



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University



INF

Studiengang
Medien- und
Kommunikationsinformatik

Uwe Kloos, Natividad Martínez, Gabriela Tullius (Hrsg.)

Informatics Inside **Interaction Design**

Informatik-Konferenz an der Hochschule Reutlingen
06. Mai 2015

ISBN 9783000493959



9 783000 493959

Impressum

Anschrift:

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
Fakultät Informatik
Medien- und Kommunikationsinformatik
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen

Telefon: +49 7121 / 271-4002

Telefax: +49 7121 / 271-4042

E-Mail: infoinside@reutlingen-university.de

Internet: <http://www.infoinside.reutlingen-university.de>

Organisationskomitee:

Prof. Dr. Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen

Christian Henssler

Jens Mahler

Matthias Merk

Greg Rauhöft

Yannik Wahn

Alexander Zimmermann



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Copyright: © Hochschule Reutlingen, Reutlingen 2014

Herstellung und Verlag: Hochschule Reutlingen

ISBN 978-3-00-049395-9

Inhaltsverzeichnis

Paper

Christian Henssler

Techniken zur Deformation von virtuellen Menschmodellen..... 08

Jens Mahler

Der Einfluss von Scroll-Activated Animations auf Usability und User Experience.. 16

Matthias Merk

Entwicklung eines ablenkungsfreien Anzeigeconzeptes für informierende Fahrerassistenzsysteme 28

Greg Rauhöft

Unermessliche Weiten in virtuellen Umgebungen 42

Yannik Wahn

Two Stream Hypothesis: Adaptionseffekte bei sozialen Interaktionen mit Avataren in Virtual Reality 50

Alexander Zimmermann

Mit Virtual Reality zum E-Learning - eine prototypische Anwendung 58

Shortpaper

David Randler, Ralf Dauenhauer, Nils Tofahrn

Erweiterung der Interaktionsmöglichkeiten von Multi-Touch-Geräten..... 68

Philipp Kopp, Michael Grupp, Peter Poschmann, Hans-Joachim Böhme, Matthias Rätsch

Tracking System with Pose-Invariant Face Analysis for Human-Robot Interaction. 70

Steffen Witting, Uwe Kloos, Matthias Rätsch

Animation of Parameterized Facial Expressions for Collaborative Robots..... 72

Tobias Fluck, Simone Liegl, Veronika Rein, Steffen Schellig, Palina Vorobeva

Interaktionsgestaltung in der CryEngine 3..... 74

Alexander Kunz, Julian Freund, Dominic Lyons, Maksym Gaiduk

Technologien und Projekte des Internet of Things..... 76

Johannes Schirm

Tutorix - Ein System zur Tutorienverwaltung 78

Entwicklung eines ablenkungsfreien Anzeigekonzeptes für informierende Fahrerassistenzsysteme*

Matthias Merk
Reutlingen University
Matthias.Merk@Student.
Reutlingen-University.DE

Abstract

Ziel der wissenschaftlichen Vertiefung ist es, ein Konzept einer Benutzeroberfläche für ein Fahrerassistenzsystem zu entwickeln und zu evaluieren. Das Fahrerassistenzsystem soll dem Fahrer dabei helfen, sicher und energieeffizient zu fahren. Aufgabe ist es, ein Darstellungskonzept zu erstellen und zu evaluieren. Dabei sind die besonderen Anforderungen an Sekundärinteraktionen im Fahrzeug zu berücksichtigen. Ziel der konzeptionellen Phase ist es, eine möglichst ablenkungsfreie Darstellung zu entwickeln. Dazu werden Normen, Guidelines und Standards der In-Car-Interaction zusammenfassend beschrieben und angewendet. Ergebnis ist ein modular umsetzbares Darstellungskonzept, dessen Ablenkungsfreiheit durch einen Lane-Change-Test evaluiert wird.

Schlüsselwörter

Interaction Design, In-Car-Interaction

CR-Kategorien

H.5.m [[**Information Systems and Presentation**]: User Interfaces, Interactionstyles

*

Betreuer Hochschule: M. Sc. Emre Yay
Hochschule Reutlingen
emre.yay@Reutlingen-
University.de

Informatics Inside 2015
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
6. Mai 2015, Hochschule Reutlingen
Copyright 2015 Matthias Merk

1 Motivation und Zielsetzung

Im Rahmen einer Promotion an der Hochschule Reutlingen entwickelt Emre Yay ein Fahrerassistenzsystem zur Steigerung der Fahrsicherheit und -effizienz. In der vorliegenden Arbeit wird ein Feedback- und Interaktionskonzept für die Darstellung der für den Fahrer generierten Hinweise entwickelt. Der Fahrer soll in der Lage sein, ein Fahrprofil zu konfigurieren. Dabei kann der Fahrer auswählen, ob sich das Fahrerassistenzsystem der Sicherheit, der Effizienz oder der Kombination beider Ziele widmen soll. Hauptziel der Benutzeroberfläche ist die Darstellung der durch das Fahrerassistenzsystem bereitgestellten Handlungsempfehlungen, ohne den Fahrer von seiner Fahraufgabe abzulenken.

2 Vorgehensweise

Zunächst werden gültige Guidelines und Standards zur Gestaltung von Benutzeroberflächen in Fahrzeugen identifiziert. Die gefundenen Grundlagen werden nach ihrer Relevanz für die Aufgabenstellung priorisiert. Die so geschaffene Auswahl an Regeln, Guidelines und Standards wird vorgestellt und findet bei der prototypischen Umsetzung der Benutzeroberfläche Anwendung. Der Prototyp wird als dynamischer HTML-Prototyp konzipiert. Die durch die Darstellung generierte Fahrerablenkung wird mit Hilfe des Lane-Change-Tests erfasst und dient der Validierung des Entwurfs.

