

WEERT CANZLER
ANDREAS KNIE
LISA RUHRORT

Autonome Flotten

MEHR MOBILITÄT
MIT WENIGER FAHRZEUGEN



	Einleitung: Autonome Fahrzeuge als digitale Fahrmaschinen	Seite 7
1	Weniger Fahrzeuge, mehr Mobilität	Seite 13
2	Die Verkehrswende und das automatisierte Fahren	Seite 21
3	Zielbild einer nachhaltigen Mobilität: Verkehr der Zukunft in Stadt und Land	Seite 35
4	Die Rolle des automatisierten Fahrens für eine nachhaltige Mobilität	Seite 57
5	Die künftige Regulierung. Eine Baustellenbesichtigung	Seite 111
6	Ausblick auf eine politische Agenda	Seite 143
	Literatur und Referenzen	Seite 151
	Über die Autoren	Seite 164

Einleitung: Autonome Fahrzeuge als digitale Fahrmaschinen

Neue Dinge fallen nicht als fertige Produkte vom Himmel. Sie werden von Menschen gemacht, die sich dabei von Bildern leiten lassen. Als am Ende des 19. Jahrhunderts die ersten Verbrennungsmotoren alltagstauglich waren, bauten die Mechaniker den neuen Antrieb vorne in eine Kutsche ein. Der neue Motor ersetzte das Pferd. Die Kutsche blieb das Leitbild, nur dass sie jetzt eben vom neuen Benzinmotor angetrieben wurde. Was viele Jahre so herumfuhr, waren tatsächlich Kutschen ohne Pferde. Erst als der österreichisch-ungarische Geschäftsmann Emil Jellinek Wettfahrten und Wettrennen als eine neue Art erkannte, diese Kutschen zu nutzen und zu vermarkten, änderte sich Grundlegendes. Er diktierte den Konstrukteuren systematische Hinweise auf grundlegende Veränderungen ins Lastenheft. Die Kutschen erhielten einen viel tieferen Schwerpunkt und vier gleich große Räder. Es kam etwas heraus, das wir später Auto nannten. Emil Jellinek ist der eigentliche Erfinder des Autos, weil er sich aus den vorherrschenden Konstruktionstraditionen befreien konnte. Noch dazu taufte er das Gefährt auf den Namen seiner Tochter: Mercedes.

Das Gleiche erleben wir dieser Tage mit den sogenannten autonomen Autos. Bei ihrer Entwicklung bleibt man gerade hierzulande den gewohnten Bildern verhaftet. Die Automobilbauer treiben zwar den Automatisierungsgrad voran: erst mit dem Tempomat, dann mit der Spursicherung, jetzt mit dem automatischen Einparken, und bald kann man auf der Autobahn sogar das Lenkrad loslassen und sich um seine Mails kümmern. Vater sitzt vorne, lenkt zunächst, daneben die Mutter, hinten die Kinder. Auf der Autobahn angekommen, verschwindet das Lenkrad wie durch Zauberhand und der Vater kann jetzt auch mit den Kindern spielen. Kurz vor dem Verlassen der Autobahn erscheint das Lenkrad, der Vater übernimmt die Kontrolle von der Maschine und fährt dann ganz konventionell durch den Stadtverkehr zum Ziel. Das ist das Bild, nach dem deutsche Autobauer die Automatisierung vorantreiben – übrigens auch als kleines Filmchen im Foyer des Bundesverkehrsministeriums zu bestaunen. Es wird ein hoher Aufwand getrieben, um das hergebrachte private Automobil weiter zu optimieren. Wunderbar, möchte man meinen. Was ist daran falsch (einmal davon abgesehen, dass solche Familienkonstellationen, die früher tatsächlich einmal die Norm darstellten, heute nur noch eine unter vielen Formen des gemeinsamen Lebens sind)?

