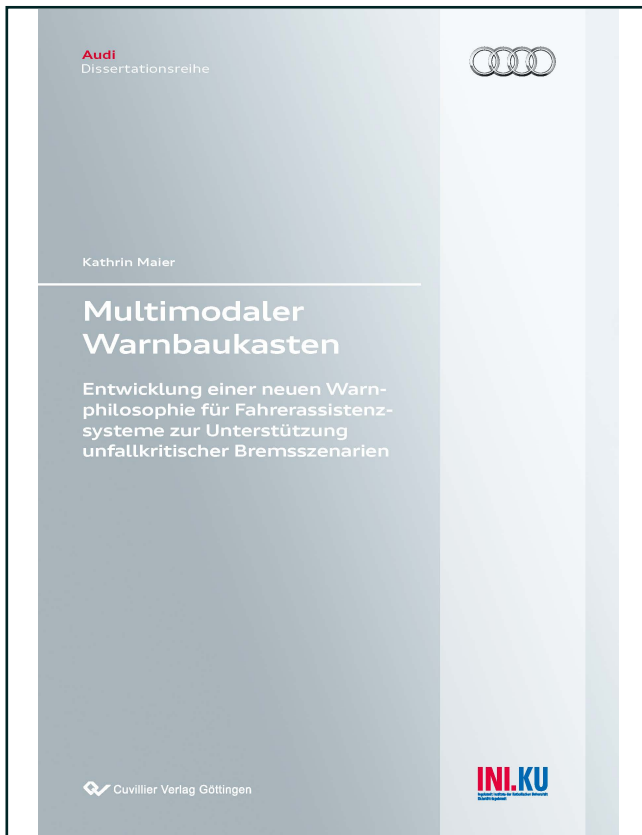




Kathrin Maier (Autor)

## **Multimodaler Warnbaukasten**

*Entwicklung einer neuen Warnphilosophie für  
Fahrerassistenzsysteme zur Unterstützung unfallkritischer  
Bremszenarien*



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6666>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



## 1. Einführung

### 1.1 Nutzen und Bedeutung von Fahrerassistenzsystemen sowie daraus erwachsende Herausforderungen

Ausgehend von den stark limitierten menschlichen Aufmerksamkeitsressourcen wie auch den nur begrenzten Fähigkeiten, diese auf mehrere kompetitierende Reize aufzuteilen, stellt die Aufgabe der Fahrzeugführung mit ihren ständig wechselnden dynamischen Anforderungen eine hochkomplexe Herausforderung für den Fahrer dar (Ho & Spence, 2008). So gilt es, angesichts der Vielzahl sensorischer Stimuli die Aufmerksamkeit fokussiert und selektiv auf die wesentlichen Aspekte der Fahraufgabe zu lenken. Entsprechend schwer können die Konsequenzen einer Aufmerksamkeitsabwendung während der Fahrt sein, wie sie vielfach etwa durch Telefonieren, Beifahrergespräche oder auch durch Interaktionen mit den immer zahlreicheren Info- und Entertainmentsystemen im Fahrzeug zu beobachten sind (Horrey & Wickens, 2006; Mohebbi, Gray, & Tan, 2009; McEvoy, Stevenson, & Woodward, 2007; Young, Regan, & Lee, 2008; Young & Regan, 2007). In der Tat werden Ablenkung und Unachtsamkeit in der Literatur vielfach als ausschlaggebend für Verkehrsunfälle zitiert (Klauer, Guo, Sudweeks, & Dingus, 2010; Ascone, Lindsey, & Varghese, 2009; Spence & Read, 2003), demzufolge die überwiegende Zahl an Unfällen auf menschliche Fehleinschätzungen zurückzuführen sind (Gelau, Gasser, & Seeck, 2009; Fell, 1976; Treat et al., 1977; Hanowski, Olsen, Hickman, & Dingus, 2006; Neale, Dingus, Klauer, Sudweeks, & Goodman, 2005; Lee, Hoffman, & Hayes, 2004; Spence & Ho, 2008a) – im Jahr 2012 etwa 86.0% aller Unfälle mit Personenschaden in Deutschland (Vorndran, 2013).

