

Werden 2035 vollautomatisierte Autos auf den Schweizer Strassen fahren?

Das UVEK hat 2015 ein Pilotprojekt für Tests mit autonomen Fahrzeugen bewilligt (*Medienmitteilung*). Eine Studie des Städteverbands zeigt, dass die technologischen Entwicklungen in diesem Bereich schon fortgeschritten sind (z. B. mit Teilautomatisierungen in den Autos), jedoch benötigt es eine Sonderbewilligung, um ein autonomes Fahrzeug zu betreiben. Es verbleiben noch zahlreiche Herausforderungen (z. B. Gesetzesanpassungen bei den Zulassungen), bevor vollautomatisierte Privatfahrzeuge über die Schweizer Strassen fahren können. Setzt sich dieser Trend fort, und ist er ein Garant für eine umweltfreundliche und moderne Mobilität?



ANTWORT > **Institut für Verkehrsforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

Meike Jipp

Der Begriff des Automobils leitet sich aus dem altgriechischen Begriff *autós* und dem lateinischen Begriff *mobilis* ab. *Mobilis* steht dabei für «beweglich»; *autós* kann mit «selbst» übersetzt werden. Bei einem Automobil handelt es sich also um ein Gefährt, das sich selbst bewegt.

Zur Realisierung dieser «selbständigen Bewegung» wurden im 19. Jahrhundert verschiedenste Antriebsarten untersucht: Dampf, Segel oder Verbrennung. Insbesondere die Entwicklung des Verbrennungsmotors im Jahr 1886 ermöglichte die Serienproduktion von Automobilen. Die verstärkte Nutzung dieser Automobile wurde in der Bevölkerung kontrovers aufgenommen: Gefährden die Automobile, die schneller als Pferdefuhrwerke fahren, nicht die Verkehrssicherheit? Ruinieren die Automobile nicht die teuren Strassen der Kantone? Schadet der Verkehrslärm der Automobile nicht dem Tourismus? Die Regierung des Kantons Graubünden handelte rasch und verbot am 17. August 1900 das Fahren mit Automobilen auf sämtlichen Strassen des Kantons. Dieses Verbot war bis 1925 gültig. In der Zwischenzeit wurden Sondergenehmigungen für bestimmte Strassen und an einige private Automobilbesitzer erteilt.

Ungefähr 100 Jahre später kann die «selbständige Bewegung» durch vollautomatisierte Automobile Realität werden. Der heutige Fahrer oder die heutige Fahrerin wird im vollautomatisierten Fahrzeug auf bestimmten Strecken zum Passagier bzw. zur Passagierin; die Algorithmen übernehmen die Steuerung und führen einen sicheren Zustand herbei, sollten sie mit einer Situation konfrontiert werden, die sie (noch) nicht beherrschen. Die Reaktion der Bevölkerung ist ähnlich kontrovers wie vor ca. 100 Jahren: Wie verhält es sich mit der Verkehrssicherheit, wenn Algorithmen Fahrzeuge steuern? Wie entscheidet eigentlich das Fahrzeug, wenn es sich in einer misslichen Lage befindet, ob es die alte oder die junge Person überfahren soll? Erkennt das Fahrzeug eigentlich die blinde Person, die am Strassenrand steht und gerade über die Strasse gehen möchte?

Menschen reagieren häufig zögerlich, ängstlich und ablehnend auf Veränderungen. Die Einführung der Automobile mit Verbrennungsmotor und vollautomatisierter Fahrzeuge stellen solche Veränderungen dar; entsprechend ablehnend waren bzw. sind die Reaktionen. Diese Ablehnung kann mit Hilfe von Reallaboren, in denen vollautomatisierte Fahrzeuge unter Zuhilfenahme von Massnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit in der realen Welt eingesetzt werden, abgebaut werden. Die Reallabore müssen hierfür drei Anforderungen bedienen:

- Sie müssen darauf ausgelegt sein, die Bevölkerung adäquat über technologische Entwicklungen und Möglichkeiten zu informieren. Expertinnen und Experten für vollautomatisierte Fahrzeuge könnten zum Beispiel in den Laboren erläutern, wie die Sensorik des vollautomatisierten Fahrzeugs funktioniert, sodass auch blinde Personen am Strassenrand wahrgenommen werden.
- Sie müssen darauf ausgelegt sein, adäquat über die Erfolge der Technologien zu berichten. Expertinnen und Experten könnten zum Beispiel demonstrieren, wie schnell vollautomatisierte Fahrzeuge (im Vergleich zu menschlichen Fahrerinnen und Fahrern) auf Hindernisse auf der Fahrbahn reagieren und somit Unfälle vermeiden können.
- Sie müssen darauf ausgelegt sein, die Bevölkerung in einem sicheren Umfeld die Technologien selbst ausprobieren lassen zu können, zum Beispiel als Insassinnen und Insassen, als Fussgängerinnen und Fussgänger am Strassenrand oder am Steuer assistierter Fahrzeuge, die hinter einem automatisierten Fahrzeug fahren. Die Bevölkerung kann dann selbst erleben, dass jede und jeder sicher vor automatisierten Fahrzeugen die Strasse überqueren oder sich als Insassin oder Insasse entspannt zurücklehnen kann.