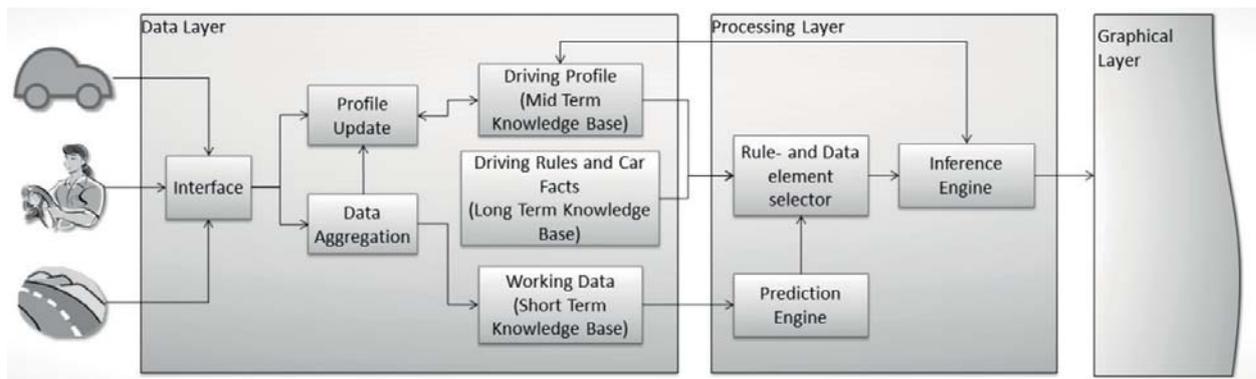


Abbildung 1: Die Systemarchitektur des Fahrerassistenzsystems SEEDrive. Quelle:[17]

3 Thematische Einführung

SEEDrive ist ein adaptives Fahrerassistenzsystem, welches das Ziel verfolgt, durch Feedback an den Fahrer die Fahrtsicherheit und -effizienz zu steigern. Das regelbasierte System überwacht Fahrzeug-, Umwelt- und Fahrerdaten und leitet aus den Daten Fahrempfehlungen ab. Die Systemarchitektur ist Abbildung 1 zu entnehmen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit dem in Abbildung 1 als Graphical Layer beschriebenen Benutzeroberfläche für das Assistenzsystem. Eingabeparameter für die Darstellung sind die vom Fahrerassistenzsystem generierten Handlungsempfehlungen.

3.1 Was muss der Fahrer wissen?

E. Yay und N. Martinez beschreiben in [16] ein Regelwerk für eine effiziente Fahrweise:

- Frühzeitiges Schalten
- Gleichmäßige Geschwindigkeit in einem möglichst hohen Gang fahren
- Wenn möglich, Gänge beim Beschleunigen überspringen
- Gleichmäßiges Verzögern durch Loslassen des Fahrpedals bei eingelegtem Gang
- Motor nach spätestens einer Minute abschalten

Auch ein Regelwerk für eine sichere Fahrweise wird in [16] zusammenfassend beschreiben:

- Ausreichend Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug halten
- Vorausschauendes Fahren
- Geschwindigkeit der Fahrsituation anpassen und Geschwindigkeitsbegrenzungen einhalten
- Ablenkung (bspw. durch Handynutzung) vermeiden

Im Folgenden werden die anzuzeigenden Handlungsempfehlungen aus [16] kurz beschrieben. Die erste Regel lautet „So früh wie möglich hochschalten“. Die daraus generierte Handlungsempfehlung bei Nichteinhaltung ist es, den Gang zu wechseln. Diese Regel dient der Sicherheit. Die zweite Regel befasst sich mit der Effizienz und lautet „Gleichmäßige Geschwindigkeit bei höchstmöglichem Gang“. Nichtbeachtung führt hier zur Aufforderung gleichmäßiger zu fahren. Mit der Regel „Vorausschauend fahren und sich dem Verkehrsfluss anpassen“ widmet sich die dritte Regel der Fahrtsicherheit. Handlungsempfehlung ist in diesem Fall Abstand oder Geschwindigkeit zu erhöhen. Regel vier lautet „Sanftes abbremsen durch Motorbremse bei eingelegtem Gang“. Wird eine unnötige mechanische Bremswirkung erkannt, wird der Fahrer

dazu aufgefordert die mechanische Bremse nicht zu nutzen, um langsamer zu werden. Diese Empfehlung ist der Effizienz zuträglich. Durch die Regel „Geschwindigkeiten über 80 - 90 Km/h vermeiden“ wird Effizienz und Sicherheit bedient. Der Fahrer wird beim Überschreiten der Geschwindigkeit daran erinnert Geschwindigkeiten über 90 km/h zu vermeiden. „Motor bei Stillstand länger als eine Minute abschalten“, diese sechste Regel dient der Effizienz. Der Fahrer wird bei Leerlaufzeiten länger einer Minute zum Abschalten des Motors aufgefordert. Für Fahrsicherheit sorgt die folgende Regel: „Genügend Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einhalten“. Zu nahes Auffahren wird mit der Rückmeldung quittiert, den Abstand zu erhöhen. Regel acht, die sich Effizienz und Sicherheit widmet, lautet „Vorausschauend fahren und sich dem umgebenden Verkehr anpassen“. Entsprechend der Fahr-situation wird dem Fahrer vorgeschlagen den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug zu erhöhen bzw. seine Geschwindigkeit zu erhöhen. Für eine Verbesserung der Sicherheit sorgt Regel neun: „Vorausschauend fahren und sich dem umgebenden Verkehr anpassen“. Handlungsempfehlung ist hier wie bei Regel drei, Abstand oder Geschwindigkeit zu erhöhen. Die Handlungsempfehlung, die Geschwindigkeit zu reduzieren, gehört zu Regel zehn: „Geschwindigkeit der Fahr-situation anpassen und Geschwindigkeitsbegrenzungen einhalten“ und dient sowohl der Effizienz als auch der Fahrsicherheit. Regel zehn lautet Ablenkungen vermeiden“. Beispielsweise führen häufig von der Fahrbahn abschweifende Blicke zur Ermahnung, sich auf die Straße zu konzentrieren. Die letzte Regel (Nr. elf) beschäftigt sich mit der Fahrtüchtigkeit des Fahrers. Ist die Fahrtüchtigkeit nicht gegeben (Müdigkeit, Alkoholeinfluss etc.) wird der Fahrer zum Einlegen einer Pause aufgefordert.