Dass die statistischen Erhebungen zum Verkehrsunfallgeschehen auf deutschen Straßen trotz stetig steigendem Verkehrsaufkommen seit 1990 dennoch kontinuierlich sinkende Zahlen an Verkehrstoten verzeichnen können (BASt Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012; IRTAD International Traffic Safety Data and Analysis Group, 2012; Vorndran, 2013), ist neben entscheidenden Verbesserungen im Bereich des Straßenwesens wie auch der Fahrschulausbildung vor allem auch auf technologische Fortschritte und stetige Optimierungen in der Sicherheitsausstattung der Fahrzeuge zurückzuführen. Dabei wird vor allem der Weiterentwicklung von *Fahrerassistenzsystemen* eine zentrale Bedeutung zur Unfallvermeidung oder Reduzierung der Unfallschwere eingeräumt (OECD, 2003; Hummel, Kühn, Bende, & Lang, 2011; IIHS Insurance Institute for Highway Safety & Highway Loss Data Institute, 2012; Vollrath, Briest, Schießl, Drewes, & Becker, 2006). Die Vielzahl internationaler, europäischer wie auch nationaler Forschungsprojekte zur Fahrerassistenzsystementwicklung (u.a. eSafety (2002), INVENT (2005), AKTIV (2006), PReVENT (2008), EuroFOT (2008), UR:BAN (2012)) der vergangenen Jahre unterstreichen dies deutlich und eröffnen Einblicke in zukünftige



Entwicklungsvorhaben. Neben der Vision einer vollautonomen Fahrzeugführung steht dabei vor allem die Weiterentwicklung der Sensorik, Datenverarbeitungsalgorithmen und Systemzuverlässigkeit sowie der darauf aufsetzenden Regel- und Assistenzfunktionen im Vordergrund. Ziel ist es dabei, dem Fahrer in möglichst vielen Teilbereichen seiner Fahraufgabe Unterstützung zu bieten, indem die Fahreraufmerksamkeit durch Informationen und Warnungen oder auch aktive Systemeingriffe frühzeitig auf potentiell unfallkritische Verkehrereignisse gelenkt und seine Reaktionsbereitschaft auf diese Weise erhöht wird (Scott & Gray, 2008; Ho, Reed, & Spence, 2007; Lee et al., 2004). So ist insbesondere in den letzten Jahren die Vielfalt verfügbarer Fahrerassistenzsysteme sprunghaft angestiegen, begleitet von einem immer stärkeren Interesse der Öffentlichkeit. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren weiter verstärken (siehe z.B. Ehmanns & Spannheimer, 2003; Kaiser, Eickenbusch, Grimm, & Zweck, 2008), um den Fahrer künftig in einem noch breiteren Spektrum seiner Fahraufgaben unterstützende Dienste zu leisten und Fahrsicherheit und Fahrleistung weiter zu optimieren. Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz von Assistenzsystemen sind dabei fahrerzentrierte Interaktionskonzepte sowohl im Kontext der Bedienbarkeit und Interpretierbarkeit von Systemanzeigen, als auch insbesondere bezüglich der Intuitivität und Verständlichkeit von Warntexten. So kann die Fahrerunterstützung und Unfallvermeidung stets nur so wirksam sein, wie die zugrunde liegenden Anzeige- und Warnkonzepte als Kommunikationsschnittstellen zwischen System und Mensch für den Fahrer verständlich, informativ und vor allem intuitiv gestaltet sind. Nur auf diese Weise kann der notwendige Zeitraum zur Interpretation einer Warnung und Handlungsplanung auf ein Minimum reduziert und eine schnellstmögliche Fahrerreaktion ausgelöst werden (Cacciabue & Martinetto, 2006; Rosario et al., 2009; Winner, Hakuli, & Wolf, 2009; Spence & Ho, 2008a).