Das Leitbild der privaten »Rennreiselimousine« bleibt auch angesichts völlig veränderter technischer Möglichkeiten weiter präsent und dominierend. Ähnlich wie die Konstrukteure Ende des 19. Jahrhunderts sich den neuen

Verbrennungsmotor nur als Kutschenantrieb vorstellen konnten, sind ihre Kollegen heute ebenfalls dem Konzept des etablierten Automobils verhaftet. Das gewählte Beispiel kann durchaus ein Anwendungsbeispiel sein, aber eben eines unter vielen anderen.

Es werden weder die Möglichkeiten noch die tatsächlich veränderten objektiven und subjektiven Bedingungen zukünftiger Mobilität in den Blick genommen. Unterschätzt werden vor allem die Folgen der persönlichen Digitalisierung. Dank des mobilen Internets ist für die Stadtbewohner* bereits jetzt der schnelle und flexible Zugang zu Verkehrsmitteln das Maß der Dinge: Sie wollen das für ihre Bedürfnisse des Moments genau passende – das kann der Tretroller sein, das Rad, das E-Bike, die Limousine zum Selbststeuern oder eben das geteilte Fahrzeug. Einmal wird es für den Transport von schwerer Ware, ein anderes Mal für den schellen Ritt zum Bahnhof benötigt. Da ist es nicht verwunderlich, dass der Punkt-zu-Punkt-Verkehr mit dem immer selben Fahrzeug bereits heute für viele Menschen in Großstädten oft nicht mehr die attraktivste Option ist.

Hinzu kommt, dass aus Sicht der Städte die Mengen der Autos dringend reduziert werden müssen, um Platz für mehr Grün, das Fahrrad und öffentliche Verkehrsmittel zu schaffen. Ein Fahrzeug, das zu mehr als 90 Prozent der Zeit unbewegt herumsteht und, wenn es dann doch

* Auch wenn – wie in diesem Fall – allein die männliche oder nur die weibliche Form verwendet wird, sind immer alle Geschlechter gemeint.

einmal fährt, meistens nur mit einem Menschen besetzt ist, macht auch mit elektrischem Motor und automatischem Bedienmodus keinen Sinn.

Es ist angerichtet, aber keiner greift zu

Denken wir einmal weiter. Mit dem Smartphone in der Tasche und mit den technischen Möglichkeiten der Sensorik und Mustererkennung ließe sich jetzt tatsächlich der Sprung von der Automatisierung der Fahrzeuge zu autonomen Fahrzeugflotten schaffen. Wenn die Fahrzeuge sich selbst steuern können, wird es möglich, dass wir in Zukunft genauso mobil sein können wie heute mit privaten Autos – aber mit einer viel geringeren Anzahl von Fahrzeugen. Möglich werden könnte dies mit einem System sich selbst optimierender Flotten, die dort sind, wo sie gebraucht werden, und die es erlauben, die Zahl der Fahrzeuge drastisch zu senken. Der Nutzer drückt lediglich auf einen Knopf, ein Fahrzeug kommt, fährt und verschwindet wieder. Unterschiedliche Services in verschiedenen Preislagen wären dabei denkbar: etwa exklusiv und schnell und dafür teurer oder alternativ im preisgünstigen Pooling-Verfahren. Mit der Vision von automatisierten Privat-Pkw, die die deutsche Automobilindustrie bisher verfolgt, hat diese Vorstellung wenig gemeinsam. Autonome Fahrzeuge entziehen sich der Steuerung durch den Fahrer und sind daher für die deutsche Autoindustrie undenkbar, die immer noch nach dem Motto agiert: »Ich

fahre, also bin ich.« Im automatisierten Betrieb wird die Steuerung ganzer Flotten an eine »höhere Macht« delegiert.

