

Potentiale und Herausforderungen der Utopie unfallfreies Fahren

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: Rode



Vorname: Tobias



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 24.11.2014

Inhaltsverzeichnis	Seite
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Relevanz und Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	2
2 Theoretische Grundlagen	3
2.1 Entwicklung der Infrastruktur und des Straßenverkehrsaufkommens	3
2.2 Unfallzahlen und Unfallursachen	5
2.3 Wirtschaftliche Schäden	7
2.3.1 Personenschäden	7
2.3.2 Sachschäden	8
2.3.3 Ausfallkosten	9
2.4 Verbreitung von Sicherheitssystemen in Fahrzeugen.....	9
3 Grundlagen der Fahrzeugsicherheit.....	11
3.1 Rechtliche Vorschriften.....	11
3.2 Sicher Fahren.....	13
3.2.1 Automatische Distanzregelung.....	13
3.2.2 Notbremsassistent	16
3.2.3 Spurhalteassistent.....	18
3.2.4 Parklenkassistent.....	20
3.2.5 Spurwechselassistent.....	21
3.2.6 Licht und Sicht Assistenten.....	23
3.2.7 Müdigkeitserkennung	25
3.2.8 Kreuzungs- und Verkehrszeichenassistent.....	26

3.2.9	ABS, ASR, ESP	28
3.2.10	Proaktives Insassenschutzsystem.....	30
3.4	Zukunftsszenarien.....	31
3.4.1	Connected Car.....	31
3.4.2	Car-2-Car Kommunikation	32
3.4.3	Car-2-Infrastructure Kommunikation	34
3.4.4	Autonomes Fahren	36
4	Experteninterview	39
4.1	Aufbau des Interviews	39
4.2	Auswertung der Befragung.....	41
4.2.1	Technologieakzeptanz.....	41
4.2.2	Maßnahmen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	43
4.2.3	Technische Möglichkeiten der Zukunft	45
5	Zusammenfassung und Fazit	48
	Literaturverzeichnis.....	52

1 Einleitung

„Verkehrsunfälle gehören ins Museum. Das ist keine Utopie mehr. Denn das Auto der Zukunft wird durch einen Schutzmantel aus Fahrzeugdaten und Informationen anderer Verkehrsteilnehmer immer besser Unfälle vermeiden können.“¹

1.1 Relevanz und Motivation

Um die Verkehrssicherheit auf europäischen Straßen zu steigern hat die EU ein ehrgeiziges Ziel formuliert. Bis 2050 soll die Zahl der Unfalltoten auf nahezu null reduziert werden.² Um dies zu verwirklichen, sollen als erste Etappe bis 2020 die Unfalltoten gegenüber 2010 halbiert werden. Der ehemalige Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer hat für den selben Zeitraum ein vorsichtigeres Ziel ausgegeben.³ In seinem Verkehrssicherheitsprogramm von 2011 soll eine Reduktion der Todesopfer in Deutschland um 40 Prozent erreicht werden. Jedoch wird dieses Vorhaben durch das stetig wachsende Verkehrsaufkommen erschwert. Im Vergleich zu 2010 nimmt laut der Verkehrsprognose 2030 der Personenverkehr um 13 Prozent und der Güterverkehr um 38 Prozent in Deutschland zu.⁴

Das Interesse sicher und unversehrt mobil zu sein liegt jedoch nicht nur im Interesse der Politik. Menschen aller Altersklassen machen die Fahrzeugsicherheit heutzutage zu einem ausschlaggebenden Argument beim Fahrzeugkauf. Diesen Trend hat auch die Automobilbranche erkannt. Während in der Vergangenheit nur wenige Innovationen wie Sicherheitsgurt, Airbag und ABS Meilensteine in der Fahrzeugsicherheit darstellten, kommen gegenwärtig in geringen Zeitabständen unzählige, neuartige Fahrerassistenzsystemen auf den Markt. Diese sollen sowohl die Sicherheit als auch auch den Fahrkomfort des Fahrers steigern. Zudem gilt der Vorsprung durch innovative Sicherheitssysteme als Zeichen für Stärke und Wettbewerbsfähigkeit eines Automobilherstellers.