4 State of the art

Mit EcoSec stellen Gundelsweiler et al. in [6] ein System vor, welches persuasive Methoden nutzt, um den Fahrer an eine effizien-

te und sichere Fahrweise heranzuführen. Während der Fahrt soll der Fahrer durch zwei Balkendiagramme am Bildschirmrand (links ökologisches Fahren, rechts sicheres Fahren) belohnt werden (siehe Abbildung 2). EcoSec nutzt die in [8] benannten horizon-



Abbildung 2: Mobile Darstellung von EcoSec [6].

talen Balken zur Visualisierung der aus der Fahr-situation entstehenden Effizienz- („Eco-meter“, rechter Bildschirmrand) und Sicherheitseinschätzung („Secumeter“, linker Bildschirmrand). Betrachtet man jedoch die anderen Interaktionselemente wie beispielsweise die tab-basierte Navigation am oberen Bildschirmrand, fällt die für eine Interaktion während der Fahrt sehr klein gewählte Schrift- und Symbolgröße auf. Die Ausrichtung der Darstellung im Hochformat erlaubt es, die horizontalen Balken groß abzubilden. Jedoch hat sich bis auf einige wenige Ausnahmen (Tesla Model S) eine Darstellung im Querformat im Automobilbereich (Navigationssysteme, Infotainmentsysteme) durchgesetzt. Honda verfolgt den Ansatz der Vi-

sualisierung der Effizienz mit Hilfe von Farben. Das Beispiel des Honda Insight zeigt, wie sich die Hintergrundfarbe des Kombiinstrumentes je nach abgerufener Energie verändert (Abbildung 3). Dieser Ansatz erlaubt



Abbildung 3: Ambientmeter Honda Insight - Visualisierung der Effizienz durch Farben [7].

ein schnelles Erfassen der aus der Geschwindigkeit resultierenden Fahreffizienz. Lediglich die Wahl von kräftigen, leuchtenden Farben könnte zu der in Kapitel 5 beschriebenen visuellen Unterhaltung des Fahrers führen, die es laut [3] zu vermeiden gilt. Das von Rommerskirchen et al. an der TU München in [10] entwickelte „anticipatory driver assistance system“ (ADAS) hilft dem Fahrer dabei den Kraftstoffverbrauch zu senken. ADAS unterstützt den Fahrer dazu in einer vorausschauenden Fahrweise. Dazu visualisiert das System für den Fahrer noch unsichtbare Navigationshinweise und Geschwindigkeitsbegrenzungen (Abbildung 4). Dies führt dazu, dass der Fahrer sein Fahrverhalten frühzeitig den zu erwartenden Gegebenheiten anpassen kann. Laut Rommerskirchen et al. sind die Einsparungen durch ADAS unabhängig von der Komplexität der Fahrsituation. Zwar reduzierten sich die Blickzeiten auf die ADAS-Benutzeroberfläche in komplexen Fahrsituationen, dies hat jedoch keinen Einfluss auf die durch das System geschaffene Fahreffizienz [10]. Es ist also von entscheidender Bedeutung, dass der Fahrer die ihm dargestellten Informationen mit wenigen kurzen Blicken erfassen kann. Birrel et al. beschäftigen sich mit den Auswirkungen von intelligenten Fahrempfehlungen auf die



Abbildung 4: ADAS mit eingeblendeter Navigations- und Geschwindigkeitsempfehlung [10].

Fahrleistung und die Fahrerablenkung. Dazu entwickelten sie in [2] zwei Benutzeroberflächen. Die erste der beiden folgte dem „Ecological Interface Design principle“ (EID) nach [15], die Zweite folgte dem aus vielen Fahrzeugen bekannten Prinzip der allgemeinen Anzeigen im Armaturenbrett durch einfache Symbole (Abbildung 5). Während die

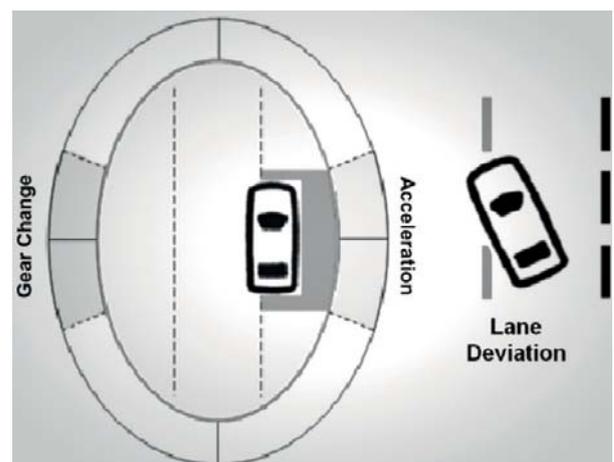


Abbildung 5: Smart Driving Aid: EID (links) und Armaturenbrett Darstellung (rechts) [2].

EID Darstellung sicherheits- und effizienzrelevante Informationen zeitgleich darstellt, ist

dies beim Armaturenbrett-konzept nicht möglich. Laut Birrel et al. haben beide Darstellungsformen zu keinem Anstieg der kognitiven Belastung des Fahrers geführt. Es sind jedoch Unterschiede bei den Auswirkungen auf die Fahrleistung des Fahrers aufgetreten. So hatte laut Birrel et al. die EID Darstellung größere Auswirkungen auf die gefahrene Geschwindigkeit, während die Armaturenbrettdarstellung mehr Einfluss auf zu starke Beschleunigung und das Bremsverhalten des Fahrers aufwies [2].

4.1 Möglichkeiten der Fahrerinformation

Die Informationen können visuell, auditiv oder haptisch auf den Fahrer einwirken. Meist wird eine Kombination dieser Feedbackarten angewendet. Ein Beispiel dafür ist eine Einparkhilfe, die auditives Feedback (Warnton) und visuelles Feedback (Visualisierung des Abstandes) in Kombination nutzt. Die Besonderheiten bei der Umsetzung der jeweiligen Feedbackarten werden durch die in Abschnitt 5.1.3 genannten Guidelines beschrieben.

