

1 Einleitung

In diesem Kapitel wird zunächst die Motivation zur Untersuchung der Fragestellungen dieser Arbeit gegeben. Anschließend wird die Aufgabenstellung erläutert und der Aufbau der Arbeit beschrieben.

1.1 Motivation

Durch den Einsatz von Fahrerassistenz- und Sicherheitssystemen konnte in den letzten Jahrzehnten die Zahl der Unfälle bereits drastisch gesenkt werden. Sicherheitssysteme unterteilen sich dabei in die passive und die aktive Fahrzeugsicherheit. Mit der passiven Fahrzeugsicherheit sollen Unfallfolgen durch Maßnahmen während eines Unfalls vermindert werden. Die aktive Fahrzeugsicherheit soll Unfälle vermeiden bzw. Unfallfolgen durch Maßnahmen vor einem Unfall vermindern. Um Sicherheitssysteme bereits vor einem Unfall auslösen zu können, muss das Fahrzeug das Umfeld wahrnehmen und die Situation interpretieren können.

Maßnahmen der passiven Fahrzeugsicherheit erreichen nun immer mehr das Höchstmaß an Effizienz. Aus diesem Grund ist es entscheidend weitere aktive Sicherheitssysteme zu entwickeln, die zunehmend zur Unfallvermeidung und Unfallschwereminderung beitragen. Die Kombination von passiver und aktiver Fahrzeugsicherheit erweitert mit Fahrerassistenzsystemen wird in dem Kontext dieser Arbeit als Integrale Fahrzeugsicherheit bezeichnet.

Betrachtet man die Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten von 1953 bis 2009 (siehe Abbildung 1.1), kann festgestellt werden, dass die Zahl der Unfallopfer zunehmend sinkt. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass bereits verschiedene

Optimierungsmaßnahmen zu dieser Senkung geführt haben. Die Maßnahmen können dabei auch rechtlich-regulatorisch durch die Einführung von Gesetzen bestimmt sein. Maßnahmen zur Senkung der Unfallzahlen lassen sich in diesem Kontext wie folgt klassifizieren:

- Verkehrsinfrastruktur (z.B. Kreisverkehr, Ampel, Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit)
- Passive Fahrzeugsicherheit (z.B. Gurt, Airbag, strukturoptimierte Fahrgastzelle)
- Aktive Fahrzeugsicherheit (z.B. ABS, ESP, PreCrash-Systeme)
- Fahrerassistenzsysteme (z.B. Auffahrwarner, Spurwechselassistent)

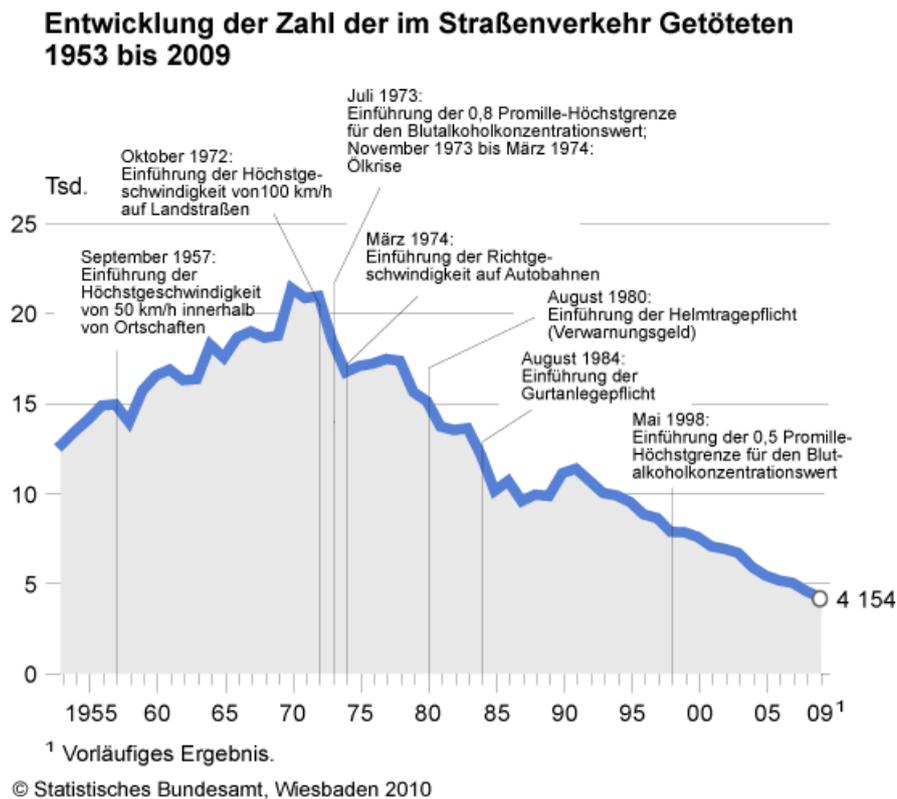


Abbildung 1.1: Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten 1953 bis 2009 [Des10]