Angesichts der bereits bestehenden wie vor allem auch zukünftig geplanten Vielzahl an Unterstützungssystemen im Fahrzeug steht die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (*human-machine-interface, HMI*) dabei vor neuen Herausforderungen. Bis heute basiert die Auslegung von Warnkonzepten auf einer *systemspezifischen Warnphilosophie*, dieser zufolge jedem Fahrerassistenzsystem eine jeweils individuelle, charakteristische Warnlogik zugrunde gelegt wird. Wenngleich auf diese Weise die verschiedenen Fahrerassistenzsysteme einzeln betrachtet über intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen verfügen, wird diese Praxis in Anbetracht der zunehmenden Vielfalt an Fahrerassistenzsystemen schon in naher Zukunft zu einer Fülle an unterschiedlichsten Warnmeldungen im Fahrzeug führen. Entgegen der eigentlichen Unterstützungsfunktion von Fahrerassistenzsystemen wird die Komplexität der Fahraufgabe somit weiter erhöht (Green, 2006; Ho, Cummings, Wang, Tijerina, & Kochhar, 2006; Tretten & Gärling, 2011). Angesichts der Tatsache, dass die Ausgabe von Warnmeldungen in zeit- und sicherheitskritischen Fahrsituationen erfolgt ist dann konkret zu be-



fürchten, dass der Fahrer nicht mehr zuverlässig in der Lage sein wird, die verschiedenen Warngaben sinngemäß richtig zu interpretieren, den entsprechenden Fahrerassistenzsystemen korrekt zuzuordnen und somit die jeweils situationsgemäß angezeigte Handlungsentscheidungen reaktionsschnell abzuleiten (Cummings, Kilgore, Wang, Tijerina, & Kochhar, 2007). Weiter verschärft wird diese Problematik durch eine allgemeine Technologisierung des Fahrzeugcockpits. Dabei wächst nicht nur die Zahl der Fahrerassistenzsysteme kontinuierlich an. Vielmehr werden darüber hinaus auch Informations- und Entertainmentfunktionen (u.a. Navigationshinweise, Fehler- oder Statusmeldungen, Mobilfunk, Email etc.) in verstärktem Ausmaß und Umfang implementiert, die ebenfalls Informationen und Hinweise an den Fahrer ausgeben und von diesem als solche identifiziert, unterschieden und interpretiert werden müssen (Spence & Ho, 2008a; Ashley, 2001; Scott & Gray, 2008; Wolf, Zöllner, & Bubb, 2005; Cummings et al., 2007; Gelau et al., 2004).

## 1.2. Zielsetzung der Arbeit

Mit der Zielsetzung, einer zusätzlichen Beanspruchung oder Überforderung des Fahrers infolge einer zu großen Vielfalt an unterschiedlichen Warngaben von Fahrerassistenzsystemen zu begegnen, widmet sich das Forschungsprojekt „Multimodaler Warnbaukasten“ der Entwicklung und Evaluation einer neuartigen, innovativen Warnphilosophie für Fahrerassistenzsysteme.

Im Gegensatz zu einer systemspezifischen Auslegung wird ein systemübergreifender, integrativer Warnansatz entwickelt. Die darauf aufgesetzte Warnlogik soll im Kontext kritischer Situationen nicht mehr spezifisch auf die Meldeaktivitäten der verschiedenen Fahrerassistenzsysteme verweisen, sondern vielmehr das Denken in Einzelsystemen durch eine systemunabhängige Warnmetapher ersetzen. Diese wird mittels einer kontextbasiert-handlungsorientierten Warnlogik umgesetzt, die in bedrohlichen Fahrkontexten direkt die vom Fahrer erforderlichen Reaktionshandlungen fokussiert. Auf diese Weise kann die im systemspezifischen Anzeigekontext erwachsene Fülle an erforderlichen Warnsignalen künftig auf nur zwei zentrale Botschaften reduziert werden, die dem Fahrer in einer konsistenten, kritikalitätsgestufen Warnlogik übermittelt werden: eine Warnstrategie für Bremsaufforderungen und eine Warnstrategie für Ausweichempfehlungen. Durch diese systemintegrative Herangehensweise sollte sich ein erhöhter Komfort- und Sicherheitsgewinn für den Fahrer abzeichnen, indem die Prozesse der Interpretation von Warnmeldungen, ihre Zuordnung zum meldenden Fahrerassistenzsystem sowie die Ableitung von Handlungsimplikationen durch den Fahrer künftig entfallen und direkt durch reaktionseffiziente Handlungsempfehlungen ersetzt werden. Zudem kann durch diesen reduzierten Ansatz auch eine eindeutige und intuitivere Abgrenzung zwischen sicherheitsrelevanten Warnmeldungen und Informationsausgaben ermöglicht



