


Factsheet 01 Automatisierungsstufen («Levels of driving automation» nach SAE)	
<p>Hintergrund</p>	<p>Automatisiertes Fahren kommt in unterschiedlichen Ausprägungen vor. Sowohl ein Spurhalteassistent als auch ein selbstfahrendes Fahrzeug sind Formen des automatisierten Fahrens mit verschiedenen Anforderungen an die Technologie und verschiedenen Auswirkungen auf das Verkehrssystem. Für eine differenzierte Betrachtung werden sechs Automatisierungsstufen von nicht automatisierten Fahrzeugen (Stufe 0) bis zu vollautomatisierten Fahrzeugen (Stufe 5) verwendet.</p> <p>Die Normierung erfolgt durch die <i>Society of Automotive Engineers</i> (SAE), dem internationalen Verband der Automobilingenieure aus der Luftfahrt-, Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie. Er hat die Norm J3016 veröffentlicht, welche die sechs Automatisierungsstufen für Strassenfahrzeuge beschreibt. Die Differenzierung erfolgt über Teilaufgaben des dynamischen Fahrens, welche dem Fahrer oder dem (Fahr-)System zugeordnet werden.</p>
<p>Übersicht</p>	 <p>Stufe 0: nicht automatisiert Stufe 1: assistiert Stufe 2: teilautomatisiert Stufe 3: bedingt automatisiert Stufe 4: hochautomatisiert Stufe 5: vollautomatisiert</p>
<p>Thema</p>	<p>Die sechs SAE-Stufen unterscheiden sich folgendermassen:</p> <p>Stufe 0: nicht automatisiert</p> <p>Stufe 0 beschreibt das konventionelle Fahren ohne die Abgabe von Fahraufgaben an ein technisches System, d.h. die Fahrerin bzw. der Fahrer führt das Fahrzeug in allen Belangen selbst. Einzig die Unterstützung des Fahrers durch Warnsysteme ist auf dieser Stufe möglich (z.B. Spurhaltewarnung, Warnungen des Spurwechselassistenten, Kollisionswarnung).</p> <p>Stufe 1: assistiert</p> <p>Auf Stufe 1 wird mittels «Assistenzsystemen» die Längs- oder Querführung des Fahrzeugs an das System abgegeben, temporär und für spezifische Situationen. Die Fahrerin bzw. der Fahrer übernimmt alle verbleibenden Fahraufgaben und überwacht das System dauerhaft. Dabei muss sie/er entscheiden, wann das System sinnvollerweise an- oder abgeschaltet wird. Zudem muss sie/er jederzeit für die Übernahme der Fahraufgaben bereit sein. Heute verfügbare Formen auf Stufe 1 sind Notbremsassistenten, Parkassistenten (nur Lenkung durch System), Abstandsregeltempomaten sowie Spurhalteassistenten.</p> <p>Stufe 2: teilautomatisiert</p> <p>Stufe 2 grenzt sich von Stufe 1 ab, indem Längs- und Querführung durch das System übernommen werden. Die Beschränkung auf temporäre spezifische Situationen und die Anforderungen an die/den Fahrer/in (Überwachung, dauerhafte Übernahmebereitschaft) sind unverändert. Hierzu werden bereits heute Systeme angeboten, wie zum Beispiel Stauassistenten oder Funktionen zum automatisierten Parkieren.</p> <p>Stufe 3: bedingt automatisiert</p> <p>Ab Stufe 3 kann das System alle Fahraufgaben übernehmen. Stufe 3 grenzt sich insofern von Stufe 2 ab, indem die Fahrerin/der Fahrer keine dauerhafte Überwachung des Systems mehr vorzunehmen hat. Sie/er muss aber auf die Aufforderung des Systems und mit ausreichender Zeitreserve als Rückfallebene zur Übernahme der Fahraufgaben bereit sein. Das System muss folglich das Überschreiten der Einsatzgrenzen frühzeitig erkennen können. Durch die Übergabe an die Fahrerin bzw. den Fahrer muss das System selbst nicht jederzeit einen risikominimalen Zustand erreichen können (Bsp. Anhalten auf sicherer Verkehrsfläche). Wie lange die Zeitreserve zwischen Aufforderung und Übernahme durch die</p>

¹ Perret F., Arnold T., Fischer R., de Haan P., Haefeli U. (2020). Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben? In TA-SWISS Publikationsreihe (Hrsg.): TA 71/2020. Zürich: vdf.

