

Analyse der Akzeptanz akustischer Signale eines Fahrerassistenzsystems

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: Nüß

■■■■■■ ■■■■■■

Vorname: Bernadette Lucia

■ ■■■■■■

Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 23. Mai 2016

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
2 Erläuterung Fahrerassistenzsysteme.....	3
3 Literaturlauswertung	7
3.1 Forschungsergebnisse	8
3.2 Forschungslücke	18
4 Aufschlüsselung der Methodik	18
4.1 Methoden	18
4.2 Versuchsaufbau	20
4.3 Herangehensweise bei den Testfahrten	23
4.4 Vorstellung des Fragebogens	24
4.5 Strukturgleichungsmodell	27
5 Auswertung	28
5.1 Ergebnisse der Testfahrten	28
5.2 Ergebnisse der Fragebögen.....	38
5.3 Analyse der erzielten Ergebnisse.....	53
6 Kritik.....	58
6.1 Mehrwert	58
6.2 Grenzen des Forschungsaufbaus	58
7 Fazit und Ausblick	59
Literaturverzeichnis.....	62
Anhang	75
Fahrdaten	75
Demographische Daten	76
Fragebogen.....	78

1 Einleitung

„Das automatisierte und vernetzte Fahren ist die größte Mobilitätsrevolution seit der Erfindung des Autos“, sagt Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt (2016, zitiert nach Breitinger, 2016, S.1). Dieses Statement veranschaulicht, dass Straßen voller autonomer Fahrzeuge keine reine Vision mehr darstellen, sondern dies in einigen Jahren Realität sein kann. Damit dies ermöglicht wird, ist die Forschung rund um die Uhr tätig. Auch die Politik trägt ihren Teil dazu bei. Im September 2015 entstand die „Innovationscharta für das Digitale Testfeld Autobahn“ auf der Autobahn A9 in Bayern (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2016). Durch dieses Projekt des Bundesverkehrsministeriums können erstmals teilweise autonome Fahrzeuge auf einer Autobahn in Deutschland getestet werden (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2016).

Die Politik hält mit der schnellen technischen Entwicklung Schritt und fördert eine Verbreitung, z.B. durch Anpassungen der rechtlichen Rahmenbedingungen. Im April 2016 äußerte Bundesverkehrsminister Dobrindt sich zu einem entsprechenden Gesetzesentwurf wie folgt: „Mit unserem Gesetzesentwurf machen wir den Weg frei, damit automatisierte Fahrsysteme immer mehr Fahraufgaben selbstständig übernehmen können.“ (2016, zitiert nach Breitinger, 2016, S.1). Neben dem autonomen Fahren, das als revolutionärste Entwicklung im Bereich der Automobilindustrie betrachtet werden kann, werden Fahrerassistenzsysteme zunehmend populär und können als ein Meilenstein auf dem Weg hin zum völlig autonomen Fahren betrachtet werden. Sie zielen verstärkt darauf ab, das Fahren zu erleichtern, die Sicherheit zu erhöhen und Verkehrsunfällen vorzubeugen.

Die Betrachtung der Unfallarten aus der Statistik des Statistischen Bundesamts vom Januar 2016 ergab, dass Fahrerassistenzsysteme zur Vermeidung bestimmter Unfallvorfälle geeignet sind. Im Januar 2016 gab es z.B. 5583 Zusammenstöße mit Fußgängern/Fahrzeugen. Notbremsassistenten würden in solchen Situationen eingreifen und könnten die Unfallauswirkungen reduzieren oder sogar vermeiden. Als weiteres Beispiel ist das unaufmerksame Verlassen der Spur zu erwähnen. Im Januar 2016 sind alleine 7835 Fahrzeuge von der Fahrbahn abgekommen (vgl. Statistisches Bundesamt, 2016c, S.9). Solche Situationen können durch Spurhalteassistenten vermieden werden. Beide Beispiele verdeutlichen, dass Unfällen durch Fahrerassistenzsysteme vorgebeugt werden kann, sodass die Sicherheit des Fahrzeuges und der Fahrer erhöht wird.

