

**Die AMAG bewegt  
seit 75 Jahren**

# Wer dominiert im Zeitalter selbstfahrender Fahrzeuge: Privatfahrzeuge oder Taxiflotten?

**Prof. Dr. Kay W. Axhausen**  
**Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich**

Der Zeitpunkt, an dem Fahrzeuge in der Lage sein werden, sich selbst zu steuern, scheint mit immer höherer Geschwindigkeit näher zu kommen. Überwältigend lang ist allein schon die Liste der Investoren, Ingenieure, Informatiker und Firmen, die im Moment die Technologien für automatische Fahrzeuge entwickeln.

Doch ganz so schnell, wie es vor allem Medienberichte vermuten lassen, werden weder automatische noch gar autonome Fahrzeuge über unsere Strassen rollen. Automatisch, auch automatisiert genannt, steht dabei für Fahrzeuge, die viele Prozesse ohne menschliches Zutun ausführen. Autonom geht noch einen Schritt weiter. Hier trifft das Fahrzeug sogar eigenständige Fahrentscheidungen.

Obwohl die Technologie zügig voranschreitet, sind Forschung und Entwicklung längst noch nicht so weit, dass Fahrzeuge in jeder Situation sicher selbstständig reagieren können. Darüber hinaus sind viele gesetzliche und ethische Fragen nicht geklärt. So ist zum Beispiel unklar, was passieren würde, wenn sich das Fahrzeug zwischen dem Schutz der Insassen des Fahrzeugs und einem Unfallopfer auf der Strasse entscheiden müsste. Offen bleibt auch die Frage, wie lange es dauern wird, bis alle Fahrzeug-

besitzer ihre Fahrzeuge ausgetauscht haben werden, respektive wie schnell die Hersteller in der Lage sein werden, die Nachfrage zu befriedigen. Es ist davon auszugehen, dass dieser Prozess Jahrzehnte dauern wird.

Tatsächlich ist es gut, dass der Beginn des Zeitalters der automatischen Fahrzeuge noch in der Zukunft liegt. Dies gibt uns als Gesellschaft Zeit, uns darüber klar zu werden, wie diese Welt der automatischen Fahrzeuge überhaupt aussehen soll. Wir haben so die Chance, die Rolle der Fahrzeuge neu zu denken. Wir können definieren, wie der Verkehr der Zukunft aussehen und wie er sich vor allem auf unsere Städte auswirken soll.

## **Die Folgen der Massenmotorisierung**

Bislang sind wir eher ungeplant in eine motorisierte Welt hineingerutscht. Als in den fünfziger Jahren die Massenmotorisierung begann und wir uns auf den Weg zur «autogerechten Stadt» machten, waren weder den Verkehrsplanern noch der Gesellschaft die Folgen bewusst. Es war den Entscheidungsträgern damals nicht klar, dass der wachsende Wohlstand es praktisch der gesamten Bevölkerung erlauben würde, sich den «Luxus» eines privaten Fahrzeugs zu leisten – eines Verkehrsmittels, das in der Regel bequemer, schneller, und in der Fahrerwahrnehmung billiger ist als alle seine Konkurrenten.

Auch erwartete niemand, dass die Massenmotorisierung genau diese Vorteile des privaten Fahrzeugs schon bald wieder im gemeinsam erzeugten Stau zunichtemachen würde. Zumal die Gesellschaft eben doch nicht bereit ist, überall Strassen für die gewünschten Geschwindigkeiten zu bauen oder weitere Flächen für Parkplätze vorzuhalten. Parkplätze, die zudem über das Jahr betrachtet vielfach spektakulär unterausgelastet sind, da sie zum Beispiel in Einkaufszentren oft für das Weihnachtsgeschäft gebaut werden.

Ganz zu schweigen von den Auswirkungen des Verkehrs auf die Klimaerwärmung, von denen in den fünfziger Jahren niemand etwas ahnte. Heute verbrauchen Transport und Verkehr weltweit 30 Prozent der Primärenergie und tragen mit einem vergleichbaren hohen Prozentsatz ganz wesentlich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. In der Schweiz sind Autos allein für etwa 20 Prozent der Emissionen verantwortlich.



All diese Zusammenhänge und Mechanismen verstehen wir inzwischen viel besser. Wir können daher unsere über Jahrzehnte gesammelten Erfahrungen nutzen, die passenden Rahmenbedingungen für die Verkehrsmärkte der Zukunft zu schaffen. Damit wir künftig eben nicht mehr, so wie es heute zum Beispiel in Städten wie Zürich oder Basel passiert, rückwirkend versuchen müssen, die «autogerechte Stadt» wieder ungeschehen zu machen.