5 Guidelines und Standards der In-Car-Interaction

Eine ausführliche Betrachtung von Guidelines und Standards findet sich in [4] und [5]. Für die Entwicklung einer ablenkungsfreien Lösung ist die Einhaltung dieser Standards unerlässlich. Basis für die vorliegende Arbeit ist die „Empfehlung der Kommission vom 26. Mai 2008 über sichere und effiziente bordeigene Informations- und Kommunikationssysteme: Neufassung des Europäischen Grundsatzkatalogs zur Mensch-Maschine-Schnittstelle“ [3]. Die Empfehlung besteht aus 43 Grundsätzen und schmückt diese mit konkreten Anwendungsbeispielen aus. Die Grundsätze sind außerdem mit Querverweisen auf gültige Standards und Normen versehen. Die Empfehlungen geben dem Entwickler nützliche Hilfestellungen und Empfehlungen bei der Entwicklung einer ablenkungsfreien Benutzeroberfläche im Fahrzeug.

5.1 Designziele

Die Kommission der Europäischen Union nennt fünf Designziele die für eine Benutzeroberfläche im Fahrzeug gelten: Die Darstellung darf keine potentielle Gefährdung des Fahrers hervorrufen. Die benötigte Aufmerksamkeit des Fahrers bei der Nutzung der Benutzeroberfläche muss in Relation zur Fahraufgabe stehen. Die Benutzeroberfläche zeichnet sich durch Ablenkungsfreiheit aus, sie darf keine visuelle Unterhaltung des Fahrers zum Ziel haben. Außerdem dürfen keine Informationen angezeigt werden, die den Fahrer zu einem gefährlichen Verhalten anregen könnten. Abschließend wird als Ziel die Konsistenz der Benutzeroberfläche mit vorhandenen Interaktionselementen, sowie eine einheitliche, mit vorhandenen Systemen kompatible Umsetzung genannt. Die Umsetzung dieser Ziele werden durch Grundsätze der Informationsgestaltung, Grundsätze der Interaktion und des Systemverhaltens erläutert. Die Grundsätze zum Einbau und zur Platzierung der Aus- und Eingabegeräte werden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet, finden aber beim Aufbau des Fahrsimulators für den zur Evaluation benutzten Lane-Change-Test Anwendung. Im Folgenden werden die für die Arbeit relevanten Grundsätze zusammenfassend beschrieben.

5.1.1 Grundsätze der Informationsdarstellung

Die Grundsätze besagen, dass alle Informationen mit möglichst wenigen Blicken zu erfassen sein sollen. Außerdem sollen allgemein bekannte Symbole und Begriffe aus dem dem Fahrer bekannten Fahrzeugumfeld verwendet werden. Die Darstellung von fahrrelevanten Informationen soll stets rechtzeitig erfolgen und auch der aktuellen Fahrsituation genau entsprechen. Dabei haben sicherheitsrelevante Informationen stets eine höhere Priorität als nicht sicherheitsrelevante Informationen, wie beispielsweise die Lautstärke des Radios. Unkontrollierbare akustische Meldungen sollen nicht zu laut sein.

5.1.2 Grundsätze der Interaktion

Bei der Interaktion mit dem System soll eine Hand stets am Lenkrad verbleiben. Eine Interaktion muss zu jedem Zeitpunkt vom Fahrer unterbrochen werden können. Unterbricht der Fahrer eine Systemeingabe, soll die Fortsetzung der Eingabe zu einem späteren Zeitpunkt problemlos möglich sein. Gibt das System akustisches Feedback, sollen diese akustischen Ausgaben in der Lautstärke regulierbar sein. Systemausgaben sollen stets deutlich und zeitnah erfolgen. Nicht sicherheitsrelevante Informationen sollen abschaltbar sein.

5.1.3 Grundsätze des Systemverhaltens

Das System soll keine Interferenzen mit fahrrelevanten Anzeigen aufweisen. Funktionen, die nicht für den Gebrauch im fahrenden Fahrzeug vorgesehen sind, sollen dem Fahrer während der Fahrt auch nicht verfügbar sein. Das System soll den Fahrer zu jeder Zeit über den Systemstatus und mögliche Systemfehler informieren.

5.2 SAE Recommended Practice J2365 und J2364

Neben den Empfehlungen der Europäischen Union bietet die SAE Recommended Practice J2365 (Calculation of the Time to Complete In-Vehicle Navigation and Route Guidance Tasks) in Kombination mit der SAE Recommended Practice J2364 einen deutlichen Mehrwert bei der Entwicklung einer In-Car Benutzeroberfläche. Sie beinhaltet eine Auflistung von Interaktionszeiten bei der Bedienung von Navigationsgeräten. Die SAE Recommended Practice J2365 wurde zwar für den Einsatz von Navigationsgeräten entwickelt, kann aber laut P. Green für alle visuell-manuellen Interaktionen im Fahrzeug herangezogen werden [4]. Dies erlaubt es, bereits im Entwicklungsprozess lange Interaktionszeiten zu erkennen. Überschreitet die Gesamtinteraktionszeit 15 Sekunden, so ist die Interaktion laut SAE Recommen-

ded Practice J2364 (auch als „15-Sekunden-Regel“ bekannt) nur im stehenden Fahrzeug durchzuführen.

5.3 U.S. Department of Transportation

Das U.S. Department of Transportation (USDA) spricht in [8] Empfehlungen für die Entwicklung von “Fuel Economy Driver Interface Concepts” (FEDIC) aus. Zusammenfassend werden insgesamt sechs Empfehlungen effektiver FEDIC genannt, von denen die folgenden für die Umsetzung interessant sind: Kraftstoffeinsparung sollen als horizontale Balken oder einfache Visualisierungen (z.B. Bilder) dargestellt werden. Eine textuell dargestellte Kraftstoffeinsparung soll durch eine grafische Visualisierung ergänzt werden. Die USDA empfiehlt die gleichzeitige Darstellung von Momentan- und Langzeitwerten, sowie eine im Allgemeinen visuell simple gehaltene Darstellung. Die Darstellung einer durchschnittlichen Kraftstoffeinsparung wird ebenfalls durch die USDA empfohlen.