Unter anderem mit dem Ziel der Senkung der Anzahl Verkehrstoter durch die Nutzung der Optimierungspotenziale der oben angeführten Maßnahmen hat die Europäische Kommission im Jahr 2002 die Initiative eSafety gegründet. Durch die politische Initiative sollen Innovationen der Car-to-Car und Car-to-Infrastructure

Kommunikation vorangetrieben werden, da diese einen wesentlichen Baustein zur Umsetzung aktiver Fahrzeugsicherheits- und Fahrerassistenzsysteme bilden. Die Initiative eSafety weist im Fokus die Weiterentwicklung bestehender und die Einführung neuer Fahrerassistenzsysteme auf, die im Speziellen elektronische Einheiten im Fahrzeug nutzen, um bestmöglich mit Infrastrukturelementen und anderen Fahrzeugen kommunizieren zu können. Maßnahmen werden vor allem in der Entwicklung von Bausteinen intelligent integrierter Sicherheitssysteme, in der Anpassung von Rechtsvorschriften und Normen auf europäischer Ebene und zur Beseitigung gesellschaftlicher und unternehmerischer Hindernisse für eine breite Markteinführung der intelligenten Sicherheitssysteme ergriffen. [BMV]

Um die angeführten Optimierungspotenziale zur Senkung der Anzahl der Verkehrstoten vollständig zu nutzen, ist es entscheidend, die Integrale Fahrzeugsicherheit zur Vermeidung von Unfällen und Verminderung der Unfallschwere voranzutreiben. Im Speziellen ist es notwendig ein Modell zu entwickeln, das die Integrale Fahrzeugsicherheit fahrerzentriert beschreibt, um einen Rahmen im gesamten Entwicklungsprozess einer neuen Sicherheitsfunktion zu geben. Betrachtet man den zeitlichen Einsatz verschiedener Optimierungsmaßnahmen (siehe Abbildung 1.1) wird deutlich, dass der Fahrer zur Verbesserung der Fahrzeugsicherheit immer mehr in den Fokus rückt. Damit ist ein fahrerzentriertes Modell ein entscheidender Bestandteil zur Erreichung des Ziels der Integralen Fahrzeugsicherheit. Im Besonderen muss die Car-to-Car und Car-to-Infrastructure Kommunikation weiterentwickelt und durch intelligente Einführungsszenarien ins Feld überführt werden, da die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur, die Grenzen der autarken Sensoren zur Umfeldwahrnehmung im Fahrzeug aufweiten kann.

1.2 Aufgabenstellung und Forschungsfragen

Die Gesamtheit der Integralen Fahrzeugsicherheit, also die Kombination aus passiver, aktiver Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsystemen, stellt ein neues Feld in der Mensch-Maschine Kommunikation dar, da das Fahrzeug zur Effektivitätssteigerung der Fahrzeugsicherheit selbsttätig das Umfeld wahrnehmen und interpretieren

kann. Somit ist es möglich Fahraufgaben kontextadaptiv zwischen Fahrer und Fahrzeug zu allokalieren. Daher ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, ein allgemeingültiges fahrerzentriertes Modell der Integralen Fahrzeugsicherheit zu entwickeln. Dabei sollen die Modellkomponenten Fahrer, Fahrzeug, Umfeld und Fahraufgabe berücksichtigt werden, da diese für das Ziel der Konzeptionierung einer kontextadaptiven Fahraufgabenallokation benötigt werden. Das Modell soll passend für die Fahrzeugsicherheit auf den Kontext verschiedener Fahrzustände angepasst und beschrieben werden.