Um sich weiterhin einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz sichern zu können gilt es als oberste Priorität, sich den derzeitigen digitalen Wandel zu Nutze zu machen. Das vernetzte Auto „Connected Car“ (CC) spielt dabei eine wichtige Rolle. Die Kommunikation des Autos mit der Umwelt birgt ein enormes Potential zur Unfallverhütung.

¹ Elmar Degenhart auf dem 16. Technischen Kongress des VDA in Hannover, 20.03.2014.

² Vgl. hierzu und zum Folgenden Europäische Kommission (2011), S. 11.

³ Vgl. hierzu und zum Folgenden Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011), S. 3.

⁴ Vgl. Behörden Spiegel (2014), o.S.

Es scheint als wäre die Vision des unfallfreien Fahrens in greifbarer Nähe. Dennoch müssen noch eine Vielzahl von Hürden gemeistert werden. Auch wenn die Automobilbranche einen maßgeblichen Anteil zur Sicherheit im Straßenverkehr beiträgt, kann sie dieses Unterfangen alleine nicht umsetzen. Es müssen auch infrastrukturelle Maßnahmen und rechtliche Rahmenbedingung geschaffen werden, ohne die ein möglicher Erfolg nicht realisierbar ist. Außerdem ist eine Bereitschaft des Individuum Mensch notwendig, die eigene Kontrolle über das Fahrzeug an ein automatisiertes System abzugeben und auf dessen Zuverlässigkeit zu vertrauen. Daher bleibt es ungewiss, ob dieses utopisch scheinende Ziel bis zum Jahr 2050, oder überdies hinaus, erreichbar sein wird.

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Analyse, inwieweit die Potentiale neuartiger Sicherheitssysteme den Straßenverkehr sicherer machen können und welche Herausforderungen der Vision des unfallfreien Fahrens gegenüberstehen.

Als Einstieg in die Arbeit wird in Kapitel 2 zunächst das Verkehrsaufkommen auf deutschen Straßen begutachtet. Hierbei soll der Zusammenhang verdeutlicht werden, welche Unfallarten, welche wirtschaftliche Schäden mit sich bringen und wie diese bewertet werden können.

In Kapitel 3 werden die Grundlagen der Fahrzeugsicherheit erläutert. Dabei wird auf rechtliche Vorschriften eingegangen die den Straßenverkehr nachhaltig sicherer gestalten sollen und Voraussetzungen die Fahrzeuge erfüllen müssen, um am Straßenverkehr teilnehmen zu dürfen. Zudem wird diskutiert, wie verschiedene Fahrerassistenzsysteme arbeiten, bei welchen Gefahrensituationen sie nützlich sind und inwieweit diese tatsächlich Unfälle vermeiden können. Außerdem wird die weitere Entwicklung von Sicherheitssystemen in Fahrzeugen, bis hin zum fahrerlosen Fahren betrachtet.

Anschließend werden in Kapitel 4 auf Basis eines Fragebogens Experteninterviews durchgeführt. Die Befragung soll Aufschluss darüber geben wie Fachleute, die täglich mit an der Entwicklung, Nutzung oder dem Verkauf solcher Systeme beteiligt sind, das Potential von Sicherheitssystemen in Fahrzeugen einschätzen. Außerdem sollen die Interviews Aufschluss darüber geben, wie die Interviewpartner das künftige Wachstum im Bereich der Fahrzeugsicherheit bewerten.