Im Rahmen der euroFOT-Studie wurden die Auswirkungen von Fahrerassistenzsystemen auf die Sicherheit im Straßenverkehr untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zahl der Verkehrsunfälle durch Fahrerassistenzsysteme wie z.B. adaptive Geschwindigkeitsregelung und Auffahrwarnsystem, reduziert werden können (vgl. euro-

FOT, 2012). Die Bedeutung spiegelt sich darin wieder, dass allein durch die zunehmende Verkehrsdichte das Unfallrisiko zunimmt.

Die Statistik des Statistischen Bundesamtes (vgl. 2016b, S.94) beweist die Zunahme der Kraftfahrzeuge. Die Anzahl der Zulassungen ist im Jahr 2015 um 5,4 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen (vgl. Statistisches Bundesamt, 2016b, S.94). Durch den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen kann dem zunehmenden Unfallrisiko entgegengewirkt werden. Ein Blick auf die Unfallstatistik des Statistischen Bundesamtes (vgl. 2016a, S.2) untermauert die Notwendigkeit, Unfallrisiken zu minimieren: Im Vergleich zum Vorjahr ist die Zahl der polizeilich aufgenommenen Verkehrsunfälle im Jahr 2015 um 4,2% gestiegen – die Zahl der Verkehrstoten sogar um 2,9% (vgl. Statistisches Bundesamt, 2016a, S.1). Allerdings ist eine möglichst flächendeckende Integration von Fahrerassistenzsystemen in Fahrzeugen nur der erste Schritt. Vielmehr ist es von Relevanz, dass die Signale der Fahrerassistenzsysteme so ausgestattet sind, dass sie vom Fahrer in jeder Situation wahrgenommen werden können.

Nicht nur im Bereich Politik gewinnt das Thema Fahrerassistenzsysteme an Relevanz, sondern auch bei der Bevölkerung. In einer Umfrage des Deutschen Verkehrssicherheitsrates im August 2015 wurde erfasst, dass 85% der Befragten dem Notbremsassistenten eine hohe bis sehr hohe Akzeptanz bescheinigen, obwohl gerade einmal 13% der Befragten einen Notbremsassistenten in ihrem Fahrzeug haben. Vergleichsweise oft hingegen hat sich die Bevölkerung bereits mit den Instrumenten Navigation und Einparkhilfe auseinandergesetzt (vgl. euroFOT, 2012; Deutscher Verkehrssicherheitsrat, 2016).

Im Rahmen der euroFOT-Studie wurde unter anderem die Akzeptanz von Navigationssystemen, die dem Fahrer die jeweils optimale Route vorgeben, ausgewertet. Es zeigt sich, dass dieses bei den Testpersonen ein hohes Ansehen genießt (vgl. euroFOT, 2012). Laut einer Statistik von 2013 haben 40% der Befragten schon einmal mit einer verkehrsangepassten Navigation zu tun gehabt (vgl. Statista, 2013). Damit zählt das Navigationssystem zu einem vergleichsweise weit verbreiteten Fahrerassistenzsystem. Ein ähnliches Ergebnis erzielte der Einparkassistent bei der Umfrage des Deutschen Verkehrssicherheitsrates. Zwei Drittel der Befragten, die keinen Parkassistenten besitzen, gaben an, dass ihr nächstes Auto damit ausgestattet sein sollte (vgl. Deutscher Verkehrssicherheitsrat, 2016). Dies zeigt die Akzeptanz unterstützender Systeme in der Bevölkerung.