6 Ablenkung beim Führen eines Fahrzeuges

Die wichtigste Anforderung an die Benutzeroberfläche ist die Ablenkungsfreiheit. T.A. Ranney et al. beschreiben vier Arten der Ablenkung beim Führen eines Fahrzeuges: Visuelle Ablenkung, akustische Ablenkung, biomechanische Ablenkung und kognitive Ablenkung. Laut T.A. Ranney et al. bestehen Ablenkungen meist aus einer Kombination dieser Ablenkungsarten [13]. Laut L. Tasca ist die Fahrerablenkung eine freiwillige oder unfreiwillige Ablenkung des Fahrers von seinen Fahraufgaben. Sie entsteht durch die Ausführung zusätzlicher Aufgaben, die nichts mit der primären Fahraufgabe zu tun haben, oder durch das kurzfristige Konzentrieren auf andere Dinge (z.B. Personen, Gegenstände, etc.). Die Auswirkungen der Fahrerablenkung sind eine veränderte Situationswahrnehmung und eine Verschlechterung der Leistungs- und Entscheidungsfähigkeit des Fahrers [12]. Diese Einschränkungen wirken sich direkt auf die Sicherheit

der Fahrzeuginsassen und anderer Verkehrsteilnehmer aus.

6.1 Ablenkung durch Echtzeit-Fahrerinformationssysteme

Mit der Ablenkung durch Echtzeit-Fahrerinformationssysteme beschäftigen sich A. Birrell und M. S. Young. Sie leiten aus Ihrer Simulatorstudie mit 25 Teilnehmern mit einem Durchschnittsalter von 35,2 Jahren ab, dass für den Fall eines Fahrerinformationssystems, welches die Informationen zur vorherrschenden Situation passend und rechtzeitig anzeigt, kein Anstieg der Fahrerablenkung und kognitiven Belastung bei Überlandfahrten zu erkennen ist [2]. Für die ablenkungsfreie Bereitstellung der Informationen ist daher vor allem die der Darstellung zu Grunde liegende Situationserkennung von großer Bedeutung. Für die Entwicklung des Anzeigekonzeptes wird daher von einer Situationserkennung nahe Echtzeit ausgegangen.

7 Konzept

Die Grundlage der Benutzeroberfläche ist eine Aufteilung der Handlungsempfehlungen in zwei Kategorien: Situativ und dauerhaft. Während der situative Teil der Darstellung die eigentlichen Handlungsempfehlungen zeigt, zeigt der dauerhafte Teil die Handlungsempfehlungen auf, die durch eine ständige Rückmeldung an den Fahrer umsetzbar sind. Zum Teil können die Handlungsempfehlungen beiden Kategorien zugeordnet werden. Die Aufteilung der Handlungsempfehlungen ist Tabelle 1 zu entnehmen. Das ständige Feedback ermöglicht es dem Fahrer, eine direkte Repräsentation der vorherrschenden Fahrsituation zu bekommen. Da sich das Fahrverhalten direkt auf die Visualisierung auswirkt, wird eine Möglichkeit der stetigen Beeinflussung des Fahrers geschaffen. Ein einfaches Beispiel für ein ständiges Feedback im Fahrzeug ist der Tacho oder die Drehzahlanzeige. Die situativen Handlungsempfehlungen werden dem Fahrer nur dann präsentiert, wenn er sich in

der jeweilig passenden Fahrsituation befindet. Diese Handlungsempfehlungen werden zusätzlich zum ständigen Feedback angezeigt und können je nach Priorität das ständige Feedback visuell verdrängen. Auch diese Art des Feedbacks ist dem Fahrer bereits bekannt. Beispiele sind Warnungen bei Glätte oder beim Überfahren einer durchgezogenen Linie auf der Fahrbahn. Die visuelle Verdrängung der höherpriorisierten Handlungsempfehlungen wird durch Überlagerung des ständigen Feedbacks erreicht. Dies geschieht durch eine aus mobilen Benutzeroberflächen bekannte Darstellung als Karte (Abbildung 6). Die Auswahl, welche Handlungsempfeh-



Abbildung 6: Grobkonzept: Visualisierungsebenen

lungen angezeigt werden, legt der Fahrer vor Fahrbeginn fest. Dazu entscheidet sich der Fahrer für die Unterstützung hinsichtlich Effizienz, Sicherheit oder einer Kombination beider Bereiche.

7.1 Darstellung des dauerhaften Feedbacks

Um dem Fahrer eine dauerhafte und ablenkungsfreie Visualisierung der Fahrsituation und der aus der Fahrsituation abgeleiteten Handlungsempfehlungen zu geben, wird der Prototyp sehr nah an den in Abschnitt 5 beschriebenen Handlungsempfehlungen und Standards entwickelt. Ziel der Darstellung des dauerhaften Feedbacks ist es, dem Fahrer den optimalen Zeitpunkt des Gangwechsels, und die optimale Geschwindigkeit zu

Tabelle 1: Situative Empfehlungen und ständiges Feedback

Nr	Empfehlung	situativ	dauerhaft
1	Gangwechsel	✓	✓
2	Gleichmäßig fahren		✓
3+8	Abstand / Geschwindigkeit erhöhen	✓	✓
4	Nicht mechanisch bremsen	✓	
5	Geschwindigkeit >90 km/h vermeiden	✓	✓
6	Motor bei Stillstand ausschalten	✓	
7	Abstand erhöhen	✓	
9	Geschwindigkeit reduzieren	✓	
10	Konzentration auf die Straße	✓	
11	Pause einlegen	✓	

visualisieren. Dazu wird eine Mehrsegment-anzeige am linken Rand platziert (Abbildung 7). Die Anzeige dient der Visualisie-