Fahrerin bzw. den Fahrer ist, ist nicht genau festgelegt. Es ist allerdings von einigen Sekunden auszugehen, was die Möglichkeiten für Nebentätigkeiten für Fahrerinnen und Fahrer einschränkt. Beispiele für Stufe 3 sind automatisiertes Fahren unter gewissen Bedingungen auf Autobahnen.

Stufe 4: hochautomatisiert

Stufe 4 grenzt sich von Stufe 3 durch die Fähigkeit des Systems ab, im Rahmen eines definierten Anwendungsfalls (definiert durch Strassentyp, Geschwindigkeit, Wetter) jederzeit selbst einen risikominimalen Zustand erreichen zu können. Das System kann somit innerhalb des Anwendungsfalls ohne Übernahme durch einen Fahrer/eine Fahrerin alle Situationen selbst bewältigen. Die Fahrerin bzw. der Fahrer muss das System nicht mehr überwachen und nicht mehr zwingend eingreifen können. Vor dem Verlassen des Anwendungsfalls wird eine Aufforderung an die Fahrerin bzw. den Fahrer zur Übernahme der Fahraufgaben abgegeben. Kommt sie/er dem nicht nach, nimmt das Fahrzeug einen risikominimalen Zustand ein, indem es beispielsweise selbstständig anhält.

Es sind viele Anwendungsfälle denkbar; es können sowohl einzelne, klar abgegrenzte Fälle enthalten sein bis hin zur Überlagerung vieler Anwendungsfälle, die sich nur noch gering von einer unlimitierten Anwendung unterscheiden. Im Detail stellt sich die Frage, wie genau der «risikominimale Zustand» definiert wird. So ist Anhalten nicht in allen Situationen risikominimal und entsprechende Halteflächen müssten definiert sein (beispielsweise Pannestreifen auf Autobahnen).

Stufe 5: vollautomatisiert

Stufe 5 grenzt sich von Stufe 4 ab, indem das System keine Beschränkung auf Anwendungsfälle mehr kennt, sondern in jedem Umfeld sämtliche Fahraufgaben übernehmen kann, d.h. bei allen Strassentypen, Geschwindigkeiten und Wetterbedingungen. Es ist keine Fahrerin bzw. kein Fahrer an Bord mehr notwendig. Diese Stufe stellt in Anbetracht der unzähligen Kombinationsmöglichkeiten von Fahrbedingungen und Interaktionen von Verkehrsteilnehmenden sehr hohe technische Anforderungen.

Entwicklung

Systeme der Stufe 1 («Assistenzsysteme») und 2 («Teilautomatisierung») sind heute bereits zugelassen und im Einsatz. Aus rechtlicher und technologischer Sicht stellt der Übergang zu den weiterführenden Stufen 3–5 besondere Anforderungen. Erst ab Stufe 3 übergibt die Fahrerin bzw. der Fahrer die Verantwortung über das Fahrzeug dem System, von bestimmten Situationen mit Übernahmebereitschaft bis hin zum dauerhaften Betrieb ohne Fahrer resp. Fahrerin. Hermann (2018) spricht von den «ironies of automation», die v.a. bei SAE-Stufe 3 eine Rolle spielen dürften. Je besser das System arbeitet, desto seltener muss der Mensch eingreifen. Je seltener der Mensch eingreifen muss, desto schlechter kann er diese Rückfallebene wahrnehmen.

Während klassische Autohersteller ihre Fahrzeuge evolutionär von einer Automatisierungsstufe zur nächsten entwickeln, befassen sich Technologieunternehmen von Anfang an nur mit selbstfahrenden Fahrzeugen der Stufe 5 (Hermann, 2018).