Eine umfassende Einordnung möglicher Fahrerassistenzsysteme folgt im Anschluss an diese Einführung. Ergänzend dazu wird der aktuelle Forschungsstand dargelegt und die Forschungsfrage, welche dieser Arbeit zugrunde liegt, vorgestellt und die Methodik zur Lösung derselben erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert und kritisch analysiert, um den Mehrwert, aber auch die Kritik an dem For-

schungsprojekt aufzuzeigen. Den Abschluss der Arbeit bildet eine kurze Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse verbunden mit einem Ausblick auf weiterführende Forschungsansätze.

2 Erläuterung Fahrerassistenzsysteme

Für den Begriff „Fahrerassistenzsystem“ gibt es eine Vielzahl an Definitionen. Reif (2014, S. 322) beispielsweise verwendet in seinem Fachbuch „Automobilelektronik: Eine Einführung für Ingenieure“ folgende Definition für den Begriff des Fahrerassistenzsystems: *„Sie unterstützen den Fahrer bei seiner Führungsaufgabe, ohne ihn zu bevormunden“. Ihre Eingriffe können jederzeit überstimmt werden.“* Gasser, Seeck und Smith (2015, S.28) beschreiben Fahrerassistenzsysteme als *„(...) das Zusammenwirken des Systems mit dem menschlichen Fahrer (...)“*.

Bengler, Dietmayer, Färber, Maurer, Stiller und Winner (vgl. 2014, S. 7) beurteilen wiederum Fahrerassistenzsysteme als Systeme, die die Möglichkeit haben, die aktive und integrierte Sicherheit im Fahrzeug zu erhöhen.

Auch namhafte Unternehmen wie die Robert-Bosch-GmbH (Knoll, 2004, S.270) definieren den Begriff: *„Die Fahrerassistenzsysteme sollen das Fahrzeug in die Lage versetzen, seine Umgebung wahrzunehmen und zu interpretieren, gefährliche Situationen zu erkennen und den Fahrer bei seinen Fahrmanövern zu unterstützen.“*

Alle Definitionen einen die Aussage, dass Fahrerassistenzsysteme das Ziel verfolgen, dem Fahrer eine Hilfestellung zu leisten, das Fahrverhalten zu überwachen und somit mehr Sicherheit zu gewährleisten. Dieser Arbeit liegen die Definitionen der Robert-Bosch-GmbH und von Bengler, Dietmayer, Färber, Maurer, Stiller und Winner zu Grunde, da diese Fahrerassistenzsysteme als Systeme definieren, die den Fahrer bei der Fahrzeugführung unterstützen und zu einer Verbesserung der Sicherheit führen.

Fahrerassistenzsysteme lassen sich nach mehreren Kriterien analysieren. In dieser Arbeit erfolgt eine Kategorisierung auf Basis der Kriterien „Fahrzeugführung“ und „Funktion“. Fahrzeugführung beschreibt das Manövrieren bzw. das Steuern des Fahrzeugs (vgl. Abendroth und Bruder, 2009, S.4). Unter der Funktion wird der Bereich verstanden, in dem das System wirksam wird.

Bei einer Differenzierung auf Basis der Fahrzeugführung lassen sich drei Kategorien abgrenzen. Die erste Kategorie beinhaltet Systeme, die dem Fahrer Informationen überliefern, die dieser nach eigenem Ermessen autonom umsetzen kann, jedoch nicht muss. Systeme dieser Kategorie greifen nicht direkt in die Fahrzeugführung ein. Dazu zählt z.B. die Spurverlassenswarnung. In die zweite Kategorie fallen Fahrerass-

weil bei einer negativen Einstellung auch ein benutzerfreundliches System nicht genutzt wird.

Eine weitere Grenze des Projekts ist, dass auf der gewählten Strecke zwanzig Ampeln waren. Diese waren bei den Fahrten unterschiedlich oft auf rot oder grün, sodass dies einen weiteren Einfluss darstellt, der betrachtet werden kann. Denn dadurch kommen unterschiedlich oft und lange Ausroll- und Anfahrphasen vor, die den Verbrauch des Fahrzeugs beeinflussen. Der Verbrauch des Fahrzeugs kann ebenfalls durch das Wetter beeinflusst werden, da die Fahrweise hier meist angepasst wird.