werden (United Nations Economic Commission for Europe, 2011, Campbell, Richard, Brown, & McCallum, 2007).

Da Bremsmanöver in unfallkritischen Akutwarnsituationen die primäre Reaktionshandlung darstellen, liegt der Fokus zunächst ausschließlich auf der Entwicklung einer systemübergreifend-integrativen Akutwarnstrategie für kritische Bremssituationen. Auf Basis einer hochintuitiven Mensch-Maschine-Schnittstelle soll das neue Warnkonzept so gestaltet werden, dass es die Aufmerksamkeits- und Entscheidungsprozesse des Fahrers unmittelbar auf die erforderliche Bremsreaktion lenkt und so das erwünschte Reaktionsverhalten maximal unterstützt.

### 1.3. Gliederung der Arbeit

Bezugnehmend auf das weitreichende Themengebiet der Fahrerassistenz wird in *Kapitel 2* zunächst die Aufgabe der Fahrzeugführung ausdetailliert, um davon ausgehend Fahrerassistenzsysteme in ihren spezifischen Funktionen und Aufgaben sowie in Abgrenzung zu anderen fahrzeuginternen Systemen im Rahmen des Fahrzeugführungsprozesses zu verorten. In diesem Zusammenhang wird auch die Bedeutung der Mensch-Maschine-Schnittstelle erläutert, die als zentraler Kommunikationskanal zwischen Fahrer und Fahrerassistenzsystem vermittelt. Ihre nutzerzentrierte und intuitive Ausgestaltung ist zentrale Voraussetzung, um die Potentiale von Fahrerassistenzsystemen für den Fahrer voll nutzbar machen zu können. Kapitel 3 widmet sich dabei den bei der ergonomischen Auslegung von Mensch-Maschine-Schnittstellen zu berücksichtigenden kognitionspsychologischen Voraussetzungen, wobei ausgehend von den spezifischen Erfordernissen für Warngaben auch explizit die Frage der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitslenkung vertieft wird. Aufbauend auf diesen Voraussetzungen wird in *Kapitel 4* der bisherige Forschungsstand zur Gestaltung von Warnkonzepten im Bereich der Fahrerassistenz umfassend analysiert, wobei nicht nur Fragen nach der modalitätsspezifischen Auslegung von Warngaben, ihrer konkreten Präsentationsform sowie nach relevanten räumlichen und zeitlichen Gestaltungskriterien beleuchtet, sondern auch erste integrative Ansätze zur Gruppierung von Warngaben im Fahrzeug vorgestellt werden. Den bisherigen Stand der Technik zusammenfassend wird in *Kapitel 5* schließlich die Zielsetzung des vorliegenden Forschungsprojekts, die Konzeption einer neuen systemintegrativ-handlungsorientierten HMI-Systematik für Anzeige- und Warnkonzepte, in zwei Forschungsthesen abgeleitet. Während sich *Kapitel 6* im Rahmen eines konsequent nutzerzentrierten Designansatzes zunächst der Erhebung mentaler Fahrermodelle widmet, um auf diese Weise die Forschungs idee der systemübergreifend-handlungsorientierten Warnkonzeption hinsichtlich ihrer Nutzer-Intuitivität zu prüfen, beschreibt *Kapitel 7* eine empirisch-experimentelle Studienreihe zur Gestaltung eines systemübergreifenden Bremswarnkonzepts für *akutkritische* Gefahrensituationen als zentralen Baustein der neuen Warnlogik. *Kapitel 8* dient der experimentellen