Zukunftsmusik? Es hängt davon ab. Derzeit entstehen an vielen Orten Deutschlands neue Quartiere, vielerorts immer noch auf der Basis der »Reichsgaragenordnung« von 1939: pro Wohneinheit ein Stellplatz. Das könnte man sofort ändern und Quartiere so planen, dass, statt überall vor allem Straßen für den Pkw-Verkehr vorzusehen, eigene Fahrspuren für autonome Shuttles verfügbar sind, die rund um die Uhr hocheffizient Menschen von A nach B befördern können. Ersatzweise kann mit solchen Systemen bereits jetzt im ländlichen Raum experimentiert werden. Die Bereitschaft dafür wächst. Wo die Zahl der Autos pro 1.000 Einwohner die 1.000er-Marke zu überspringen droht und der Bus nur noch selten oder gar nicht mehr kommt, sind Bürgermeister mittlerweile zu allem bereit: Für neue »autonome« Shuttles werden Fahrstreifen reserviert, parkende Autos verbannt und die Lichtzeichenanlage auf Vorrang gestellt. Experimente mit automatisiert fahrenden Shuttles könnten bereits heute flächendeckend gestartet und damit der Weg in eine effizientere Verkehrszukunft auf Basis gemeinschaftlich genutzter autonomer Fahrzeuge eingeschlagen werden. Das autonome Fahren wäre dann kein Einstieg in eine Zukunft mit noch mehr privaten Pkw, sondern würde zur Schlüsseltechnologie für den Weg hin zu einer Neuerfindung des öffentlichen Verkehrs: genauso mobil sein wie heute, aber mit viel weniger

Fahrzeugen! Das Problem: Es ist angerichtet, aber keiner greift zu. Die Autoindustrie bleibt in alten Bildern und Geschäftsmodellen gefangen und der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) tut sich schwer, über die Bereitstellung von Linienbussen oder Straßenbahnen hinaus etwas Neues zu wagen. Weder finanziell noch konzeptionell ist hier ausreichend Power vorhanden.

Es scheint so, dass wir – wie bei allen digitalen Themen, ob Internet, Smartphone oder Suchmaschine – wieder einmal auf die Unternehmen aus Kalifornien warten müssen. Oder doch nicht? Um diese Frage soll es im Folgenden gehen: Können wir hier in Deutschland die Chancen der Technik ergreifen und gemeinsam mit Menschen und veränderten Regelwerken die Probleme des Verkehrs lösen, indem wir die Zahl der Fahrzeuge reduzieren und zugleich die Erreichbarkeit für alle, auch und gerade auf dem Land, erhöhen?

Die vorliegenden Überlegungen basieren auf einem Gutachten, das die Autoren im Auftrag verschiedener Landesverbände von Bündnis 90/Die Grünen erstellt haben.

1

Weniger Fahrzeuge, mehr Mobilität

In der Debatte um die Zukunft der Mobilität spielen autonome Fahrzeuge mittlerweile eine herausragende Rolle. Sie werden oft und gerne als wichtige Zukunftsoption zitiert. Während einige dabei an Autos denken, die selbst lenken und beschleunigen, zielt der Begriff der Autonomie eigentlich auf eine radikalere Vision ab: nämlich auf Fahrzeuge, die nicht nur automatisch fahren, sondern von einem System gesteuert und disponiert werden und deshalb aus der Sicht der Nutzenden autonom unterwegs sind. Die Erwartungen gehen dabei weit auseinander: Während die einen in der Verbreitung autonomer Fahrzeuge die Lösung aller Probleme sehen, prognostizieren die anderen eine Verschärfung der bereits angespannten Verkehrslage. Ähnlich unübersichtlich sind auch die Einschätzungen des tatsächlichen Stands der technischen Entwicklung.

Zwar gibt es verblüffende Fortschritte in der Sensorik, die Fahrzeuge erkennen ihre Umwelt besser denn je. Doch bis zu einer wirklich autonomen Fahrweise, in die