Ein weiterer Forschungsansatz wird in Bezug auf die Verwendung der Fahrzeugart genannt. Ein ungewohntes Elektroauto kann sicherlich durch ein ungewohntes Fahrverhalten Auswirkungen auf Reaktionen und die Wahrnehmung des Fahrers auf neue Assistenzsysteme haben. Hier kann eine gleiche Testreihe mit konventionellen Autos und Elektroautos zur Klärung durchgeführt werden.

Die Rolle eines Beifahrers wurde ebenfalls nicht analysiert. Der Beifahrer kann einen positiven wie negativen Einfluss auf die Fahrweise haben. Es besteht die Möglichkeit, dass ein Navigationssystem die Route angibt. Außerdem kann die Einhaltung der Strecke mit einem GPS Tracker überprüft werden. Eine mögliche Veränderbarkeit der Fahrzeugeinstellungen könnte auf technischem Wege verhindert werden.

7 Fazit und Ausblick

Die technologische Entwicklung schreitet zunehmend schneller voran. Dies wird nicht nur anhand von Alltagsgegenständen deutlich, sondern ist im Besonderen auch in der Automobilbranche zu erkennen. Moderne Fahrzeuge verfügen bereits in Basisausstattungen über eine Vielzahl technischer Hilfsmittel. Zunehmend steht auch das autonome Fahren im Fokus. *„In den nächsten 30 Jahren werden wir es nicht erleben, dass ein Auto immer und überall autonom fährt“*, sagt Herr Professor Winner Direktor des Instituts für Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität Darmstadt (2016, zitiert nach *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 2016, S.2). Dieses Statement zeigt, dass die Forschung stets voranschreitet, es jedoch noch dauert, bis es ein komplett autonomes Fahrzeug geben wird. Da dies auf der Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen basieren kann, wird deren Bedeutung zunehmen. Diese können unterschiedlich in die Fahrzeuge implementiert werden und verschiedene Signale (akustisch, visuell oder haptisch) abgeben. Somit wurde in der vorliegenden Arbeit die Frage untersucht, ob es zu einem Unterschied in der Akzeptanz zwischen akustischen und visuellen Signalen kommen kann. Dabei wurden folgende finale Ergebnisse erzielt. Durch die Hinzunahme eines akustischen Signals zeigte sich eine

Reduzierung des effektiven Verbrauchs von der akustischen Gruppe im Verhältnis zur ohne Ton fahrenden Gruppe. Diese erwies sich nicht als signifikant, jedoch konnte eine positive Tendenz festgestellt werden, die in weiteren Forschungen noch näher untersucht werden kann. Bei der Auswertung der Fragebögen ist grundsätzlich zu sagen, dass das Strukturmodell bei beiden Gruppen nicht vollständig bestätigt wurde. Es wurden bei beiden Gruppen lediglich zwei der fünf gestellten Hypothesen bestätigt, die sich ebenfalls noch unterhalb der Gruppen unterschieden. Bei der Gruppe mit akustischem Signal wurde ein Zusammenhang zwischen der „Nützlichkeit“ und der „Nutzung“ sowie dem „Nutzungsspaß“ und der „Nutzung“ festgestellt. In der Gruppe ohne Ton wurde eine Relevanz der „Benutzerfreundlichkeit“ zur „Nützlichkeit“ und zum „Nutzungsspaß“ gefunden. Es kristallisierte sich eine unterschiedliche Ausprägung der Gruppen dar. Die Ergebnisse lassen zusammenfassend die Aussage zu, dass akustische Signale eine leicht positive Auswirkung auf die Wahrnehmung und Nutzung von Fahrerassistenzsystemen haben.