---

Validierung der neu entwickelten systemübergreifenden Warnlogik, die im Rahmen einer Gesamtdiskussion sämtlicher erzielter Befunde in *Kapitel 9* schließlich in die Empfehlung mündet, traditionell systemspezifische Auslegekonzepte künftig durch eine systemübergreifend-handlungsorientierte Warnphilosophie zu ersetzen. Ebenso werden konkrete Konzeptempfehlungen für die Ausgestaltung eines akutkritischen Bremswarnkonzepts bereitgestellt, um davon ausgehend in einer abschließenden kritischen Würdigung der geleisteten Forschungsarbeit schließlich Impulse für künftige Weiterentwicklungen der angestoßenen Neukonzeption zu setzen.







## 2. Fahrzeugführung und Fahrerassistenzsysteme im Wirkkreis von Fahrer, Fahrzeug und Umwelt

Die Aufgabe der Fahrzeugführung kann, wie die Betätigung einer jeden Maschine, ganz allgemein als Regeltätigkeit aufgefasst werden (Bubb, 2001), die eingebettet ist in den Wirkkreis von Fahrer, Fahrzeug und Umwelt. Die Erfüllung der Fahraufgabe, die auf ein kollisionsfreies Erreichen des Zielortes ausgerichtet ist, erfordert angesichts hochdynamischer Umwelteinflüsse vom Fahrer dabei eine ständige Anpassung des Istzustands des Fahrzeugs (z.B. zu hohe Geschwindigkeit, umweltbedingte Störgrößen, Spurabweichungen etc.) an dessen seitliche wie auch longitudinale Sollposition auf der Straße (z.B. Sollgeschwindigkeit, Sollbeschleunigung etc.). Auch die Sollgrößen selbst müssen dabei durch die vom Fahrer initiierten Systemveränderungen in kontinuierlichen Rückkopplungsschleifen immer wieder neuadjustiert werden (Bubb, 2001, 2003; Donges, 2009; Fastenmeier & Gstalter, 2008; Rompe, 1985). Fahrerassistenzsysteme können in diesem Regelkreis an unterschiedlichsten Wirkpunkten ein wichtiges Entlastungs- und Unterstützungspotential für den Fahrer bereitstellen und auf diese Weise nicht nur den Fahrkomfort, sondern vor allem auch die Fahrsicherheit entscheidend erhöhen.

### 2.1. Die Aufgabe der Fahrzeugführung

Bezugnehmend auf die vom Fahrer erforderliche Regeltätigkeit im Rahmen der Fahrzeugführungsaufgabe sind drei zentrale Regelaufgaben zu betonen, die oftmals auch in Form eines hierarchischen Drei-Ebenen-Modells dargestellt werden (Donges, 1978, 1992; Käßler & Bernotat, 1985; Bernotat, 1970; Michon, 1985). Auf der *Navigationsebene* legt der Fahrer aus dem zur Verfügung stehenden Straßennetz den Streckenverlauf zum Fahrziel fest. Dieser Prozess der bewussten Planung erfolgt zeitlich diskret und oftmals schon vor Antritt der Fahrt. Während der Fahrt umfasst die Navigationsaufgabe die Wahrnehmung notwendiger Informationen zur Einhaltung der geplanten Fahrstrecke oder auch Änderungen der Route aufgrund aktueller Umgebungsbedingungen (z.B. Verkehrsstau, Unfälle etc.). Auf Ebene der *Bahnführung* wird die ausgewählte Fahrroute unter Berücksichtigung von Straßenverlauf und Umgebungsbedingungen durch konkrete Fahrmanöver umgesetzt. Dieser hochdynamische Prozess umfasst sowohl die Auswahl aktueller Führungsgrößen, antizipative Eingriffe für ihre möglichst optimale Einhaltung wie auch kontinuierliche Abgleiche zwischen Führungs- und Istgrößen. Auf der *Stabilisierungsebene* werden die in der Bahnführungsebene festgelegten Manöver durch Lenk-, Beschleunigungs- und Bremsingriffe umgesetzt.

