

Chancen und Herausforderungen  
des autonomen Fahrens im urbanen Raum  
mit Schwerpunkt Personenverkehr

**Bachelorarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“  
im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik,  
Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät  
der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Herrmann



Vorname: Jessica



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 20. Juni 2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Verzeichnis verwendeter Abkürzungen</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Relevanz	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	2
<b>2 Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1 Stufen der Automatisierung	2
2.2 Stand der Praxis	5
<b>3 PESTEL-Analyse des autonomen Fahrzeugs im urbanen Raum</b>	<b>13</b>
3.1 Politisch	13
3.2 Wirtschaftlich	16
3.3 Soziokulturell	18
3.4 Technologisch	20
3.5 Ökologisch-geographisch	22
3.6 Rechtlich	24
<b>4 Besonderheiten im öffentlichen Personennahverkehr</b>	<b>27</b>
<b>5 Diskussion der Chancen &amp; Limitationen</b>	<b>29</b>
5.1 Verkehrssicherheit und Staus	29
5.2 Umweltschutz	30
5.3 Vorteile für Individuum und Gesellschaft	31
5.4 Stand der Forschung & Entwicklung	34
5.5 Einbindung in das bestehende Verkehrssystem	37
5.6 Ethische Schranken	38
5.7 Menschliche Akzeptanz	41
5.8 IT-Sicherheit & Datenschutz	44
<b>6 Handlungsempfehlungen und Strategien</b>	<b>47</b>
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>51</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>52</b>
<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	<b>61</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation und Relevanz

Autonomes Fahren als ein großer Trend der „Mobilität der Zukunft“ ist im Moment ein allgegenwärtiges Thema in Medien, Politik und Wirtschaft. Die Entwicklung geht dabei Hand in Hand mit Elektromobilität und alternativen Mobilitätskonzepten wie Carsharing. Die Frage, wie zeitgemäß unsere aktuelle Fortbewegung noch ist, scheint so aktuell wie nie.

Im Jahr 2015 starben in Deutschland 3459 Menschen durch Verkehrsunfälle,<sup>1</sup> etwa 1,2 Millionen sind es jährlich weltweit.<sup>2</sup> Über 90 Prozent dieser Unfälle werden dabei durch menschliches Fehlverhalten verursacht. Gerade junge Menschen sind besonders stark davon betroffen, so waren in der Gruppe der 15- bis 29-Jährigen Verletzungen durch Verkehrsunfälle 2012 laut WHO sogar die häufigste Todesursache.<sup>3</sup>

Autonomes Fahren könnte die Antwort auf dieses Problem sein. Die Unfall- und Todeszahlen sind in den letzten Jahren schon rückläufig, was sich unter anderem auf die Einführung diverser Fahrerassistenzsysteme zurückführen lässt.<sup>4</sup> Trotzdem lässt sich durch technischen Fortschritt in diesem Bereich noch sehr viel mehr tun, sowohl im motorisierten Individualverkehr als auch im öffentlichen Personennahverkehr. Autonome Fahrzeuge könnten den „Risikofaktor Mensch“ auf ein Minimum reduzieren. Einerseits sind sie durch ihre Sensorik in Kombination mit komplexer Informationsverarbeitung in der Lage, das gleiche zu leisten wie ein „perfekter“ menschlicher Fahrer. Sie können die Umgebung überwachen, Situationen erkennen, bewerten und entsprechend reagieren und das viel schneller, als es die menschliche Reaktionszeit zuließe. Durch die Vernetzung mit der Umwelt, der sogenannten Car-to-X-Kommunikation, ergeben sich allerdings Möglichkeiten, die noch weit über die Leistungsfähigkeit eines Menschen allein hinausgehen. So werden eine frühzeitige Vermeidung von Risiken, eine effizientere Ausnutzung des Verkehrsraums und eine maximal vorausschauende, ressourcenschonende Fahrweise möglich. Für den Fahrer ergeben sich neue Möglichkeiten, die Zeit im Fahrzeug zu nutzen und allgemein eine

---

<sup>1</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2016), S. 9.

<sup>2</sup> Vgl. World Health Organisation (2015).

<sup>3</sup> Vgl. ebd., S. X.

<sup>4</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2015), S. 7.

deutlich komfortablere Mobilität. Außerdem werden besonders private Fahrzeuge durch neue Vernetzungstechnologien immer weiter über die Rolle als einfaches Transportmittel hinauswachsen.

