken; Gefahr von Mehrverkehr oder Abbau des öffentlichen Verkehrs. Hinzu kommt ein befürchteter Verlust an Fahrspass.

Stufen autonomen Fahrens für die Schweiz

	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Technische Beschreibung	Bedingte Automatisierung: Das Fahrzeug ist in der Lage, in bestimmten Situationen die Fahraufgabe umfassend und dauerhaft zu übernehmen, ohne dass der Lenker die Fahrt überwachen muss. Erreicht das System seine Grenzen, muss der Lenker die Fahraufgabe wieder übernehmen, nachdem er vom Fahrzeug dazu aufgefordert wurde.	Hochautomatisierung: wie Stufe 3, aber: Erreicht das System seine Grenzen, versetzt sich das Fahrzeug selbständig in einen risikominimalen Zustand. Die Fahrzeuge sind mit Lenkrad und Pedalen ausgestattet; es sei denn, es handelt sich um ein rayongebundenes Fahrzeug.	Vollautomatisierung: Das Fahrzeug ist in der Lage, in allen Situationen die Fahraufgaben umfassend und dauerhaft zu übernehmen. Dazu gehören z.B. Mischverkehr, schlechte Witterungsbedingungen, schlechte Strasseninfrastruktur und ungewöhnliche Verkehrssituationen. Weder Lenkpersonen noch Lenkrad oder Pedale sind erforderlich.
Technische Herausforderungen Abbildung einer hochkomplexen Umgebung in Echtzeit	<ul style="list-style-type: none"> – Vielzahl von Sensoren zur Wahrnehmung des Umfelds, besonderer Bedingungen (Baustellen, Wasser, Schnee- und Trockengebiete) und nichtmotorisierter Strassennutzer – Mischverkehr – Erkennung unterschiedlicher Verkehrszeichen und -regeln – Zusammenführung, Interpretation und Schutz grosser Datenmengen 	Wie Stufe 3 und zusätzlich noch: <ul style="list-style-type: none"> – zuverlässige Sensoren unter allen Witterungsbedingungen – nicht adäquate Strassenmarkierung oder -infrastruktur – Implementierung der meisten Fahrschnitte – Fernüberwachung der Systeme 	Wie Stufe 4 und zusätzlich noch: <ul style="list-style-type: none"> – Implementierung aller Fahrschnitte (Neben- und Bergstrassen) – Fahrwegentscheidung bei Stausituationen, Umleitungen, Überschwemmungen u.a.
Optimierung	<ul style="list-style-type: none"> – Vermeidung undefinierter Verantwortung – Datenschutz und -sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> – Hochpräzises, aktuelles Kartenmaterial der Strecken – Vernetzung von Infrastruktur, Fahrzeugen und Menschen 	<ul style="list-style-type: none"> – Rückfallszenario mit zentraler Überwachung und Steuerung
Alterung	<ul style="list-style-type: none"> – Nachlassende Sensorempfindlichkeit (Alterungsprozesse) und Verwischen der Systemgrenzen – Software-Updates über gesamte Lebensdauer sowie Unterhalt der Software bei auslaufender Produktion 		
Zulassung	<ul style="list-style-type: none"> – Klare, gestufte Zulassungsanforderungen (namentlich KI-Anwendungen, kritische Szenarien, Validierung) notwendig – Wahrung der Zulassung bei OTA (over-the-air) Software Updates 		
Individueller Nutzen			
Reduktion menschlicher Fehler	beschränkt zutreffend (Mensch als reiner Überwacher ungeeignet)	vermehrt zutreffend	stark zutreffend
Abnahme nichtproduktiver Zeit	nur bedingt zutreffend	zutreffend	stark zutreffend
Mobilität von Nicht-Fahrfähigen	nicht zutreffend	nicht zutreffend	stark zutreffend
Gesellschaftlicher Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> – ohne Änderung des Mobilitätsverhaltens (angepasste Fahrzeuggrösse und Car Sharing) allenfalls Zunahme der jährlichen Kilometer pro Einwohner – abhängig von Antriebsform (elektrisch, Wasserstoff, Methan) 		
Abnahme von Emissionen und Energiebedarf	nicht zutreffend	nicht zutreffend	nur bedingt zutreffend (Runden im Leerbetrieb statt parken)
Infrastruktur		<ul style="list-style-type: none"> – dedizierte Infrastruktur für Fahren im Wagenpulk – Kosten im Zusammenhang mit Aufrüstung und Unterhalt der Infrastruktur – Vernetzung mit ÖV 	Wie Stufe 4 und zusätzlich noch: <ul style="list-style-type: none"> – schmalere Strassen und weniger, schmalere Parkplätze