Anhand einer Fallstudie soll das Referenzmodell mit Car-to-Car und Car-to-Infrastructure Kommunikation angewendet und empirisch in einer Fahrstudie überprüft werden. Zur empirischen Überprüfung des fahrerzentrierten Modells soll die Simulation gewählt werden, da nicht alle Situationen und Fahrzustände in der Realität überprüft werden können. Unfälle lassen sich demnach u.a. aus ethischen Gründen ausschließlich in einer Fahrstudie darstellen. Abschließend soll ein Leitfaden zur Anwendung des Modells der Integralen Fahrzeugsicherheit extrahiert werden. Die Nutzergruppe der Entwicklungsingenieure mit der Aufgabe der Spezifikation zukünftiger Fahrerassistenz- und Sicherheitsfunktionen können somit das Modell optimal in die Realität überführen.

Die gegebene Aufgabenstellung erfordert demnach die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage:

Wie lässt sich die Integrale Fahrzeugsicherheit durch ein allgemeingültiges Modell nutzerzentriert beschreiben?

Weiterhin lässt sich die Forschungsfrage in sechs Subforschungsfragen für die Integrale Fahrzeugsicherheit unterteilen:

- Wie lassen sich Fahraufgaben klassifizieren?
- Welche Klassifizierung des Fahrers muss vorgenommen werden?
- Wie lassen sich Fahrzeugsysteme klassifizieren?
- Wie lässt sich das Umfeld charakterisieren?
- Wie lassen sich Fahrzustände im Modell kontextabhängig beschreiben?

- Welchen Einfluss haben die verschiedenen Fahrzustände auf die Fahraufgabenallokation zwischen Fahrer und Fahrzeug?

Die Gültigkeit des aufgestellten Modells zur nutzerzentrierten Beschreibung der Integralen Fahrzeugsicherheit soll nach Überprüfung der Wirksamkeit des Modells bezüglich zur Zielerreichung der Verbesserung der Fahrzeugsicherheit durch Überprüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit verifiziert werden.

1.3 Aufbau der Arbeit

Abbildung 1.2 zeigt den Aufbau der Arbeit. Nach der gegebenen Einleitung zum Thema in **Kapitel 1** wird der Stand der Forschung in **Kapitel 2** aufgezeigt. Dazu werden die wesentlichen Modellkomponenten mittels Literaturrecherche analysiert. Es werden Lücken existierender Lösungsansätze zur Beantwortung der Forschungsfrage aufgezeigt und Anforderungen an das Modell der Integralen Fahrzeugsicherheit abgeleitet.

Kapitel 3 beschreibt den Kern der wissenschaftlichen Arbeit. Das Modell der Integralen Fahrzeugsicherheit wird entwickelt und systematisch beschrieben. Die einzelnen Modellkomponenten Fahrer, Fahrzeug, Umfeld und Fahraufgabe werden klassifiziert und Wechselwirkungen der Modellkomponenten werden analysiert. Abschließend wird die kontextadaptive Fahraufgabenallokation zwischen Fahrer und Fahrzeug als Kernpunkt dieser Arbeit abgeleitet, die durch den Fahrzustand eines Verkehrsszenarios definiert wird.

Das Modell der Integralen Fahrzeugsicherheit findet in **Kapitel 4** zur Verifikation der Gültigkeit in einer Fallstudie Anwendung. Die beiden Integralen Fahrzeugsicherheitsfunktionen Car-to-Car Kreuzungsassistent (KAS) und Car-to-Infrastructure Rotlichtverstoß-Warnung (RLV) werden in der Fallstudie umgesetzt. Bei beiden Funktionen wird das Modell der Integralen Fahrzeugsicherheit angewendet, es werden Anforderungen an das technische Konzept gestellt und eine Implementierung vorgenommen.

Kapitel 5 prüft das Modell und dessen Anwendung mit Car-to-Car und Car-to-Infrastructure Kommunikation. Mit Hilfe einer Fahrsimulatorstudie werden die auf-

gestellten Hypothesen zum Bedarf der kontextadaptiven Fahraufgabenallokation der Integralen Fahrzeugsicherheit, zur Nutzerakzeptanz der einzelnen Funktionen und zur fahrsicherheitlichen Wirkung der Funktionen empirisch untersucht. Abschließend wird eine Verifikation des Modells der Integralen Fahrzeugsicherheit durchgeführt.

Anschließend wird in **Kapitel 6** ein Leitfaden zur Anwendung des Modells der Integralen Fahrzeugsicherheit für die Nutzergruppe der Entwicklungsingenieure mit der Aufgabe der Spezifikation von zukünftigen Fahrerassistenzsystemen und Funktionen der Integralen Fahrzeugsicherheit extrahiert.

Kapitel 7 gibt abschließend eine Zusammenfassung der Arbeit und einen Ausblick auf weiterführende Fragestellungen.