Dabei steigen die kognitiven Anforderungen an den Fahrer – einhergehend mit verfügbaren Handlungsalternativen, erhöhtem Planungsaufwand und zunehmender Komplexität – von der Aufgabe der Stabilisierung über die Bahnführung bis hin zur Navigation





kontinuierlich an (Reichart & Haller, 1995). Bezugnehmend auf Rasmussens hierarchisches SRK-Modell der Handlungsregulation (Rasmussen, 1983), das zielgerichtete Tätigkeiten des Menschen nach dem Ausmaß ihrer kognitiven Inanspruchnahme in drei Kategorien unterteilt (skill-based, rule-based, knowledge-based), zeigt sich entsprechend, dass die meisten Tätigkeiten der Stabilisierung- und Bahnführungsebene basierend auf Übung und Erfahrung fertigkeitbasiert ohne bewusste Kontrolle (skill-based) oder auch regelbasiert unter Antizipation vor auszusehender Veränderungen ablaufen (rule-based). Demgegenüber erfolgen die kognitiv komplexen Tätigkeiten auf Ebene der Navigation primär wissensbasiert im Rahmen aktiver Problemlöseprozesse (knowledge-based). Die Prioritäten der drei Aufgabenebenen verhalten sich hingegen genau gegensätzlich (Reichart & Haller, 1995). Angesichts der engen zeitlichen Handlungsspielräume bei Fahraufgaben auf Ebene der Stabilisierung wie auch auf Ebene der Bahnführung erfolgen Tätigkeiten zwar überwiegend automatisiert bzw. durch Aktivierung gelernter Handlungsregeln, ziehen jedoch im Falle von Fehlhandlungen hochkritische und oftmals akut sicherheitsrelevante Implikationen nach sich. Die Aufgabe der Navigation ist demgegenüber vorwiegend an bewusste und ressourcenaufwändige Informationsverarbeitungsprozesse geknüpft, die im Falle von Fehlentscheidungen jedoch keine unmittelbaren Konsequenzen für das akute Fahrverhalten befürchten lassen.

## 2.2. Fahrerassistenzsysteme und ihre Bedeutung im Kontext der Fahrzeugführung

Aktuelle Statistiken in Deutschland belegen, dass die registrierten Fahrunfälle überwiegend als Fehlhandlungen im Bereich der Stabilisierung und Bahnführung klassifiziert werden können (u.a. Abbiege- und Wendemanöver, Rückwärtsfahrten, Ein- und Anfahren, Vorfahrtsmissachtung, nicht angepasste Geschwindigkeit, Abstandshaltung; Vorndran, 2012, 2013). Wenngleich sich die konkreten Ursachen für diese Fahrfehler aus den amtlichen Unfallstatistiken nicht unmittelbar ableiten lassen, scheinen Unachtsamkeit und Fahrerablenkung dabei eine wesentliche Rolle zu spielen (Young & Regan, 2007; Beanland, Fitzharris, Young, & Lenné, 2013; Klauer et al., 2010; Ascone et al., 2009; Spence & Read, 2003). Eine Klassifikation der registrierten Fahrfehler gemäß Reasons Fehlertypologie untermauert diese Annahme nachdrücklich. So führt Reason unter Bezugnahme auf Rasmussens SRK-Modell (Rasmussen, 1983) insbesondere Fehler auf der fertigkeitbasierten (skill-based) Ebene auf eine mangelnde Aufmerksamkeitskontrolle zurück, die sich in einem unzureichenden Monitoring routinierter Handlungsvorgänge niederschlägt (Reason, 2009). Hierunter fallen sämtliche Fahrfehler im Bereich der Geschwindigkeits- und Abstandskontrolle zum vorausfahrenden Fahrzeug wie auch der Spurhaltung. Regelbasierte Fehler (rule-based) sieht Reason ursächlich in Fehlklassifikationen von Situationen begründet, die sich im Abruf einer falschen oder auch in der fehlerhaften Anwendung einer eigentlich richtigen Regel nie-