Auswirkungen

Die Auswirkungen von automatisiertem Fahren unterscheiden sich je nach Stufe. Aus verkehrs- und raumplanerischer Sicht sind insbesondere diejenigen Automatisierungsstufen von Interesse, die eine Fahrerin/einen Fahrer an Bord überflüssig und – zumindest technisch gesehen – Leerfahrten möglich machen. Fahrerlose Fahrzeuge sind den Stufen 4 und 5 zuzuordnen und kommen teilweise auch ganz ohne Lenkrad aus. Ein Führerschein ist nicht mehr nötig. Die Stufe 4 kann fahrerlos ausgestaltet werden, wenn sich das Fahrzeug immer innerhalb der definierten Anwendungsfälle befindet und diese nie verlässt, da dann ein/e Fahrer/in mit Führerschein nötig würde. Die Stufe 5 ist nicht auf Anwendungsfälle beschränkt, vollautomatisierte Fahrzeuge dieser Stufe können fahrerlos bei allen Bedingungen verkehren.

Quellen	<p>SAE International (2016): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, J3016_201609, Weblink</p> <p>ASTRA (2016): Automatisiertes Fahren – Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen, Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats Leutenegger Oberholzer 14.4169 «Auto-Mobilität», Anhang 1, Weblink</p> <p>Hermann (2018): Die autonome Revolution – Wie selbstfahrende Autos unsere Strassen erobern. Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt am Main, 2018.</p>
Situation im Ausland	<p>International hat sich in den letzten Jahren die SAE-Norm durchgesetzt. Es kommen weltweit aber verschiedene Klassifikationen und Normen der Automatisierung vor, beispielsweise haben die NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration als zivile US-Bundesbehörde für Strassen- und Fahrzeugsicherheit) oder die BASt (deutsche Bundesanstalt für Strassenwesen als technisch-wissenschaftliches Forschungsinstitut des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur) eigene Definitionen. Im Allgemeinen decken sie sich jedoch recht gut mit der SAE-Norm, wenn auch einzelne Abweichungen (insbesondere im Bereich der Vollautomatisierung) vorhanden sind. Keine der Klassifikationen unterscheidet zwischen Personenwagen und Strassenfahrzeugen für den Gütertransport.</p>
Situation und Handlungsspielraum der Schweiz	<p>Die Schweiz als Mitglied der internationalen Ländergemeinschaft ist Teil eines grenzüberschreitenden Verkehrssystems. Dementsprechend empfiehlt es sich, internationale Normen anzuwenden. Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) verwendet in seinen Publikationen die beschriebene SAE-Norm.</p> <p>Systeme der Stufe 3 («Bedingte Automatisierung») weisen in Bezug auf die Interaktion von Mensch und Maschine besonders hohe Herausforderungen auf («ironies of automation», Hermann 2018). Technisch gesehen ist (heute noch) unklar, ob die Schnittstelle Mensch–Maschine so gestaltet werden kann, dass der Mensch kritische Fahraufgaben mit geringem zeitlichem Vorlauf übernehmen und meistern kann.</p> <p>Die Fahrzeugzulassung ist international geregelt. So dürfen heute Fahrzeuge, die beispielsweise in der EU zugelassen sind, auch in der Schweiz fahren. Es ist daher international zu klären, ob die Stufe 3 allgemein zugelassen werden kann bzw. ob diese nicht übersprungen werden soll. Die Schweiz muss hier ihre Interessen in die internationale Diskussion um die Fahrzeugzulassung (insbesondere im europäischen Umfeld) einbringen. Das ASTRA als zuständiges Bundesamt für die Fahrzeugzulassung ist skeptisch, ob die Stufe 3 sinnvoll umgesetzt werden kann.</p> <p>Im Rahmen der Weiterentwicklung der UN-Vorschriften über automatische Lenkungen (ACSF) ist derzeit eine Regelung für Spurhaltesysteme der Stufe 3 in Arbeit. Wenn Fahrzeuge mit solchen Systemen dereinst mit EU-Typengenehmigung auf den Markt kommen, müssen diese auch in der Schweiz zugelassen werden.</p>