Letztendlich folgt in Kapitel 5 die Schlussbetrachtung bei der die gewonnenen Erkenntnisse während der Arbeit ausgewertet und die Kernaussagen zu einem Fazit zusammengefasst werden.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Entwicklung der Infrastruktur und des Straßenverkehrsaufkommens

Laut dem statistischen Bundesamt ergab sich im Jahr 2010 im Personenverkehr eine Beförderungsleistung von knapp 1.200 Milliarden (Mrd.) Personenkilometern⁵ (Pkm)⁶. Zudem wurden im Jahr 2011 bis zu 3,2 Mrd. Tonnen Güter im Straßenverkehr befördert. Die Verkehrsprognose von Alexander Dobrindt, Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, sagt zudem einen kräftigen Zuwachs bis 2030 voraus.⁷

Obwohl ein Viertel aller zurückgelegten Wege zu Fuß erledigt werden machen sie nur 3 Prozent der Beförderungsleistung aus. Mit dem Pkw wird nahezu jeder zweite Weg zurückgelegt. Dies macht den Hauptanteil der im Verkehr zurückgelegten Distanzen aus.

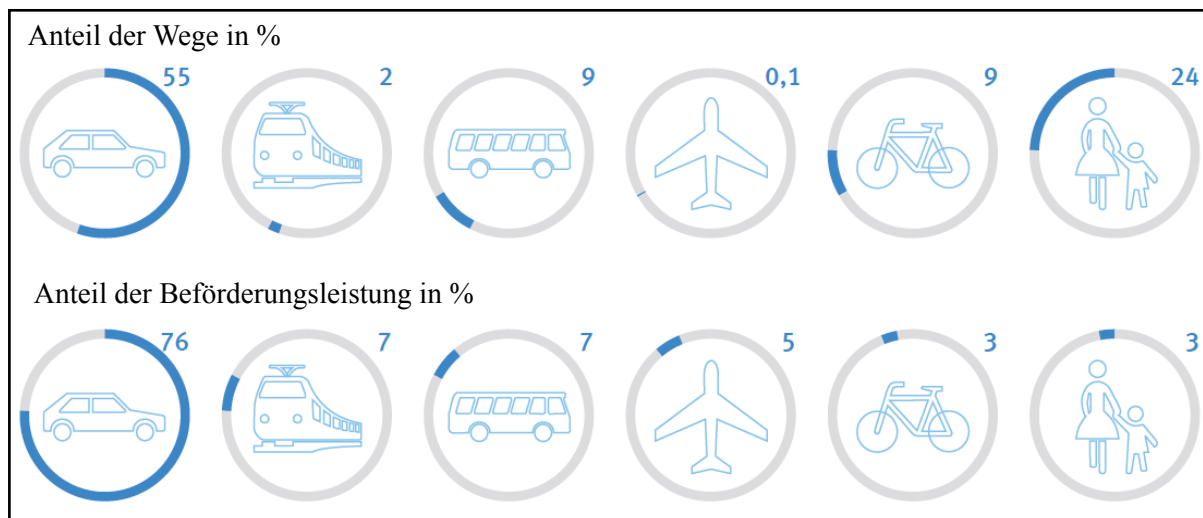


Abb. 1: Verkehr nach Verkehrsmitteln 2010
Quelle: Statistisches Bundesamt (2013), S. 7.

Zudem umfasst der Fahrzeugbestand⁸ 2014 in Deutschland 61,5 Mio. Einheiten. Dies ist ein Anstieg um 700.000 Fahrzeuge ggü. dem Vorjahr.⁹ Die Globalisierung der Wirtschaft und die

⁵ Maßeinheit für die Beförderungsleistung von Personen. Sie berechnet sich aus dem Produkt der Anzahl der transportierenden Personen und der zurückgelegten Entfernung.

⁶ Vgl. hierzu und zum Folgenden Statistisches Bundesamt (2013), S. 5.

⁷ Vgl. hierzu und zum Folgenden Behörden Spiegel (2014), o.S.