Bei der Auswertung der erzielten Ergebnisse lassen sich einige Aspekte nennen, welche bei nachfolgenden Forschungen mitbetrachtet werden könnten. In Bezug auf die verwendete Applikation fiel auf, dass die Signalgebung andersartig erfolgen kann. Einige Testpersonen bemängelten, dass sie den Sinn der Applikation nicht verstanden haben oder dass aufgrund einer mangelhaften Sensitivität schon bei Bodenwellen Warnungen erzeugt wurden. Auch die Qualität des Tones wurde als unangenehm empfunden. Ein möglicher Ansatz in der Zukunft wäre, eine erneute Testreihe mit drei Gruppen durchzuführen. Die erste Gruppe fährt ohne jegliches Signal, die zweite Gruppe wird bei Verkehrswidrigkeiten (Spurwechsel, Geschwindigkeit, Überholen) mit einem als angenehm empfundenen akustischen Signal gewarnt und der dritten Gruppe wird auf einem Bildschirm ihre Fahrweise in verschiedenen Farben dargestellt. Der komplette Bildschirm ist bei verkehrskonformer Fahrt grün, bei geringen Verkehrswidrigkeiten orange und bei extremer Fahrt, die eine Bedrohung für die anderen Verkehrsteilnehmer darstellt, rot. Wichtig dabei ist, dass der Bildschirm an einer benutzerfreundlichen Stelle angebracht ist und vom Fahrer ohne starke Ablenkung vom Straßenverkehr wahrgenommen werden kann.

Bei der vorliegenden Arbeit war die Teilnehmerzahl mit insgesamt 40 gültigen Testfahrten gering, sodass die Beantwortung der Forschungsfrage nochmals mit einer größeren Stichprobe erfolgen könnte. Zusätzlich ist anzumerken, dass der Großteil der Testpersonen männlich und maximal 30 Jahre alt war, sodass die Untersuchung nochmals mit einer größeren Altersbreite und einer annähernd gleichen Anzahl an weiblichen und männlichen Testpersonen durchgeführt werden könnte.

Als letzter Forschungsansatz lässt sich vorschlagen, dass bei dem Fragebogen auch auf die Nutzungsakzeptanz neuer Technologien eingegangen werden kann. Denn bei der Auswertung des Strukturgleichungsmodells beider Gruppen erwies sich ein

negativer Zusammenhang zwischen der „Benutzerfreundlichkeit“ und der „Nutzung“. Als möglicher Erklärungsansatz wurde vorgestellt, dass die Testpersonen dem Fahrerassistenzsystem einen gewissen Grad an Benutzerfreundlichkeit zuwies, sie es aber dennoch nicht nutzen würden und keine neuen Technologien anwenden würden, weil sie ihre alten Gewohnheiten beibehalten möchten. Dieser Aspekt kann in zukünftigen Forschungen betrachtet werden, um eine exakte Antwort auf dieses Phänomen zu finden. Ergänzend erwies sich das Strukturmodell für die vorliegende Forschung als nicht optimal, da bei beiden Gruppen nur ein Teil der Zusammenhangshypothesen zwischen den einzelnen Konstrukten bestätigt wurde, sodass bei weiteren Projekten ein anderes Strukturmodell verwendet oder eventuell ein eigenes aufgestellt werden könnte. Ebenso kann man erneut auf die Frage eingehen, inwieweit die genaue Formulierung der Testfragen eine signifikante Rolle im Hinblick auf die Ergebnisse spielt.

Abschließend ist zu sagen, dass es einigen Forschungsbedarf in Bezug auf Fahrerassistenzsysteme gibt, die insbesondere die Interaktion der Verkehrsteilnehmer betrifft. Die Rolle solcher Systeme nimmt immer mehr zu, wenn man das Fernziel des autonomen Fahrzeugs sieht.

„Die größte Herausforderung beim autonomen Fahren sind die anderen Autos, die nicht automatisch fahren“ (*Chris Penrose, 2016, zitiert nach Focus Online, 2016*).