Der Abbau ablehnender Reaktionen funktioniert in solchen Reallaboren natürlich nur dann, wenn die Technologie gut funktioniert bzw. adäquat über Fehlversuche kommuniziert wird. Auch hierfür dienen Reallabore: Sie geben Entwicklerinnen und Entwicklern vollautomatisierter Fahrzeuge die Chance, die Technologie im realen Einsatz zu testen und weitere Entwicklungsbedarfe zu identifizieren.

Die stetig wachsende Anzahl der Reallabore, in denen seit einigen Jahren das (voll-)automatisierte Fahren erprobt wird, zeigt, dass die Technologie den Reifegrad entwickelt, der für einen umfassenden Einsatz auf unseren Strassen im Jahr 2035 notwendig ist. Aus technologischer Perspektive ist also die Antwort auf die Frage, ob im Jahr 2035 vollautomatisierte Fahrzeuge auf den Strassen der Schweiz fahren werden: Ja. Aus gesellschaftlicher Perspektive ist die Frage schwieriger zu beantworten. So haben die existierenden Reallabore noch keine Trendwende in der Einstellung der Bevölkerung zum automatisierten Fahren erreicht. Diese Trendwende müsste sich aber in den nächsten Jahren einstellen, wenn die Anzahl der

Reallabore und somit die Beteiligung der Bevölkerung weiterhin wächst. Somit ist also auch dieser Perspektive zu erwarten, dass in der Schweiz im Jahr 2035 vollautomatisierte Fahrzeuge fahren werden.

Die Vollautomatisierung bietet die Chance, die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Sie ist allerdings keine Garantin für eine umweltfreundliche und moderne Mobilität. Die Umweltfreundlichkeit kann mit zwei Massnahmen erreicht werden:

- Erstens muss der Antrieb der vollautomatisierten Fahrzeuge möglichst klimaneutral sein. Hier gilt es also, vollautomatisierte Fahrzeuge auf den Markt zu bringen, die elektrisch angetrieben sind, mit grünem Wasserstoff oder mit synthetischen Kraftstoffen fahren.
- Zweitens müssen diese Fahrzeuge im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) eingesetzt werden, um die Erreichbarkeit abgeschiedener Orte mit dem ÖPNV zu verbessern. So könnten die Fahrzeuge ihre Passagierinnen und Passagiere bedarfsgerecht zur gewünschten Zeit am gewünschten Ort abholen, zum Zielort oder zur nächsten Hauptverkehrsachse des ÖPNV bringen. Die Digitalisierung ermöglicht einen solchen Service und kann dann auch den Besitz eines Privatfahrzeugs überflüssig machen.

Eine umweltfreundliche und moderne Mobilität kann also entstehen, wenn die Vollautomatisierung mit grünen Antriebstechnologien und der Digitalisierung zusammengebracht wird. Die Vollautomatisierung per se reicht hierfür nicht aus.



ANTWORT > **Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)**

Kay W. Axhausen

Diese Frage fasst eine Reihe von Fragen zusammen, die im Jahr 2035 alle mit Ja beantwortet werden müssen, um zu einem Ja zu kommen. Die Verteilungen der Wahrscheinlichkeiten für eine positive Antwort für jede von ihnen unterscheiden sich, sodass man eigentlich nur die gemeinsame Verteilung angeben kann und sollte. Die Frage ist aber auch unvollständig, da sie nicht klarmacht, ob sie fragt, ob es 2035 genau ein (ausnahmsweise) zugelassenes automatisches Fahrzeug des Levels 5 auf Schweizer Strassen gibt, oder ob es eine substantielle Flotte dieser Fahrzeuge geben wird. Die erste Version verlangt die Abschätzung der technischen Entwicklung, die zweite die schwerere Abschätzung der Gesamtentwicklung. Die Antworten sind Ja für die erste Version und Nein für die zweite Version der Frage.

Es wird davon ausgegangen, dass bis 2035 auch in der Schweiz nur noch Fahrzeuge zugelassen werden, die bei ihrer Nutzung kein CO₂ ausstossen, d. h. Batterie-elektrisch, mit Wasserstoff oder synthetischem Kraftstoff betrieben werden. Die Fragen zur Ladeinfrastruktur sind also gelöst, d. h. in ausreichender Zahl und an den richtigen Orten vorhanden, also auch die notwendigen Schnellladestationen, respektive Wasserstofftankstellen und Tankstellen für synthetische Kraftstoffe.

Die heutigen weltweiten Versuche mit Prototypen, die fast den Level 5 erreichen, z. B. von Waymo, oder mit Bussen in der Schweiz, zeigen, wie weit die Technologie schon ist. Die verschiedenen Tesla-Unfälle zeigen aber auch, dass zumindest dieses Unternehmen heute wohl noch nicht in der Lage wäre, eine behördliche Zulassung für vollautomatisches Fahren zu erhalten. Wichtige Teilprobleme sind noch nicht vollständig gelöst, insbesondere bei der automatischen Erkennung und Analyse des Strassenumfelds bei allen Wetterverhältnissen. Die bisher bekannte Konzentration der Testgebiete auf fast regenfreie, warme und suburbane Gebiete in den USA bedeutet, dass die Algorithmen noch für feuchte, kalte und traditionell gewachsene Regionen angepasst werden müssen: Schottland, Lagos, Assam statt Arizona.