⁸ Fahrzeugbestand umfasst Kfz (53 Mio.), Kfz-Anhänger (6,5 Mio.) und Versicherungskennzeichen (2 Mio.)

⁹ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2014), S. 1.

5 Zusammenfassung und Fazit

In dieser Arbeit wurden zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollte analysiert werden, welches Potential der heutige und der zukünftige Stand der Verkehrs- und Fahrzeugtechnik bietet, um den Straßenverkehr nachhaltig sicherer zu gestalten. Zum anderen wurden die Herausforderungen, die dem ggü. stehen untersucht, um abschließend feststellen zu können, bis zu welchem Maße und unter welchen Voraussetzungen ein unfallfreies Fahren realisierbar ist.

Beginnend wurde dazu in Kapitel 2 ein Überblick über die Entwicklung von Unfallzahlen und deren Ursachen geschaffen. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die Anzahl von Personen- und Sachschäden seit 1970 kontinuierlich verringert haben. So waren im Jahr 2012 bspw. rund 17.400 Tote weniger zu beklagen als noch im Jahre 1970. Diese positive Entwicklung ist vor allem auf gesetzliche Maßnahmen, Fortschritte in der Fahrzeugtechnik, den Ausbau des Straßennetzes, sowie auf eine verbesserte medizinische Erstversorgung zurück zu führen. Als Hauptunfallursachen für Verkehrsunfälle können vor allem Unaufmerksamkeit, Missachtung von Verkehrsregeln und Selbstüberschätzung verantwortlich gemacht werden. Jedoch spielt auch die zunehmende Anzahl an Fahrzeugen im Straßenverkehr eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Mit der höheren Verkehrsdichte geht eine zunehmende Komplexität des Straßenverkehrs einher. Folglich sind viele Verkehrsteilnehmer mit bestimmten Situationen überfordert, woraus ebenfalls Unfälle resultieren. Weiterhin wurde in Kapitel 2 untersucht, inwieweit Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen ausgestattet sind und welchen Anteil diese bereits zur Verkehrssicherheit beitragen. Obwohl diese Systeme einen hohen Bekanntheitsgrad besitzen, wurde deutlich, dass bisher nur sehr wenige Fahrzeuge mit diesen Systemen ausgestattet sind.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden in Kapitel 3 die gängigsten Fahrerassistenzsysteme auf Stärken und Schwächen untersucht. Außerdem wurde analysiert, welchen Beitrag zukunftsnahe Konzepte und Technologien zur Verkehrssicherheit leisten können.

Fahrerassistenzsysteme haben die Aufgabe, den Fahrer bei seinen Fahraufgaben zu unterstützen und bei Gefahr einzugreifen. Jedes dieser Systeme wurde für bestimmte kritische Situationen entwickelt und trägt somit dazu bei Unfälle zu verhindern. Dabei wird zwischen „passiv warnenden“ und „aktiv in das Fahrgeschehen eingreifenden“ Systemen unterschieden. Letzteren kann der höhere Sicherheitsgewinn zugeschrieben werden. Dies lässt sich

dadurch erklären, dass die Technik, im Vergleich zum Menschen, eine geringere Reaktionszeit besitzt und unabhängig von der Situation stressresistent und kontrolliert Aufgaben ausführt. Ein Nachteil ggü. dem Menschen ist jedoch, dass strikt programmierte Abläufe nicht individuell reagieren und je nach Lage improvisieren können. So kann der Mensch abwägen, ob ein Ausweichmanöver oder eine Vollbremsung die bessere Alternative bietet, um einen Unfall zu vermeiden, während ein Assistenzsystem bspw. nur die Option einer Vollbremsung besitzt.