### **Vorteile automatischer Fahrzeuge**

Doch was genau können wir von automatischen Fahrzeugen erwarten? Welche Vorteile bieten sie? Grundsätzlich sollten automatische Fahrzeuge sicherer sein als von Menschenhand gesteuerte und die vorhandenen Kapazitäten besser nutzen können. Auch legen unsere Forschungen am Lehrstuhl für Verkehrsplanung sowie Schätzungen anderer nahe, dass sie die Kosten pro Passagierkilometer deutlich senken werden; für Taxis sogar dramatisch verringern könnten.

**«Wir können definieren,  
wie der Verkehr der Zukunft  
aussehen und wie er sich  
vor allem auf unsere Städte  
auswirken soll.»**

**Prof. Dr. Kay W. Axhausen  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
ETH Zürich**





  
WAYMO

WILLIAMS IRISH PUB & RESTAURANT BISTRO AGAVE

7480764

Schon heute zeigt der Markterfolg von Uber und Lyft, dass günstige und bequem diskriminierungsfreie nutzbare Taxis grossen Zuspruch finden. Beide Firmen hoffen, durch den Einsatz automatischer Fahrzeuge diesen Erfolg multiplizieren zu können. Diese neuen «transport network companies», kurz TNC, sind dabei nicht die Einzigen, die automatische Taxifлотten planen. Weltweit testen auch traditionelle Taxianbieter und Automobilhersteller verschiedene Angebote, um herauszufinden, welche Verkehrsdienstleistungen künftig am Markt Erfolg haben werden.

### **Fahrten teilen für weniger Staus**

Bislang bringen die TNC keine Verbesserung oder gar Entlastung der Verkehrsmärkte. Im Gegenteil. Sie verlängern nur die bestehenden Staus. Damit nicht immer mehr Fahrzeuge die Strassen verstopfen, setzen die TNC daher zum Beispiel in Städten wie San Francisco oder New York (Manhattan) auf sogenanntes «taxi pooling». Das heisst, sie nehmen auf einer Fahrt weitere Fahrgäste mit, um so den Besetzungsgrad zu erhöhen. Dies reduziert die Anzahl an Fahrzeugen, die auf der Strasse unterwegs ist. Die Fahrgäste profitieren wiederum von günstigeren Preisen, da sich mehrere Fahrgäste ein Taxi teilen. Die Nachteile sind die zusätzlichen Stopps sowie mögliche Umwege, damit alle Fahrgäste ihr Fahrziel erreichen. Dies macht es zudem schwieriger, die Fahrtdauer vorherzusagen. Selbst wenn Obergrenzen für die Umwege und deren maximale Dauer festgelegt werden, wird die Verlässlichkeit des Angebots damit zwangsläufig sinken. Auch nimmt die Qualität der Fahrt weiter ab, wenn die Fahrgäste nicht mehr an der Tür abgeholt werden, sondern an einer nahegelegenen, gewissermassen virtuellen Haltestelle.

Ein weiteres Einsatzgebiet, das aktuell für automatische Fahrzeuge diskutiert wird, ist «mobility on demand» mit Kleinbussen. Hier ist der Unterschied zum klassischen Linienbus mit festem Fahrplan und fixen Haltestellen nur noch graduell. Die Idee für diese Kleinbusse soll so umgesetzt

werden, dass Kundenanfragen kurzfristig gebündelt werden und die Kunden dann nach kurzer Wartezeit gemeinsam von einer virtuellen Haltestelle in ihrer Nähe zu einer virtuellen Haltestelle nahe ihrem Ziel gebracht werden. Hierbei stellt sich die Frage, wie häufig derselbe Fahrtwunsch auftreten muss, bis es sich lohnen wird, anstelle des Kleinbusses eine reguläre Buslinie einzurichten. Oder auch wie gut, bequem und verlässlich die nachfrageabhängigen Busse sein müssen, um Linienbusse ersetzen zu können.

### **Mehr Komfort führt zu mehr Verkehr**

Offen ist bislang, ob automatische Fahrzeuge die Verkehrsmärkte entlasten oder zu noch mehr Verkehr und Staus führen werden. Grundsätzlich könnten automatische Fahrzeuge beziehungsweise Fahrdienste durch automatische Taxifлотten und Busse zu einer sinkenden Zahl an Privatautos führen. Die Erfahrung zeigt, dass manche Personen und Haushalte auf einen Privatwagen (PW) verzichten, wenn das Angebot an (öffentlichen) Verkehrsdienstleistungen gut genug ist. Ein Beleg dafür ist zum Beispiel die im Vergleich zur Gesamtschweiz deutlich niedrigere Zahl von PW pro 1000 Einwohner in Städten wie Basel oder Zürich.