der Mensch gar nicht eingreifen muss – und sogar nicht eingreifen darf – und mit der das Fahrzeug im Strom aller städtischen Verkehrsmittel mitschwimmt, ist es noch ein weiter Weg. Innerhalb der nächsten 20 Jahre werden solche vollautonomen Fahrzeuge – oftmals auch »Robo-Taxis« genannt – auf Deutschlands öffentlichen Straßen, so wie wir sie kennen, aller Voraussicht nach noch keine große Rolle spielen. Welche Bedeutung solche Fahrzeuge jedoch in einer weiteren Zukunft haben werden, welche Rolle sie im Verkehr insgesamt spielen und ob sie Probleme lösen können, hängt neben der Bewältigung der technischen Komplexität von der Art und Weise der politischen Regulierung ab. Ob solche Systeme überhaupt im öffentlichen Straßenraum erscheinen und welche Wirkungen sich für den zukünftigen Verkehr daraus ergeben, entscheidet maßgeblich der gesetzliche Rahmen. Doch bisher kennt weder das Straßenverkehrsgesetz noch die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) autonome Fahrzeuge. Entsprechend gibt es noch keine Zulassung für Fahrzeuge, in denen die Fahrzeuglenkenden nicht jederzeit die Kontrolle ausüben können. Im internationalen Raum gilt als Referenz für die nationale Gesetzgebung die »Wiener Übereinkunft über den Straßenverkehr« aus dem Jahr 1968. Darin werden internationale Standards, von Verkehrsregeln über Zulassungsbedingungen bis hin zu Haftungsfragen, festgelegt. Auch sie kennt keine autonomen Fahrzeuge. Seit 2016 allerdings lässt es die Wiener Übereinkunft – übersetzt ins deutsche Straßenverkehrsrecht –

zu, dass die Hand nicht ununterbrochen am Lenkrad (oder am Zügel eines Tieres) sein muss: »Die Änderung des Übereinkommens sieht vor, dass nun erstmals Fahrzeugsysteme erlaubt sind, die einen Einfluss auf das Führen eines Fahrzeugs haben. Damit gemeint sind technische Systeme, die den Fahrer unterstützen, wie Fahrerassistenzsysteme oder automatisierte Fahrfunktionen.« (BMVI 2019) Voraussetzung dafür aber ist, dass die Fahrzeuge technisch so gestaltet sind, dass sie »jederzeit durch den Fahrzeugführer manuell übersteuerbar oder deaktivierbar« sind. Diese in einem Zusatzparagrafen festgelegte Regelung zum Straßenverkehrsgesetz schafft Rechtssicherheit für die Anbieter und Nutzer von Assistenz- beziehungsweise automatisierten Systemen, die sich bereits im Betrieb befinden oder kurz davorstehen. Damit verpflichtet sich auch das Verkehrsministerium dem Leitgedanken des Fahrens durch einen Fahrzeugführer, der nunmehr ab und zu die Hände vom Lenkrad nehmen kann.

Ein kleines Fenster in die Zukunft ist damit zwar geöffnet, aber es gibt keinerlei Hinweise darauf, in welche Richtung die Entwicklung gehen kann oder soll. Die Pfadabhängigkeit ist groß. Das private Auto war und ist bislang Nutznießer politisch bewusst herbeigeführter Privilegien gegenüber anderen Verkehrsmitteln. Eine weitere Fortschreibung des privatautomobilen Pfades wird weder mit elektrischem Antrieb noch mit automatisierten Assistenzfunktionen die drängenden Verkehrsprobleme lösen. Ganz im Gegenteil: Wenn private Automobile neben den

bereits bestehenden Vorteilen zusätzliche Features erhalten, die eine Nutzung noch attraktiver machen, dann steigen die Fahrzeugmengen weiter an und die Verkehrsprobleme wachsen. Die bisher eingeführten neuen Paragraphen in den bestehenden Regelwerken orientieren sich also an der alten Idee des privaten Autos. Sie schaffen keinerlei Optionen für die Einführung automatischer Systeme zur Reduzierung der Fahrzeugmengen.

Die Zukunft beginnt schon jetzt

Es kommt jedoch vielmehr darauf an, nicht einfach den bisherigen Pfad des Automobils zu verlängern, sondern eine »ermöglichende Regulierung« einzuführen, die neuen Fahrzeugtypen als Element eines künftigen öffentlichen Verkehrs Raum zum Experimentieren bietet.