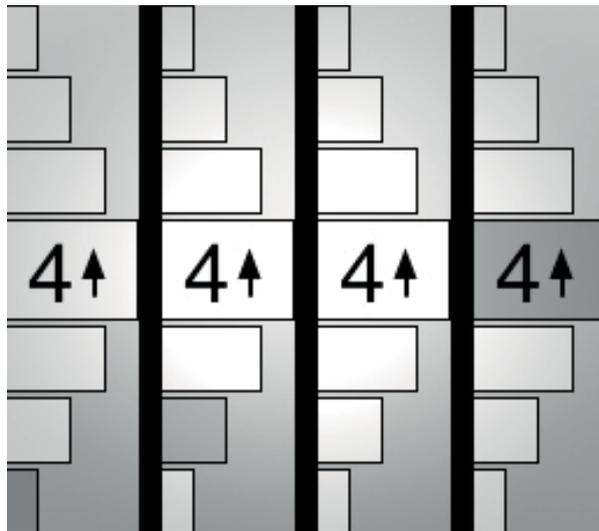


Abbildung 7: Verlauf der 7-segmentigen Anzeige zur Visualisierung des optimalen Schaltzeitpunktes

rung des optimalen Schaltzeitpunkts. Die drehzahlabhängige Darstellung in mehreren Segmenten erlaubt es dem Fahrer, durch einen kurzen Blick den Zeitpunkt für den optimalen Gangwechsel zu erfassen. Ein Farbverlauf (rot - gelb - grün - gelb - rot) führt

den Fahrer an die effizienteste Drehzahl heran. Der Optimalbereich ist neben der farblichen Kennzeichnung auch durch seine Größe in seiner Wichtigkeit hervorgehoben. Durch die neben der Gangzahl platzierten Pfeile wird die Richtung des Gangwechsels angezeigt. Gleichzeitig wird die Schaltrichtung auch durch die ansteigende oder abfallende Anzeige dargestellt. Der aktuelle Drehzahlstatus wird durch die Färbung der Segmente gezeigt. Dies ermöglicht eine schnelle Informationsaufnahme. Der optimale Geschwindigkeitsbereich wird durch Änderung der Hintergrundfarbe eines Digitaltachos erreicht. Damit dies möglichst ablenkungsfrei erfolgt, wird auf kräftige Farben verzichtet, um eine ablenkende visuelle Unterhaltung des Fahrers zu unterdrücken (vgl. Abschnitt 5). Obwohl es sich bei der Anzeige der Geschwindigkeit um eine redundante Information handelt, ist die Anzeige der Geschwindigkeit wichtig, damit der Fahrer die Verbindung zwischen Farbe und Geschwindigkeit herstellen kann. In der finalen Umsetzung ist es denkbar, die einzelnen Elemente auf unterschiedlichen Displays zu verteilen (siehe Beispiel Honda in Abbildung 3). Die Farbgebung und die jeweilige Zuordnung der Geschwindigkeit zur Farbe ist von der Einstellung des Systemverhaltens abhängig (Effizi-

enz, Sicherheit, Effizienz und Sicherheit).

7.2 Darstellung der Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen werden akustisch durch einen Signalton angekündigt. Die Visualisierung der Handlungsempfehlungen wird durch das Einblenden einfacher, bekannter Symbole erreicht, die durch Verkehrszeichen ihre Bedeutung bekommen. Die Symbole werden durch eine kurze textuelle Repräsentation der Handlungsempfehlung ergänzt. Der Hinweis überlagert aufgrund der höheren Priorität das dauerhafte Feedback (Abbildung 8). Der Fahrer hat



Abbildung 8: Überlagerte Handlungsempfehlung bei Stillstand des Fahrzeuges bei eingeschaltetem Motor länger einer Minute

die Möglichkeit über einen Button die Handlungsempfehlung zukünftig zu unterdrücken. Ein Countdown symbolisiert das automatische Ausblenden des Hinweises, sodass der Fahrer nicht zum manuellen Schließen des Hinweises animiert wird. Die Gestaltung des Hinweisfensters orientiert sich an den Verkehrs-Zusatzzeichen nach § 39 der deutschen Straßenverkehrsordnung. Weitere Tests müssen zeigen, wie lange die unterdrückte Handlungsempfehlung dem Fahrer vorenthalten wird. Dieses Darstellungskonzept ist aus Gründen der Konsistenz für alle Handlungsempfehlungen gleich. Lediglich Symbolik und Beschriftung ändern sich entsprechend der Situation. Die Aus-

wahl der Symbole erstreckt sich durch die in der Straßenverkehrsordnung beschriebenen Schildertypen in Kombination mit den Symbolen der ISO 2575 (2004) – Road vehicles – Symbols for controls, indicators and tell-tales. und ISO 7000 (2004) – Graphical symbols for use on equipment - Index and synopsis.

7.3 Konfiguration des Fahrprofils

Die Konfiguration ist aufgrund des selbstlernenden Charakters des Fahrassistenzsystems sehr minimalistisch. Wie bereits mehrfach erwähnt, entscheidet sich der Fahrer zwischen Effizienz, Sicherheit oder der Kombination beider Felder. Durch ein einfach gehaltenes Einstellungs Menü basierend auf drei Schaltflächen kann dies sehr einfach auf einer touch-basierenden Oberfläche umgesetzt werden. Denkbar ist aber auch die Auslagerung der Einstellung in Hardware-tasten im Cockpit. Eine Vielzahl von Fahrzeugen erlauben durch solche Shortcuttasten die Einstellung der Betriebsstrategie (Beispielsweise Eco- oder Sport-Modus) oder der Fahrwerksabstimmung. Das Beispiel in Abbildung 9 zeigt einen solchen Schalter.



Abbildung 9: Fahrerlebnisschalter eines 1er BMW

Auch wäre die Kopplung des Assistenzsystems an vorhandene Fahrprofile denkbar. Hierbei ist aber zu beachten, dass der Fahrer stets in der Lage sein muss, die Handlungsempfehlungen deaktivieren bzw. konfigurieren zu können. Ein weiterer Eintrag in die ohnehin meist überfüllten Konfigurations-

menüs im Fahrzeug wäre dazu notwendig. Für den Prototyp wird ein Konfigurationsmenü erstellt. Das Konfigurationsmenü kann durch einen Shortcut in Form einer Schaltfläche auf der Hauptansicht erreicht werden. Ähnlich wie bei den Handlungsempfehlungen legt sich ein Einstellungslayer über die vorhandene Ansicht (Abbildung 10).