Um den Straßenverkehr sicherer zu gestalten und um zu erreichen, dass Fahrzeuge verstärkt mit Fahrerassistenzsystemen ausgestattet werden, wurden ABS und ESP gesetzlich in Neuwagen vorgeschrieben. Als weitere gesetzliche Maßnahmen, die zur Sicherheit beitragen sollen, gelten bspw. Handyverbot am Steuer, Reifendruckkontrolle oder Winterreifenpflicht. Heutzutage wird dem Notbremsassistent und der automatischen Distanzregelung ACC das größte Potential zugeschrieben, um Unfallzahlen weiter reduzieren zu können. Dies liegt daran, dass diese neben dem Fahrer auch andere Verkehrsteilnehmer, wie Fußgänger oder Radfahrer vor einer Kollision bewahren können und zudem nahezu bei jeder Situation funktionieren, egal ob bei Dunkelheit oder schlechten Witterungsbedingungen.

Trotz geringer Fehlerquoten tragen alle Fahrerassistenzsysteme dazu bei, die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen. Jedoch muss die Zuverlässigkeit und die Reichweite der radarbasierten Systeme noch verbessert werden, um Hindernisse oder andere Verkehrsteilnehmer eindeutig und rechtzeitig zu identifizieren. Weiterhin muss verhindert werden, dass Fahrer sich durch die Nutzung von Fahrerassistenzsystemen zu sicher fühlen und dadurch im Verkehr fahrlässig agieren. Zusätzlich dürfen Fahrer durch die Vielzahl an Warnsignalen oder einem autonomen Eingreifen in das Fahrgeschehen, nicht irritiert oder überfordert werden. Ebenfalls ist zu bemängeln, dass Fahrerassistenzsysteme sich nur begrenzt an das individuelle Fahrverhalten des Fahrers anpassen können.

Weiterhin wurden in Kapitel 3 die Potentiale und Herausforderungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit durch zukunftsbasierende Systeme analysiert. Dazu gehören autonome Fahrzeuge und Connected Cars, die mit anderen Fahrzeugen und der Umwelt kommunizieren können. Dadurch das Fahrzeuge untereinander Informationen austauschen, wird ein vorausschauenderes Fahren ermöglicht. Fahrer können frühzeitig über einen Unfall hinter einer Kurve, einem Stauende oder sich annähernden Einsatzfahrzeugen gewarnt werden. Zudem

wird es durch die C2X-Kommunikation ermöglicht, den Verkehrsfluss zu optimieren, indem Ampeln und Verkehrsschilder intelligent mit dem Verkehrsaufkommen verknüpft und geschaltet werden. Um die C2C- und C2X-Kommunikation jedoch effektiv nutzen zu können, müssen zunächst Standards geschaffen werden, damit Fahrzeuge verschiedener Marken untereinander Informationen austauschen können. Zudem funktioniert der Informationsaustausch umso besser, je mehr Fahrzeuge und Umwelt mit der Technik ausgestattet sind. Weiterhin müssen hohe Sicherheitsstandards geschaffen werden, um die Daten vor einem Missbrauch von Dritten zu schützen. Dennoch werden Connected Cars einen erheblichen Anteil daran haben, Unfallzahlen zu minimieren.

Weiterhin bieten autonome Fahrzeuge ein hohes Potential Personen- und Sachschäden deutlich zu reduzieren. Diese Tatsache beruht darauf, dass diese Technik die Hauptursache für Unfälle, das menschliche Versagen, gänzlich ausschließen kann. Jedoch besteht die Gefahr, dass durch autonome Fahrzeuge andere Unfallursachen entstehen werden, da bei keinem System eine Ausfallsicherheit gewährleistet werden kann. Zudem besteht das Risiko, dass durch die Komplexität des Straßenverkehrs eine Situation auftritt, die nicht vom Fahrzeug bewältigt werden kann. Desweiteren ist es ungewiss in welchem Ausmaß autonomes Fahren gesetzlich möglich sein wird, da die Schuldfrage im Falle eines Unfalls immer geklärt sein muss.