Es braucht einen Regulierungsrahmen, der sowohl neue Fahrzeugtypen als auch die vielfältigen neuen Mobilitätsangebote, die auf Basis digitaler Plattformen entstehen, gesetzlich ermöglicht und den Weg dafür frei macht, ihre optimale Verknüpfung mit dem klassischen ÖPNV zu erproben. Zentrale Bausteine eines alternativen Mobilitätssystems, das mit viel weniger Fahrzeugen auskommt, sind bereits heute erkennbar. Dazu gehören einerseits automatisierte Fahrzeuge, die nicht mehr in der alten Logik des privaten Pkw verharren, sondern als flexible Bausteine eines öffentlichen Verkehrsangebots designt sind: Diese als »automatisierte Shuttles«, »Pods« oder »People

Mover« bezeichneten Fahrzeuge sind Fahrzeuge, die zu meist als Kleinbusse mit derzeit neun, zwölf oder zwanzig Sitzen und völlig ohne Steuerkabine und mit automatischen Türen angelegt sind. Ein Lenkrad gibt es hier nicht mehr. Es handelt sich um ein neues Fahrzeugformat mit einem ungewohnten Erscheinungsbild, angetrieben von einem Elektromotor und bereits teilweise im 3-D-Druck gefertigt. Diese Fahrzeuge werden heute schon in einer Vielzahl von Pilotprojekten eingesetzt. Wenn sie optimal mit bestehenden Angeboten verknüpft werden, können sie zu vergleichsweise geringen Kosten eine deutliche Ausweitung des öffentlichen Verkehrsnetzes ermöglichen.

Der zweite Baustein besteht in der heute schon sichtbaren neuen Vielfalt von Mobilitätsangeboten, die auf der Basis digitaler Plattformen entstehen. Neben Car- und Bikesharing treten laufend neue Mobilitätsoptionen, die es erleichtern, ohne eigenen Pkw unterwegs zu sein. Dazu gehören auch sogenannte Ride-Pooling-Services, die verschiedene Fahrtwünsche in Echtzeit »on demand« bündeln und damit öffentliche Verkehrsangebote auf eine neue flexible Grundlage stellen. Diese neuen Angebote operieren heute noch mit Fahrern. Sie sind aber als Vorläufer künftiger autonomer Fahrzeugflotten zu verstehen.

Im Zusammenspiel von neuen, nachfragebestimmten Angebotsformen und dem klassischen Umweltverbund erscheint es perspektivisch möglich, in einem definierten Bediengebiet eine wirkliche Alternative zum privaten Pkw zu etablieren und damit die Zahl der Fahrzeuge auf die

vom Umweltbundesamt angestrebten 150 Kraftfahrzeuge je 1.000 Einwohner zu verringern (UBA 2017). Perspektivisch ließe sich mit einem hochintegrierten intermodalen öffentlichen Verkehr in Form eines Mixes aus Groß- und Kleinfahrzeugen sowie aus spurgeführten, getakteten und flexiblen On-demand-Verkehren die Zahl der Straßenfahrzeuge zur Abwicklung sämtlicher Personenkilometer in den Städten voraussichtlich sogar noch weiter reduzieren. Im Ergebnis würde dies bedeuten, dass mit automatisierten, öffentlich nutzbaren Fahrzeugflotten der Verkehr in Zukunft verlässlicher, sozial ausgewogener, leistungsfähiger und vor allen Dingen mit einem geringeren Ressourceneinsatz gestaltet werden kann.