Angesichts der Dynamik der Entwicklung, aber auch der Bereitschaft der grossen Akteure, notwendige Technologien zu erwerben – durch Lizenz oder Kauf des entsprechenden Unternehmens – sind weitere Fortschritte bald zu erwarten.

Die bisherige Konzentration der Tests auf suburbane Gebiete deutet an, dass dem Problem des städtischen Umfelds mit seinen Fussgängern und Radfahrern und ihrem zum Teil regellosen und regelwidrigen Verhalten in nicht räumlich getrennten Situationen noch nicht so viel Aufmerksamkeit gegeben worden ist, wie man erwarten würde.

Die Entwickler gehen oft davon aus, dass praktisch perfektes Kartenmaterial für die Infrastruktur in grossem Detail vorhanden ist; dass jede (Teil-)Sperrung, jedes Hindernis, jede Umleitung für den richtigen Zeitraum eingetragen und richtig verortet ist und zur Verfügung steht. Die notwendige Arbeitsteilung zwischen den Strassenbehörden, den Kartenunternehmen (staatlich und privat) und den Fahrzeugherstellerinnen und -herstellern ist noch unklar, insbesondere wie die laufenden Bildanalysen der Strassen durch die Fahrzeuge genutzt werden könnten, allfällige Fehler in den Karten zu erkennen und zeitnah zu korrigieren und zwischen allen Anbietern zu teilen.

Automatische Steuerungssysteme sind nie perfekt, aber in der Regel sicherer als menschliche Bedienerinnen und Bediener. Die Versicherung der allfälligen Schäden ist noch zu klären, insbesondere unter welchen Bedingungen die Nutzer mitschuldig sein könnten, wenn sie zum Beispiel die Nutzbarkeit des Fahrzeugs nicht überprüft hatten, z. B. zu viele verdreckte Sensoren nicht gereinigt hatten. Angesichts des Schadenspotenzials durch fehlerhafte Software in den potenziell grossen Flotten einzelner Herstellerinnen und Hersteller müssen hier noch Lösungen gefunden werden. Angesichts analoger Fragestellungen bei heutigen technischen Grosssystemen sollte diese Frage aber zu lösen sein.

Das Verhalten in den extrem seltenen Dilemmasituationen, man denke an das bekannte Trolley-Problem, werden wohl auf Kosten der Nicht-Fahrzeugnutzerinnen und -nutzer gelöst werden, d. h. die Fahrzeuge werden ihre Insassinnen und Insassen schützen. In allen anderen Situationen werden die Fahrzeuge zeigen müssen, dass sie in der Lage sind, alle Personen vor Schaden zu bewahren.

Bis 2035 ist zu erwarten, dass die Entwickler in der Lage sind, die behördlichen Zulassungsnachweise zu erbringen, insbesondere dass die Fahrzeuge in allen Situationen sicher zu betreiben sind respektive dass die Fahrzeuge sich selber sicher stilllegen, wenn sie eine Situation nicht beherrschen können. Es ist aber möglich, dass die Genehmigungen räumlich auf bestimmte Strassentypen und Lagen beschränkt sein werden.

Die erste Fahrzeuggeneration wird für die Besitzerinnen und Besitzer und die Nutzerinnen und Nutzer noch nicht den vollen Nutzen bringen, da sie in der Übergangszeit konservativ fahren werden, d. h. langsamer als möglich und nicht die denkbaren Kapazitätsgewinne ausschöpfend, solange noch von Menschen gesteuerte Fahrzeuge auf den Strassen sind. Die anfänglich höheren Preise für die zusätzliche Technik der Fahrzeuge werden die Marktchancen weiter senken. Es ist denkbar, dass die Herstellerinnen und Hersteller versuchen werden, diese Phase mit dem Betreiben von Taxifloten zu überbrücken, während der sie die notwendigen Erfahrungen sammeln und die notwendigen Skalengewinne erzielen können. Die bisherigen Simulationsstudien zeigen aber, dass ohne private Subventionen diese Taxifloten auch in Städten nicht sehr gross werden können.

Es stellt sich also die Frage, ob es eine «Luftpostphase» der Entwicklung geben wird, in der die Technologie und ihre Nutzung staatlich unterstützt werden wird. Direkt nach der Abschaffung der Verbrennungsmotorenfahrzeuge und deren Kosten scheint es unwahrscheinlich, dass dies in der Schweiz geschehen wird. Die bisherigen groben Abschätzungen zeigen auch keinen überwältigenden Nutzen für das Verkehrssystem jenseits der Sicherheitsgewinne mit denen man solche Subventionen rechtfertigen könnte.

Die Zahl der «Early Adopters» sollte also zu klein sein, um bis 2035 eine substantielle Flotte von privaten automatischen Fahrzeugen auf die Strassen zu bringen.