

Anzeigekonzepte für ein frei programmierbares Kombinationsinstrument

Diplomarbeit

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Informatikers
im Studiengang Computervisualistik

vorgelegt von
Stefan Burghardt

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Stefan Müller
(Institut für Computervisualistik, AG Computergraphik)
Zweitgutachter: Patrick Gentzcke
(Robert Bosch GmbH, Abteilung Car Multimedia, Leonberg)

Koblenz, im März 2009

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ja Nein

Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden.

Der Veröffentlichung dieser Arbeit im Internet stimme ich zu.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

1	Danksagung	1
2	Kurzfassung	2
3	Abstract	3
4	Einleitung	4
4.1	Geheimhaltung	4
4.2	Begriffsdefinition	4
5	Aktueller Stand der Technik	5
5.1	Aufbau herkömmlicher Kombis und FPK	5
5.2	Anzeigeelemente	6
5.2.1	Toterwinkel-Assistent	7
5.2.2	Around View Monitor	7
5.2.3	ACC und LDW	7
5.2.4	Infotainment-Elemente	8
5.3	Eine alte Idee	9
5.4	Kombis mit Display	9
5.5	FPK in Serienreife	10
5.5.1	Teil-FPK der aktuellen S-Klasse	10
5.5.2	Das erste FPK	12
5.6	FPK-Konzepte der Mitbewerber	15
5.6.1	FPK-Demonstrator von Nippon Seiki	15
5.6.2	Jaguar Anzeigekonzept von Visteon	18
5.6.3	FPK von Johnson Controls	19
5.6.4	„SmartGauge“ von Ford	19
5.6.5	Honda Insight Hybrid Konzept	21
6	Ermittlung einer geeigneten Plattform	21
6.1	Ermittlung der Hardware	22
6.2	Ermittlung der Software	23
6.2.1	Betriebssystem	24
6.3	Entscheidung Software	25
7	Entwicklung Anzeigekonzepte	26
7.1	Gesetze der Softwareergonomie	26
7.2	Psychologische Aspekte der Fahrzeugführung	28
7.2.1	Definitionen und Terminologie	29
7.2.2	Grundlagen der Wahrnehmung	30
7.2.3	Positionierung von Warnmeldungen	32
7.3	Exkurs HMI-Gesamtkonzept	33
7.4	Nutzer/Anforderungs-Analyse	34

7.4.1	Der Nutzer	34
7.4.2	Resultierende Anforderungen	35
7.5	Definition der Fahraufgabe	36
7.6	Priorisierung von Nachrichten	36
7.7	Strukturierung der Anzeigeelemente	38
7.7.1	Einteilung nach funktionellem Zusammenhang	39
7.7.2	Klassifizierung nach AIDE	41
7.8	Konzepte für einzelne Anzeigeelemente	43
7.8.1	Warnmeldungen	44
7.8.2	Warnmeldungen in 3D	45
7.8.3	3D-Navigationskarte	46
7.8.4	Blinker	47
7.8.5	Toterwinkel-Assistent	47
7.8.6	Erweiterte Navigationsanzeige	49
7.8.7	Night View	51
7.8.8	Eco Guide 1	53
7.8.9	Eco Guide 2	54
7.8.10	Ganganzeige	57
7.8.11	Geschwindigkeitsmesser	58
7.8.12	Drehzahlmesser	61
7.8.13	Menüstrukturen	62
7.8.14	Zustandsanzeigen	68
7.8.15	Parkhilfen, Rückfahrkamera, Bird View	68
7.8.16	Kraftstoff (Vorrat)/ Batterie Kapazität	68
7.8.17	Einfache Statusanzeigen	69
7.9	Kombi Gesamtkonzepte	69
7.9.1	Displaylayout	69
7.9.2	Display Designs	71
7.9.3	Predrive Screen	73
7.9.4	3D im Kombi	74
8	Test der Konzepte	75
8.1	Test Teil 1.1: Startbildschirm	76
8.2	Test Teil 1.2: Eco Guide	78
8.2.1	Intuitive Erkennbarkeit V1-V5	78
8.2.2	Intuitive Erkennbarkeit V 5	79
8.2.3	Intuitive Erkennbarkeit V 4	80
8.3	Test Teil 1.3: Verschiedenes	82
8.3.1	Blinker	82
8.3.2	TW-Assistent	83
8.3.3	2D vs. 3D am Beispiel der Reifendruckwarnung	83
8.4	Test Teil 3: Animierte Warnmeldung am Beispiel von Night View	84
8.4.1	Aufbau, Umsetzung	84