Ohne politische Unterstützung wird es nichts

Doch geht die Entwicklung keineswegs zwangsläufig dorthin. Um die technischen Optionen tatsächlich zu realisieren, muss der verkehrliche Regulierungsrahmen neu definiert werden. Ein völlig neu aufgestellter und flexiblerer öffentlicher Verkehr ist damit verbunden, dass sich die bisherigen Zuständigkeiten und Branchengrenzen verschieben und die Organisation des gesamten Verkehrs als eine öffentliche Regieaufgabe verstanden wird. In einem solchen Kontext finden dann automatisierte und später möglicherweise auch autonome Fahrzeuge ihren eigentlichen Sinn: Autonome Fahrzeugflotten können ein bisher nicht gekanntes Spektrum an Möglichkeiten bieten, den

privaten Pkw obsolet zu machen, wenn die Ziele definiert sind und der politische Wille zu einer solchen Umgestaltung tatsächlich vorhanden ist. Eine Schlüsselrolle kommt dabei den Kommunen zu. Sie sind bisher für den öffentlichen Nahverkehr zuständig. In Zukunft müssen sie dazu in die Lage versetzt werden, verschiedene Verkehrsangebote so zu vernetzen und zu regulieren, dass diese optimal zusammenspielen.

Ebenso ist es offensichtlich, dass für einen nachhaltigen Verkehr weder die bisherige Aufteilung des öffentlichen Raumes noch die Organisation und Finanzierung des Verkehrs, insbesondere des öffentlichen Verkehrs, beibehalten werden kann. Bislang lag der Fokus der Verkehrspolitik in der Ermöglichung von Mobilität mit privaten Automobilen mit Verbrennungsmotoren. Der Erwerb, die Nutzung sowie das nahezu kostenlose Abstellen privater Fahrzeuge im öffentlichen Raum wurden und werden vom Staat finanziell und ordnungspolitisch weiter unterstützt. Das Teilen von Fahrzeugen findet dagegen trotz Verabschiedung des Carsharing-Gesetzes im Jahre 2017 weiterhin kaum politische Unterstützung. Es wird als kommerzielle Aktivität im öffentlichen Raum oft sogar teuer bepreist. Obwohl mittlerweile mit dem mobilen Internet die Vermarktung von Sitzplätzen als »Ride-Pooling« (Gemeinschaftsverkehre) oder als »Ride-Hailing« (Chauffeurdienste) möglich ist, sind die Optionen des öffentlichen Verkehrs auf Basis des aus dem Jahre 1934 stammenden Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) sehr

eingeschränkt und Ausnahmen werden nur restriktiv gewährt.

Vor diesem Hintergrund lautet unsere zentrale These, dass die technischen Optionen des automatisierten Fahrens für eine Verkehrswende zwar Chancen bieten. Sie zu nutzen, muss aber regulatorisch vorbereitet und politisch unterstützt werden. Die bestehende Rechtsordnung ist zu überdenken und übergangsweise ein »Gesetz zur Einrichtung regulatorischer Experimentierräume für digitale Systeme im Verkehr« einzurichten. Darin soll geregelt werden, wie sich die vorhandenen Experimentierklauseln der unterschiedlichen Gesetze und Verordnungen kombinieren lassen, sodass schon heute der Übergang zum automatisierten Fahren in Richtung einer nachhaltigen Mobilität gestaltet werden kann.

»Die Potenziale des automatisierten Fahrens für eine Verkehrswende sind groß – wenn es regulatorisch und politisch gestaltet wird!«

Robotaxis, die wie von Geisterhand gesteuert durch die Städte flitzen, bleiben einstweilen noch Science Fiction. Aber Busse, die automatisch und flexibel vor die Tür gefahren kommen – das kann heute schon Realität werden. Dazu braucht es aber den politischen Willen, den öffentlichen Verkehr modern zu gestalten und als Alternative zum eigenen Auto aufzubauen. Weder die Autoindustrie noch die öffentlichen Verkehrsunternehmen sind augenblicklich in der Lage, solche Systeme zu entwickeln. Die amerikanischen Digitalkonzerne stehen dagegen bereits in den Startlöchern.

Das Buch ist ein Plädoyer dafür, die Chancen der neuen Technik aktiv zu ergreifen und gemeinsam mit allen Beteiligten mutig zu experimentieren. Mit veränderten Regelwerken lassen sich neue Dienste etablieren, die die Zahl der Autos in den Städten auf ein Minimum reduzieren und auch auf dem Land neue Möglichkeiten für eine Mobilität ohne eigenes Auto schaffen.