derschlagen. Dies betrifft etwa fehlerhafte Reaktionen auf andere Verkehrsteilnehmer, wie z.B. beim Spurwechsel, bei Überholvorgängen oder beim Abbiegen an Kreuzungen. Diesen Fehlklassifikationen können wiederum Aufmerksamkeitsdefizite und Fahrerablenkung zugrunde liegen, die beispielsweise ein Übersehen anderer Verkehrsteilnehmer beim Spurwechsel oder auch die falsche Interpretation einer Kreuzungssituation bedingen. Zusammenfassend lassen die Unfallursache-Statistiken einen hohen Bedarf an Fahrerassistenz, d.h. an technischer Unterstützung des Fahrers, erkennen. So werden viele Fahrerassistenzsysteme gerade auf den kritischen Handlungsebenen der Stabilisierung und Bahnführung wirksam und können auf diese Weise menschlichen Fehlhandlungen infolge von Ablenkung und Unachtsamkeit wirkungsvoll entgegenstehen (siehe auch Winner, 2002).

Fahrerassistenzsysteme (FAS) sind verschiedene elektronische Zusatzeinrichtungen in Fahrzeugen, die auf Basis einer sensorischen Umfelderkennung (u.a. durch Radar-, Lidar-, Ultraschall- und Videosensoren) den Fahrprozess begleiten und so den Fahrer in seiner Fahrzeugführungsaufgabe unterstützen (Niehsen, Garnitz, Weilkes, & Stämpfle, 2005). Bezugnehmend auf Art und Ausmaß der geleisteten Fahrerassistenz lassen sich unterschiedliche Wirkebenen unterscheiden. Fahrerassistenzsysteme können etwa eine gezielte Informationsverarbeitung des Fahrers unterstützen, indem sie frühzeitig und explizit relevante Informationen zur aktuellen Fahrsituation bereitstellen und auf kritische Gefahrensituationen verweisen, sodass der Fahrzeugführer kompetenter und vorausschauender agieren kann. Ebenso können Fahrerassistenzsysteme auch einzelne Fahraufgaben bzw. Teile von Fahraufgaben in definiertem Umfang selbständig übernehmen und so den Fahrer bei der Fahrzeugführung entlasten, ohne ihn dabei jedoch in seiner Entscheidungsfreiheit einzuschränken. Durch Reduzierung der Fahrerbeanspruchung sinkt die Wahrscheinlichkeit menschlicher Fehlentscheidungen, was positive Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit impliziert (König, 2009; Reichart & Haller, 1995; Lindgren, Chen, Jordan, & Zhang, 2008; Ablaßmeier, 2009; Niehsen et al., 2005). Neben diesen Sicherheitsvorteilen eröffnen Fahrerassistenzsysteme einhergehend mit der geringeren Beanspruchung mentaler Ressourcen auch einen deutlichen Komfortgewinn für den Fahrer und können durch intelligente Vernetzung und Kommunikation mit anderen Fahrzeugen oder der Verkehrsinfrastruktur darüber hinaus zu einer nachdrücklichen Verbesserung der Verkehrseffizienz beitragen (Stiller, 2005; Deutschle, 2005; Fastenmeier & Gstalter, 2008). Beispiele für FAS sind u.a. die Geschwindigkeitsregelanlage, die Adaptive Cruise Control (ACC), der Spurwechsel- oder Tote-Winkel-Assistent, der Spurhalteassistent, der Parkassistent, der Nachtsichtassistent, oder auch die Tempolimitanzeige.