9	Zusammenfassung und Ausblick	91
9.1	Hard- und Softwareplattform	91
9.1.1	Sicherheitsaspekte	91
9.1.2	Toolbox für den Aftermarket	92
9.2	Anzeigekonzepte	92
9.2.1	Animierte Warnmeldungen	92
9.2.2	Einbeziehung Normen und Richtlinien zu Displays im Kraftfahrzeug	93
9.2.3	Entwicklung von Anzeigekonzepten für das gesamte HMI	93
9.3	Test HMI-Gesamtssystem	94
9.4	Nicht weiter verfolgte Konzepte	94
A	Übersicht der Anzeigeelemente	98
A.1	Gesetzlich vorgeschriebene Anzeigen	98
A.2	Optional angezeigte Elemente	101
B	Dokumente Evaluation	102
C	Evaluation des Night View, Tabellen für die Auswertung	109

Abbildungsverzeichnis

1	Explosionszeichnung eines herkömmlichen Kombis mit Display für den Bordcomputer	5
2	Zurzeit übliche Anzeige des TW-Assistenten	7
3	AVM mit Parkassistent	8
4	ACC und LDW, BMW 3er	8
5	Kombi des 1983 Audi Quattro Coupé	9
6	Kombi der aktuellen S-Klasse	10
7	Kombi der aktuellen S-Klasse in NV-Modus	10
8	Night View der Aktuellen S-Klasse	11
9	W221 Tür offen	11
10	Grundfahrzustand	12
11	Power Anzeige	13
12	Motorkraft-Visualisierung	13
13	Navigationsanzeige	14
14	Nachtsicht-Modus	14
15	Lamborghini Kombi	15
16	Lamborghini Kombi alternatives Konzept	15
17	Blende	16
18	Grundfahranzeige Nippon Seiki	16
19	Verbrauchsdarstellung, Nippon Seiki	17
20	Auswahlmodus für Anzeigeelemente, Nippon Seiki	17

21	Multimedia Modus, Nippon Seiki Demonstrator	17
22	Grundfahranzeige, Jaguar/Visteon	18
23	Radiomenü, Jaguar/Visteon	18
24	Anzeigenwechsel, Jaguar/Visteon	18
25	Ford Smart Gauge im Zustand Inform	20
26	Ford Smart Gauge im Zustand Enlighten	20
27	Ford Smart Gauge im Zustand Engage	20
28	Ford Smart Gauge im Zustand Empower	20
29	Anzeige der aktuellen Fahreffizienz im Ford Smart Gauge	20
30	Eco-Driving System des den Honda Insight Hybrid	21
31	Multimedia User Interface Design Process	27
32	Displaypositionen in Evaluation	32
33	Skizze Warnmeldung	45
34	Skizze, Beispielhafte Positionierung einer Warnmeldung	46
35	Skizze, Reifenwarnung	46
36	Skizze, 3D-Navigationskarte	46
37	Skizze einer alternativen Blinkerdarstellung	47
38	Screenshot der Animation des TW-Assistenten	48
39	TW-Assistent	48
40	TW-Assistent mit Seitenspiegelkamera, aufklappen	49
41	TW-Assistent mit Seitenspiegelkamera, volle Anzeige	49
42	Ablauf 3D-Navigation mit Kurvenwarnung	50
43	Night View mit Personenwarnung, klein	52
44	Night View mit Personenwarnung, vollflächig	52
45	Darstellung der Effizienz auf einer Karte von Google Maps	54
46	Vorbild für eine Version des Eco Guides, Effizienzklasse für Elektronische Geräte	55
47	Effizienzklassendarstellung, Ablauf von Animation 1	56
48	Effizienzklassendarstellung, Ablauf von Animation 2	56
49	Skizze, Varianten Ganganzeige mit Schaltempfehlung	57
50	Ganganzeige bei effizienter Fahrweise	58
51	Ganganzeige bei neutraler Fahrweise	58
52	Ganganzeige bei ineffizienter Fahrweise	58
53	Skizze zwei Varianten eines bogenförmigen Bandtachos	60
54	Position Drehzahlmesser 1, hohe Drehzahl	61
55	Drehzahlmesser 1, Detail bei niedrige Drehzahl	61
56	Drehzahlmesser in Balkendarstellung	62
57	Drehzahlmesser, farblich wechselnder Hintergrund	62
58	Referenz Lenkrad Kreuz (Daimler)	63
59	Karussellmenü, Aktiv	64
60	Karussellmenü, Aktiv	64
61	3D Menü Statechart	66
62	Erweitertes Karussell Menü	67
63	Menüauswahl Konzept	67