Im urbanen Raum ergeben sich auch zahlreiche andere Einsatzgebiete für autonome Fahrzeuge, wie Paketzustellroboter, Transporter oder Segways. Einige Unternehmen wie das chinesische *Ehang* arbeiten inzwischen an sogar an der futuristisch anmutenden Vision von autonom fliegenden Taxi-Drohnen, sogenannten AAVs (Autonomous Aerial Vehicles).<sup>5</sup> Gegenstand dieser Analyse soll aber der konventionelle Personentransport im Stadtverkehr sein, also private Autos, Taxis, Busse und Straßenbahnen.

## **1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit**

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen differenzierten Überblick über die Chancen und Herausforderungen autonomer Fahrzeuge im städtischen Personenverkehr zu bieten und eine Einschätzung über die Machbarkeit in der näheren Zukunft zu treffen.

Den Beginn bilden in Abschnitt 2 die Begriffsdefinition und ein Überblick über bereits realisierte Testprojekte zum autonomen Fahren. In Abschnitt 3 werden mit einer PESTEL-Analyse die aktuellen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für die Entwicklung betrachtet. Schwerpunkt liegt dabei auf dem motorisierten Individualverkehr, da Busse und Bahnen durch ihre Andersartigkeit anderen Bedingungen begegnen und sich zum Teil schon auf einem höheren Level der Automatisierung befinden. Diesen Unterschiedlichkeiten widmet sich Abschnitt 4. Kern der Arbeit ist in Abschnitt 5 die Diskussion der Möglichkeiten und Limitationen in den verschiedenen Bereichen, die autonomes Fahren berührt. Die daraus resultierenden Handlungsempfehlungen und eine abschließende Zusammenfassung schließen die Arbeit ab.

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Stufen der Automatisierung**

„Autonomes Fahren“ ist kein einheitlich festgelegter Begriff. Dahinter stehen unterschiedlich präzisierende Definitionen von Stufen der Fahrzeugautomatisierung von

---

<sup>5</sup> Vgl. Ehang (o.J.).

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Inzwischen ist es keine Frage mehr, ob autonome Fahrzeuge in Zukunft unseren Verkehr prägen werden – die Frage ist die nach dem „Wann“.

Die Chancen durch autonomes Fahren für Mensch und Umwelt sind vielfältig. Durch eine intelligente Fahrweise können Unfälle verhindert, Emissionen reduziert und der Fahrkomfort erhöht werden. Die Vernetzung der privaten Autos wird sich zunehmend auf mobile Endgeräte und einen größeren Teil des Alltags der Nutzer erstrecken, wodurch sich die Produktwahrnehmung vollständig verändern wird. Autonome Fahrzeuge werden zukünftig mehr sein als ein Transportmittel, sie werden zu einem Teil des persönlichen Lebensraums. Auch für die Wirtschaft ergeben sich große Opportunitäten. Die Technik ist heute bereits weit fortgeschritten, alle namenhaften Hersteller treiben ambitioniert Forschung zu vernetzten und vollautomatisierten Fahrzeugen voran. Hauptsächliche Hemmnisse und Limitationen für den Fortschritt liegen zurzeit noch bei den humanen Faktoren wie Recht, Ethik und Akzeptanz, ebenso wie Zuständigkeitsfragen bei Infrastrukturmaßnahmen. Autonome Fahrzeuge haben also das Potential einer Revolution für unseren Verkehr und werden viele positive Veränderungen in Bereichen des alltäglichen Lebens bewirken, setzen aber zuvor einen Wandel und Bemühungen in unserem gegenwärtigen Gesellschaftssystem voraus.

Realistisch ist aufgrund der Vielzahl an erfolgreichen Tests und der Angaben der Hersteller, dass bereits 2020 die ersten vollautomatisierten Fahrzeuge technologisch marktreif sind. Eine Klärung der rechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen bis dahin ist zwar eine große Herausforderung, aber möglich und vorstellbar, da diese vielerorts bereits auf höchster politischer Ebene diskutiert werden. Auch der Einfluss der Automobilbranche wird vermutlich einen nicht unbeträchtlichen Anteil dazu leisten. So erscheint autonomes Fahren auf unseren öffentlichen Straßen schon in den nächsten drei bis zehn Jahren durchaus machbar. Ob und wann die menschliche Akzeptanz in dem Maße nachziehend wird, dass vollautomatisierte Systeme den konventionellen Fahrer gänzlich ersetzen, ist ungewiss und wird sich erst in einem längeren Zeitraum oder mit der nächsten Generation zeigen. Nichtsdestotrotz ist es durchaus möglich, dass wir durch autonome Fahrzeuge bereits in den nächsten Jahren einen deutlichen Schritt in Richtung einer nachhaltigeren, komfortableren und sichereren Mobilität der Zukunft erleben.