Abbildung 10: Der Einstellungslayer zur Auswahl des Fahrprofils

Dort wählt der Fahrer mittels dreier Schaltflächen seine Einstellung. Der Einstellungslayer schließt sich nach der Auswahl automatisch. Damit der Fahrer eine Rückmeldung über das gewählte Profil bekommt, besitzt der Einstellungsbutton entsprechende Buchstaben (S / E / S+E) zur Visualisierung des eingestellten Profils.

8 Evaluation

Die Fahrerablenkung wird mit Hilfe des Lane-Change-Tests (LCT) in einem nach den Testrichtlinien eingerichteten Fahr Simulator ermittelt. Der LCT (Abbildung 11) wurde als Methode zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrinformationssysteme entwickelt und ist in der ISO 26022:2010-09 standardisiert. Während die Testperson die Fahraufgabe Fahrspurwechsel durchführt, erledigt sie die Sekundärinteraktion (Abbildung 12). Die aufgezeichnete Abweichung von der Referenzfahrspur wird automatisiert ermittelt. Diese Abweichung wird als Indikator für die durch die Sekundärinteraktion ausgelöste Fahrerablen-

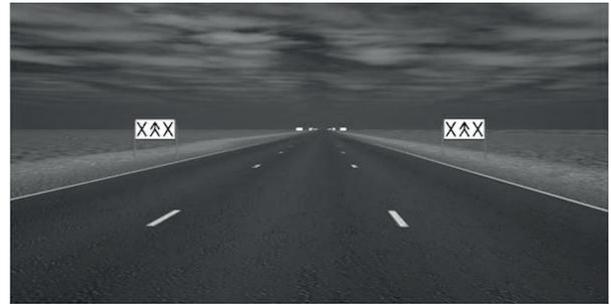


Abbildung 11: Fahrspuren und Beschilderung des Lane Change Test



Abbildung 12: Testperson bei der Gewöhnungsfahrt an den Lane-Change-Test

kung benutzt.

8.1 Versuchsaufbau Fahr Simulator

Der Versuch wurde nach den Anforderungen der ISO 26022:2010-09 aufgebaut. Die Fahrbahn wird auf einem in 50 cm von der Lenkradposition entfernten 27" Display angezeigt. Ein Betrachtungsabstand < 50 cm führte bei einigen Testpersonen bereits bei der Einführungsrunde zu Übelkeit. Die zu testende Benutzeroberfläche wird dem Fahrer auf einem 7" großen Tablet angezeigt. Das Tablet ist an einem Schwanenhals befestigt, sodass eine beliebige, aber ausreichend stabile Befestigung des Tablets möglich ist. Für den Test wurde eine Positionierung am oberen Ende

der Mittelkonsole im Fahrzeug ausgewählt. Tönis et al. legen diese Platzierung für die Interaktion und Darstellung von tertiären Interaktionen im Fahrzeug (Information und Unterhaltung) fest [14]. Laut Olaverri-Monreal hat die Auswahl der Platzierung kaum Einfluss auf die Blickzeiten des Fahrers, sodass auch andere Platzierungen für die finale Umsetzung des Systems denkbar sind. Die einzige Ausnahme bildeten Head-Up-Displays in der Windschutzscheibe. Dort konnten Blickzeiten ermittelt werden, welche die in den NHTSA Guidelines [1] genannte Dauer (2 Sekunden) mit durchschnittlich 4,1 Sekunden deutlich überschritten haben [9].

8.2 Vorgehensweise LCT

Der Versuchsablauf folgt den in ISO 26022:2010-09 festgelegten Regeln. Laut Regelwerk gehen der eigentlichen Testfahrt eine Gewöhnungsfahrt und eine Fahrt zur Bestimmung einer Referenzstrecke voraus, die für die Berechnung des Ablenkungswertes benötigt wird. Die Auswahl der Strecken bzw. die Anordnung der Schilder wird zufällig variiert, um Gewöhnungseffekte zwischen Gewöhnungs-, Referenz- und Testfahrt auszuschließen. Da die Testpersonen am Testtag bereits einen Lane-Change-Test zur Evaluierung eines anderen Anzeigeconzeptes absolviert hatten, konnte auf die Gewöhnungs- und Referenzfahrt verzichtet werden.

8.3 Versuchsablauf

Die Benutzeroberfläche folgte einem festgelegten Ablauf unterschiedlicher Darstellungen. Das Dauerhafte Feedback in Form der Schalteranzeige durchläuft während der gesamten Fahrzeit eine vorgegebene Schaltfolge. Auf halber Strecke wurde den Testpersonen ein Situatives Feedback eingeblendet. Den Testpersonen wurde die Aufgabe gegeben, auf die Schaltanzeige mit Hilfe der Schaltpaddles am Lenkrad zu reagieren. Außerdem sollten Sie das Systemverhalten kommentieren und Rückschlüsse und Handlungen aus der Darstellung verbal ausdrücken. Die Durchführung der

Eingeblendeten Handlungsempfehlungen ist beim Lane-Change-Test nicht möglich, da der Fahrer immer mit gleichbleibender Geschwindigkeit fahren muss um vergleichbare Werte zu erhalten.

8.4 Testpersonen

Eine Gruppe von fünf Personen zwischen 21 und 55 Jahren (Durchschnittsalter 42,4 Jahre) wurden zum Lane-Change-Test geladen. Die Auswahl der Testpersonen wurde so getroffen, das sich die Altersverteilung der Gruppenzusammenstellung an der Anzahl der ausgegebenen Führerscheine der Klasse B orientiert. Der größte Anteil haben dort die 25-44 jährigen (3714933 Männer, 4010277 Frauen), gefolgt von der Gruppe der 18 bis 24 jährigen (222006 Männer, 2.190439 Frauen) und die Gruppe der 45 bis 64 jährigen (653268 Männer, 458018 Jahren) [11]. Die Testpersonen haben keine Erfahrung mit dem zu testenden System, besitzen eine gültige Fahrerlaubnis und mehrere Jahre Erfahrung beim Führen eines Fahrzeuges. Die Testgruppe besteht aus drei männlichen und zwei weiblichen Kandidaten. Die Testergebnisse sind Tabelle 2 zu entnehmen.