Risiken für Insassen und Externe			
Steigende Komplexität der Systeme	zutreffend	vermehrt zutreffend	stark zutreffend
Zuverlässigkeitsnachweis	notwendig	vermehrt notwendig	dringend notwendig
Gefahr von Cyberangriffen	nur bedingt zutreffend	zutreffend	stark zutreffend
Neuartige, schwere Unfälle	zutreffend	vermehrt zutreffend	stark zutreffend
Gesellschaftliche Akzeptanz und Wahrnehmung in der Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> – gesellschaftliche Akzeptanz relativ gut – zögerlicher Kauf, da Fahrzeuge teuer und Mehrwert noch beschränkt – kontinuierliche Entwicklung erleichtert Akzeptanz 	<ul style="list-style-type: none"> – gesellschaftliche Akzeptanz relativ gut – hohe Kosten für Fahrzeuganschaffung und -betrieb – psychologische Hemmungen erkennbar – kontinuierliche Entwicklung erleichtert Akzeptanz 	<ul style="list-style-type: none"> – gesellschaftliche Akzeptanz ambivalent – psychologische Hemmungen klar erkennbar, aber noch schwer zu beurteilen
Zulassung in der Schweiz: aktuelle Situation und Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Gesetzesentwurf in Vorbereitung; weitgehende Delegation an Verordnungsgeber – Klärung, ob und in welchem Ausmass der Lenker auf Verordnungsebene von seinen Aufmerksamkeits- und Beherrschungspflichten befreit werden kann; ist primär abhängig von der minimal garantierten Übernahmzeit 	<ul style="list-style-type: none"> – Gesetzesentwurf in Vorbereitung; Delegation an Verordnungsgeber – Lenker bei bestimmungsgemässer Systemverwendung auf Verordnungsebene weitgehend von den Aufmerksamkeits- und Beherrschungspflichten befreit – Nachweis ausreichender Zuverlässigkeit und Sicherheit des Gesamtsystems sowie wesentlicher Einzelelemente – Verankerung in Gesetzesentwurf, Verordnung oder Standards – allenfalls Anpassung «Wiener Abkommen»* 	<ul style="list-style-type: none"> – Rechtlich noch weitgehend offen, aber ISO-Standards in Vorbereitung – wird mit aktueller Revision des Strassenverkehrsgesetzes SVG nicht abgedeckt – Lenkerpflichten entfallen – Ausreichender Nachweis der Zuverlässigkeit und Sicherheit des hoch komplexen Gesamtsystems sowie wesentlicher Einzelelemente – Verankerung im Gesetzesentwurf oder in Standards – Anpassung «Wiener Abkommen»*
Rechtliche Aspekte für die Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> – Verschuldenshaftung des Fahrzeuglenkers mit teilweiser Entlastung von der Steuerungsverantwortung 		<ul style="list-style-type: none"> – Mangels Lenker entfällt Steuerungsverantwortung
Haftpflicht in der Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> – Fahrzeughalter: Gefährdungshaftung sowie Haftpflichtversicherung für Schäden aus Fahrzeugbetrieb – Produkthaftpflicht des Herstellers/Zulieferers (Regress des Halters bzw. Haftpflichtversicherers) 		
Zeithorizont für die Schweiz (Schätzung)			
Zulassung, Einzelverkäufe		2020–2025	2025–2030
Kommerzielle Verfügbarkeit		2030–2035	2040–2050
Marktdurchdringung		2040 und später	2060 und später

Die Tabelle auf dieser Doppelseite gibt einen detaillierten Überblick über die momentanen Herausforderungen auf technischer, rechtlicher, ökologischer sowie gesellschaftlicher Ebene und zeigt einen möglichen Nutzen auf. Sie konzentriert sich auf Fahrzeuge für Personentransport mit einem hohen Verkehrsanteil. Klar ist, dass die Entwicklung solcher Systeme eine enorme technische Herausforderung ist. Noch ist nicht sicher, ob alle bestehenden Probleme gelöst werden können. Die Systeme müssen in einer dynamischen und komplexen Umgebung und unter teils extremen Strassen- und Wetterverhältnissen hoch zuverlässig und über lange Zeiträume sicher funktionieren.

* «Wiener Abkommen»: Übereinkommen über den Strassenverkehr, abgeschlossen in Wien am 8. November 1968 (www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19680244/index.html)