Abschließend wurden in Kapitel 4 Interviews mit Experten durchgeführt, die täglich an der Entwicklung, dem Verkauf und der Nutzung von Sicherheitssystemen in Fahrzeugen beteiligt sind. Die Auswertung der Interviews hat weitere Barrieren aufgezeigt, die dem unfallfreien Fahren ggü. stehen.

Entscheidend für den nachhaltigen Erfolg von Fahrerassistenzsystemen und autonomen Fahrzeugen ist die Technologieakzeptanz von Verkehrsteilnehmern. Die Kontrolle vollständig oder auch nur teilweise an das Fahrzeug abzugeben, ist für viele Menschen kaum vorstellbar. Ursächlich dafür ist mangelndes Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Technik. Außerdem wählen viele Autokäufer bevorzugt Komfortsysteme, anstatt in teure Sicherheitssysteme zu investieren. Dennoch wünschen sich viele Verkehrsteilnehmer zumindest teilweise, durch autonome Systeme bei ihren Fahraufgaben entlastet zu werden. Um die Akzeptanz zu diesen Systemen schrittweise steigern zu können, sind laut Expertenmeinungen positive Erlebnisse, sowie grundlegende Schulungen in die verschiedensten Funktionsweisen der Fahrerassis-

tenzsysteme notwendig.

Weiterhin ist in den Interviews deutlich geworden, dass der Erfolg um Verkehrsunfälle nachhaltig zu minimieren nicht allein von der Automobilbranche erreicht werden kann. Der Staat muss verstärkt in den Erhalt und den Ausbau des Verkehrsnetzes investieren, um den stetigen Anstieg des Verkehrsaufkommens bewältigen zu können. Zudem sind Fahrerassistenzsysteme und autonome Fahrzeuge auf ausreichend markierte und beschilderte Fahrbahnen angewiesen, um zuverlässig arbeiten zu können. Weiterhin muss diskutiert werden, ob der Staat weitere Gesetze erlassen sollte, um somit zu erreichen, dass Fahrzeuge zukünftig verstärkt mit Sicherheitssystemen ausgestattet werden.

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, von welchen Faktoren ein unfallfreies Fahren abhängig ist. Dazu wurde das Potential von technischen, gesellschaftlichen und gesetzlichen Maßnahmen bewertet. Weiterhin wurden die Hindernisse, die dem ggü. stehen, aufgefunden und bewertet, ob und inwieweit diese überwindbar sind. Dabei wurde deutlich, dass sowohl die Automobilindustrie, als auch Mensch und Staat an der Zunahme der Verkehrssicherheit ein starkes Interesse besitzen und gemeinsam an dem Ziel arbeiten diese zu erhöhen. Voraussichtlich werden sich Dank dieser Bemühungen die Unfallzahlen in den nächsten Jahren weiter senken lassen. Connected Cars und autonome Fahrzeuge werden einen erheblichen Anteil daran haben. Durch diese neuartigen Technologien werden wiederum neue Unfallarten resultieren, sodass die Anzahl von Personen- und Sachschäden ab einem gewissen Punkt höchstwahrscheinlich stagnieren werden. Das von der EU ausgegebene Ziel, die Unfalldoten bis 2050 auf nahezu Null zu reduzieren, ist schwer vorstellbar. Neben technischen Weiterentwicklungen bezüglich der Zuverlässigkeit von Sicherheitssystemen, ist auch ein Umdenken der Verkehrsteilnehmer notwendig, um sicherheitssteigernde Maßnahmen umsetzen zu können. Aber auch eine striktere Regulierung des Straßenverkehrs würde vermutlich nur einen begrenzten Einfluss auf die Unfallzahlen besitzen. Ebenfalls werden physikalische Grenzen immer bestehen bleiben. Desweiteren wird es nie möglich sein Einfluss auf die Unberechenbarkeit der Witterungsbedingungen zu nehmen. Folglich wird voraussichtlich auch in ferner Zukunft, ein gewisses Restrisiko im Straßenverkehr bestehen bleiben.