8.5 Auswertung

Die geringe durchschnittliche Abweichung zeigt die geringe Ablenkung der Testfahrer während der Testfahrt. Vergleicht man die erreichten Werten mit den Beispielwerten, die die Analysesoftware des Lane-Change-Tests mit sich bringt wird dies noch deutlicher. So beträgt die Abweichung beim Benutzen des Radios beispielsweise 0,426 Meter. Dies liegt vor allem in der rein informellen Natur der Benutzeroberfläche. Die wenigen Interaktion die der Fahrer mit dem System durchführen kann, werden entweder einmalig vor Fahrtantritt oder automatisch geregelt (Profilwahl) oder fordern nur eine geringe kognitive Leistung des Fahrers ab (situatives Feedback ausschließen). Eine Beeinflussung der kognitiven Belastung während der Fahrt erfolgt deshalb nicht, bzw. nur in sehr geringem Maße.

Testfahrt	Testperson	mittlere Abweichung	Differenz
Referenzfahrt Testfahrt	1	0,34246 0,45213	0,10967
Referenzfahrt Testfahrt	2	0,33267 0,34286	0,01019
Referenzfahrt Testfahrt	3	0,31632 0,43850	0,12218
Referenzfahrt Testfahrt	4	0,27131 0,47330	0,20199
Referenzfahrt Testfahrt	5	0,32357 0,37328	0,04971
Durchschnittliche Differenz:			0,097996

Tabelle 2: Auswertung Lane-Change-Test

9 Fazit und Ausblick

Nachdem eine große Menge an Standards, Guidelines und Handlungsempfehlungen durchgearbeitet waren, wurden anhand einer Auswahl der wichtigsten Empfehlungen eine konzeptuelle und universell einsetzbare Benutzeroberfläche erstellt. Das durcharbeiten dieser Standards machte den Löwenanteil der Arbeit aus. Die Anforderung der Ablenkungsfreiheit wurde durch einen Lane-Change-Test bestätigt. Für die Durchführung des Lane-Change-Tests wurde eine der Testspezifikation entsprechende Simulationsumgebung geschaffen. Das Konzept kann als Vorlage für die Umsetzung der Visualisierung unterschiedlichster informierender Fahrerassistenzsysteme genutzt werden. Diese Arbeit bildete beispielsweise die Grundlage einer Masterthesis, die sich mit der Entwicklung einer Visualisierung in Form eines informierenden Fahrerassistenzsystems zur Minderung der Reichweitenangst bei Fahrern von Elektrofahrzeugen beschäftigt. Dort werden die hier beschriebenen Grundlagen angewendet. Auch hier konnte die geringe Ablenkung des Konzeptes

mit Hilfe des Lane-Change-Test nachgewiesen werden.

Literatur

- [1] N. Administration. visual-manual nhtsa driver distraction guidelines for in-vehicle electronic devices. *Federal Register*, 2012.
- [2] S. A. Birrell and M. S. Young. The impact of smart driving aids on driving performance and driver distraction. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(6):484 – 493, 2011. Special Issue: Driving Simulation in Traffic Psychology.
- [3] EU. Empfehlung der kommission vom 26. mai 2008 über sichere und effiziente bordeigene informations- und kommunikationssysteme: Neufassung des europäischen grundsatzkatalogs zur mensch-maschine-schnittstelle. *Amtsblatt der Europäischen Union*, 2008.
- [4] P. Green. Driver interface/hmi stan-

- dards to minimize driver distraction/overload. 2008.
- [5] P. Green. Using standards to improve the replicability and applicability of driver interface research. In *Adjunct Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '12)*, 2012.
- [6] F. Gundelsweiler, T. Memmel, H.-C. Jetter, and C. Marx. Ecosec—persuasive technology für eine sichere und ökologische fahrweise. *Universität Konstanz*, 2005.
- [7] Honda. Abbildung honda eco-drive. http://www.insightman.com/images/Eco-Drive_jdm01.jpg, 2015.
- [8] M. P. Manser, M. Rakauskas, J. Graving, and J. W. Jenness. Fuel economy driver interfaces: Develop interface recommendations. *Report on Task*, 3, 2010.
- [9] C. Olaverri-Monreal, A. E. Hasan, J. Bulut, M. Korber, and K. Bengler. Impact of in-vehicle displays location preferences on drivers' performance and gaze. 2014.
- [10] C. Rommerskirchen, M. Helmbrecht, and K. Bengler. The impact of an anticipatory eco-driver assistant system in different complex driving situations on the driver behavior. *Intelligent Transportation Systems Magazine, IEEE*, 6(2):45–56, Summer 2014.
- [11] Statista. Bestand an pkw-fahrerlaubnissen (klasse b) in deutschland am 1. januar 2014 nach altersgruppen bestand an pkw-fahrerlaubnissen (klasse b) in deutschland am 1. januar 2014 nach altersgruppen, 2015.
- [12] L. Tasca. Driver Distraction: Towards A Working Definition. *International Conference on Distracted Driving*, Oktober 2005.
- [13] M. J. G. Thomas A. Ranney, W. Riley Garrott. NHTSA driver distraction research: Past, present, and future. 2001.
- [14] M. Tonnis, V. Broy, and G. Klinker. A survey of challenges related to the design of 3d user interfaces for car drivers. In *3D User Interfaces, 2006. 3DUI 2006. IEEE Symposium on*, pages 127–134. IEEE, 2006.
- [15] K. Vicente and J. Rasmussen. Ecological interface design: theoretical foundations. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 22(4):589–606, Jul 1992.
- [16] E. Yay and N. Madrid. A new driving system towards energy-efficient and safe driving behaviour. In *Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES), 2012 Proceedings of the Tenth Workshop on*, pages 3–8, July 2012.
- [17] E. Yay and N. Martinez Madrid. See-drive – an adaptive and rule based driving system. In *Intelligent Environments (IE), 2013 9th International Conference on*, pages 262–265, July 2013.