Es ist aber unklar, wie gross dieser Effekt sein wird, wenn automatische Taxifлотten und nachfrageabhängige Busse die Situation für die Autolosigkeit weiter verbessern. Wird der Verzicht auf das private Auto nicht vielleicht zu ebenso vielen, wenn nicht sogar mehr Fahrten mit automatischen Fahrzeugen führen? Die Forschung zeigt nämlich, dass Verkehrsteilnehmende mehr reisen, wenn ihre Verkehrsmittel billiger, schneller oder bequemer werden. Die automatischen Fahrzeuge sollten denselben Effekt haben. Zusammen mit den Leerkilometern zwischen den Abholungen der Kunden, neuen Nutzergruppen, die bisher nicht PW fahren können/dürfen – darunter zum Beispiel Kinder, die zur Schule oder zu Freunden gefahren werden –, sollte dieser Neuverkehr die vorhergesagten Kapazitätsgewinne durch die Automatisierung wieder zunichtemachen.



Transportunternehmen wie Uber und Lyft erhoffen sich, ihren Erfolg durch den Einsatz automatischer Fahrzeuge vervielfachen zu können.

### Umsetzung in der Schweiz

Wie genau der Verkehrsmarkt der Zukunft in der Schweiz aussehen wird und wie automatische Taxiflotten integriert werden können, hängt vor allem davon ab, welche Entscheidungen Gemeinden und Kantone treffen, um die Herausforderungen der automatischen Fahrzeuge zu lösen. Wie sollen sie die Infrastruktur für all diese elektrischen Fahrzeuge zur Verfügung stellen? Wie mit den zu erwartenden Staus umgehen? Oder wie können sie sicherstellen, dass alle Bewohner am gesellschaftlichen Leben teilnehmen können?

Für die automatischen Taxiflotten stellen sich dabei speziell die Fragen, ob sie a) ihre Fahrgäste dazu bringen können, das Fahrzeug zu teilen, und b) mit welcher Art von Angebot sie tatsächlich günstiger sein können als ein automatisches Fahrzeug im Privatbesitz. Die zweite Herausforderung ist sehr gross. Die Fahrgäste werden nämlich voraussichtlich wie bisher nur die variablen Kosten wie Treibstoff, Reifen und Wertminderung ihres Privatfahrzeugs mit den Preisen (vollen Kosten; darunter auch Abschreibung, Steuern, Versicherung oder Fahrzeugpflege) des kommerziellen Taxis vergleichen. Das

Verhältnis fällt bei unseren Schätzungen für die heutigen schweizerischen Mittelwerte etwa 1:3 zu Gunsten der privaten Fahrzeuge aus.

### Verkehrssteuerung durch Gebühren

Verdrängen immer mehr Elektroautos die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, müssen auch neue Wege zur Finanzierung der Infrastruktur gefunden werden. Um den Wegfall der Benzinsteuern aufzufangen, sind für die Gemeinden (oder Staaten) kilometerabhängige Strassengebühren die offensichtliche Lösung. Dies liesse sich am einfachsten mit jährlichen Rechnungen nach Ablesen des Kilometerzählers umsetzen. Allerdings ist unklar, wie man mit Fahrten ins Ausland umgehen soll und wie sich diese nachweisen lassen.

Eine GPS-gestützte Erfassung der Kilometer wäre eine deutlich zuverlässigere Methode. Diese Lösung dürfte aber politisch schwer durchsetzbar sein, da es einer Überwachung des Fahrverhaltens und der Fahrziele der Passagiere gleichkäme. Dennoch bietet eine Lösung mit GPS mit Blick auf die Verkehrsplanung die meisten Vorteile. Sie würde ermöglichen, räumlich und zeitlich differenzierte Gebühren

zu erheben. So liessen sich auch regelmässige lokale Überlastungen steuern. Ohne eine stärkere Steuerung des Verkehrs je nach Fahrtaufkommen ist davon auszugehen, dass es entweder zu einer weiteren Reduktion der Geschwindigkeit oder zu mehr Strassenbau, Einfahrtsgebühren bis hin zu einer Rationierung der Strassennutzung kommen wird.

### **Automatische Taxis für Innenstädte**

Für Betreiber von Taxifлотten wären solche Kilometergebühren allerdings keine Hilfe. Vorteilhafter wären für sie Einfahrtsgebühren für Innenstädte, da sich die Taxis innerhalb des Innenbereichs der Maut bewegen könnten. Auch Parkgebühren in Innenstädten würden sich für sie ähnlich positiv auswirken, da die Taxis weniger oder gar nicht von ihnen betroffen sein würden. Solche Gebühren zusammen mit einer räumlich konzentrierten hohen Nutzung sollten den Taxis ermöglichen, ihren Preisnachteil teilweise auszugleichen, da die Privatfahrzeuge sowohl die Einfahrtsgebühr als auch die Parkgebühren bezahlen müssten. Der niedrigere PW-Besitz in den meist sehr dichten Innenstadtbereichen regt die Taxinutzung weiter an.