Der Begriff des Fahrerassistenzsystems unterliegt dabei einer sehr weitläufigen Verwendung, infolgedessen bis heute nicht klar definiert ist, was genau mit einem Fahrerassistenzsystem in Abgrenzung zu fahrzeuginternen Informationssystemen gemeint ist



(Bubb, 2003). Bezugnehmend auf eine grundlegende Unterscheidung zwischen Assistenzfunktionen in der Hauptaufgabe und in Nebenaufgaben werden unter *Fahrerassistenzsystemen (FAS)* vielfach all jene Systeme subsumiert, die in unmittelbarer Beziehung zur Fahrzeugführung stehen, d.h. fahrerrelevante Unterstützung in den Aufgaben der Stabilisierung, Bahnführung und Navigation bieten. Als *Fahrerinformationssysteme (FIS)* hingegen werden jene bezeichnet, die im Fahrzeug Informations-, Kommunikations-, Unterhaltungs- und Komfortfunktionen bereitstellen (Färber, 2005; Kopf, 2005; Ablaßmeier, 2009; Lindberg, 2012; Fricke, 2009). Nach Geiser (1985) lässt sich die Fahraufgabe in drei große Teilbereiche strukturieren. Während die *primäre Fahraufgabe* den eigentlichen Fahrprozess mit seinen Teilaufgaben der Stabilisierung, Bahnführung und Navigation abbildet, umfasst die *sekundäre Fahraufgabe* Operationen, die im Rahmen der Fahrt verkehrs- und umweltbedingt anfallen, für das eigentliche Führen des Fahrzeugs jedoch nicht entscheidend sind (z.B. Betätigung des Blinkers, der Hupe, An- und Ausschalten des Abblendlichts). Als *tertiäre Fahraufgaben* bezeichnet man jene Tätigkeiten, die nicht mehr mit dem Fahrprozess selbst in Zusammenhang stehen, sondern vielmehr den Fahrkomfort betreffen (z.B. Bedienung der Klimaanlage, Interaktionen mit Kommunikations- und Entertainmentsystemen; Bubb, 2003). Bezugnehmend auf die oben getroffene Unterscheidung zwischen FAS und FIS beziehen sich Fahrerassistenzsysteme zumeist auf die primäre Fahraufgabe, während Fahrerinformationssysteme überwiegend tertiäre Fahraufgaben unterstützen (Ablaßmeier, 2009). Hinsichtlich der sekundären Fahraufgabe kann keine klare Aufteilung getroffen werden.

Überschneidungen von FAS und FIS ergeben sich auch hinsichtlich der verschiedenen *Assistenzebenen*. So kann die Assistenz eines FAS informierend, warnend, aktiv unterstützend, oder auch aktiv eingreifend erfolgen, wobei informierende FAS teilweise auch den FIS zugeordnet werden (Ablaßmeier, 2009; Färber, 2005). *Informierende FAS* stellen dem Fahrer zusätzliche Informationen zur besseren Interpretation der Verkehrssituation bereit, die von ihm jedoch selbständig interpretiert werden müssen (z.B. Navigationssysteme mit Routeninformationen; optische und akustische Einparkhilfen mit Informationen zum verbleibenden Abstand; Nachtsichtsysteme mit Anzeigen detektierter Personen). Bei *Warnungen* hingegen handelt es sich um bereits vom FAS interpretierte Informationen, die sich auf unmittelbar gefahrenkritische Situationen beziehen und dem Fahrer konkrete Handlungsempfehlungen ausgeben. Auf diese Weise unterstützen sie den Fahrer in seiner Entscheidung über eine angemessene Reaktion, wobei jedoch die volle Kontrolle über das Fahrzeug beim Fahrzeugführer verbleibt (z.B. visuelle Anzeige des Spurwechselassistenten bei Detektion eines Verkehrsteilnehmers im toten Winkel). *Aktiv unterstützende FAS* hingegen leiten die Reaktionsempfehlungen auch aktiv ein, ohne die Handlungen jedoch vollständig zu übernehmen. Auf diese Weise wirken sie direkt auf den Fahrer-Fahrzeug-Umwelt-Regelkreis ein, wobei der Fahrer die Möglichkeit hat, die angezeigten Impulse zu übersteuern (z.B. richtungsweisendes Lenkmo-