Ein weiterer Weg, kostengünstige Taxifлотten zu ermöglichen, wäre ihre Subvention mit Steuermitteln. In der Tradition der heutigen Verkehrsbetriebe könnten Städte solche Flotten selbst betreiben und finanzieren. Einheitspreise im Stadtgebiet, wie sie in vielen europäischen Städten üblich sind, machen allerdings die Abdeckung der Gesamtstadt teuer, da der Preis auch die Fahrten in die weniger dicht besiedelten Teile der Stadt quersubventionieren müsste. Der Fahrtpreis für die gesamte Stadt würde vor allem deshalb teurer, da a) stets Fahrzeuge auch in der Nähe von relativ wenigen Kunden am Stadtrand vorgehalten werden müssten, um angemessen kurze Wartezeiten zu garantieren, und da b) die Leerkilometer entsprechend wachsen würden.

Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass automatische Taxifлотten nicht in der Lage sein werden, private automatische Fahrzeuge vollständig zu verdrängen. In Kernstädten, unterstützt durch

politische Massnahmen wie Innenstadtmauten und dynamische Parkplatzpreise, haben sie eine Marktchance. Am Stadtrand und in den Agglomerationen werden ihre Kosten/Preise zu hoch sein, um sich durchsetzen zu können – vor allem solange die Gehälter den Haushalten den PW-Besitz problemlos ermöglichen.

### **Offene Fragen bleiben**

Die Veränderungen durch automatisierte Fahrzeuge, aber auch unsere Reaktion auf den Klimawandel werden den Verkehrsmarkt tiefgreifend beeinflussen. Man kann erwarten, dass automatische Taxifлотten eine realistische Marktchance in den europäischen Kernstädten haben werden. Sie werden aber den privaten PW-Besitz nicht ersetzen. Zugleich wird der Wunsch der Gesellschaft nach Mobilitätslösungen mit angemessen hohen Geschwindigkeiten auch «grossen Fahrzeugen», wie Bussen oder Zügen, eine Zukunft garantieren, um Pendler und Besucher platzsparend in die Innenstädte oder zu Grossanlässen zu bringen.

Offen ist, wie genau die Feinverteilung der «ersten und letzten Meile» passieren soll. In jedem Fall sind kleinere automatische Fahrzeuge, zum Beispiel Taxifлотten, hier im Vorteil. Um allen Bewohnern einer Stadt beziehungsweise einer Region die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen, sind Städte und Gemeinden gefragt, den Verkehr und den Zugang zu den Verkehrsmitteln durch Gebühren und Subventionen zu steuern. Noch ist unklar, wie dies am besten in einer Welt mit automatischen sowie autonomen Fahrzeugen umgesetzt werden soll.

## Impressum

Herausgeber: AMAG Group AG, Group Communication,  
Alte Steinhauserstrasse 12, 6330 Cham. amag.ch

1. Auflage

© 2020 AMAG Group AG, Group Communication, Dino Graf

ISBN: 978-3-9525188-0-9

Das Werk, einschliesslich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Herausgebers und des Autors  
unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige  
Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglich-  
machung.

Redaktion: Dino Graf

Weitere Mitwirkende: Felix Müller, fmkomm.ch (Porträts),  
Ralph Hermann, heads.ch, Dr. Inken De Wit, inkendewit.ch

Buchkonzept/Design: Heads Corporate Branding AG, heads.ch  
Marco Simonetti (Design Direction), Roman von Arx (Produktion),  
Natascha Almeida (Projektmanagement)

Fotografie: Nicolas Bruni (nicolasbruni.com), Simon Iannelli (simonnelli.com),  
Gabriele Putzu (Volkswagen AG), Oliver Killig (ZKO), Renderings (Volkswa-  
gen AG), Bruno von Rotz (zwischenagas.com), Markus Leser (markus-  
leser.de), Janifest (depositphotos.com), Joyfull (depositphotos.com), Petkov  
(depositphotos.com), Kosta Klimentko (depositphotos.com), Flydragon  
(depositphotos.com), Sybille Riepe (CC BY-SA 4.0, H2 Tankstelle), Ishan  
(unsplash.com), Izrus (depositphotos.com)  
Archivmaterial: AMAG Group AG, Trisa AG

Bildbearbeitung: Detail AG, detailag.ch

Druck: Galledia Print AG, galledia.ch

Weiterverarbeitung: Bubu AG, bubu.ch