64	Aufteilung des Cockpits	69
65	Grundsätzliche Displaybereiche	70
66	Asymmetrische Variante Displayaufteilung	70
67	Designvorlage für den Standard Modus	71
68	Designvorlage für den Eco Modus	72
69	Designvorlage für den Classic Sport Modus	72
70	Designvorlage für den Supersport Modus	72
71	Skizze Welcome Screen	73
72	Spielszene aus Need for Speed Underground	74
73	Testumgebung: Startbildschirm	76
74	Testumgebung, V 1	78
75	Testumgebung V 2	78
76	Testumgebung V 3, a	79
77	Testumgebung V 3, b	79
78	Testumgebung V 5	80
79	Testumgebung V 4 Animation A	81
80	Testumgebung V 4 Animation B	81
81	Testumgebung V 4 Animation C	81
82	Testumgebung V 4 Animation D	82
83	Blinkerdarstellung in Punkt T 1 in TestTeil1.swf	83
84	Verschiedene Darstellungsformen des Fahrzeuges für die Reifendruckwarnung	84
85	Windschutzscheibenspiel, Beamerprojektion	85
86	3 Versionen der Personenwarnung	87
87	Mittelwerte Richtiger Personenerkennung der Probanden	89
88	Mittlere Erkennungsrate bezogen auf Person 1	90
89	Getroffene X	91
90	Werte der NV Evaluation	110
91	Werte der NV Evaluation bezogen auf Person 1	111

1 Danksagung

Diese Arbeit wäre ohne den Beitrag anderer nicht möglich gewesen. Besonderer Dank geht an Prof. Dr. Stefan Müller und Patrick Gentzcke, für die Vergabe und Betreuung dieser Arbeit. Wertvollen Ratschläge und Informationen habe ich natürlich auch von den Mitarbeitern der Bosch GmbH, Leonberg erhalten. Besonders nenne ich hier die Mitarbeiter, Praktikanten und Diplomanden der Abteilungen CM-IS/EPM, in der diese Arbeit entstanden ist, CM-IS/ESW die vor allem bei der Ermittlung der Softwareplattform geholfen haben und CM-IS/EHM die mich in Sachen Hardware unterstützt haben. Bedanken möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern anderer Abteilungen, die gerne für Auskünfte Bereit waren. Auch die Unterstützung externer Firmen, durch Hard- und Softwareleihgaben und nicht selten auch direktem Support, hat einen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet, besonders hervorheben möchte ich hier die Mitarbeiter von QNX, NVIDIA, Elektrobit und ganz besonders auch GK4, denen Teile der Designs zu verdanken sind.

Allen Probanden danke ich für die Teilnahme an der Evaluation.

Großer Dank geht an meine Eltern, die mir das Studium ermöglicht und mich über die Jahre immer ermutigt haben. Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Freundin Bianca und meinen Freunden bedanken, die nach dieser Zeit sehr sporadischen Kontakts noch immer zu mir halten.

2 Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Konzepten für die Anzeige eines frei programmierbaren Kombinationsinstrumentes (im Folgenden nur noch FPK). Ziel ist es, die zunächst theoretischen Anzeigekonzepte, auf Basis einer zu ermittelnden Hard- und Softwareplattform zu entwickeln. Zu Beginn wird die Evolution von analogen, mechanischen Kombinationsinstrumenten (Kombi), bis hin zum FPK beschrieben. Darauf folgt ein Überblick bereits existierender FPK-Konzepte mit einer genaueren Sicht auf dargestellte Anzeigeelemente. Dabei wird besonders auf die Personenwarnung in der Night View Anzeige und eine Anzeige der ökologischen Fahreffizienz eingegangen. Diese Arbeit ist Teil eines in der Entwicklung befindlichen FPK-Projektes. Basierend auf den Anforderungen die durch dieses Projekt gegeben sind, wird eine geeignete Soft- und Hardwareplattform für die Umsetzung eines FPK ermittelt. Dabei zeigt sich, dass die optimale Plattform nur durch eine präzise Anforderungsdefinition des graphischen Systems bestimmt werden kann. Da die Projektanforderungen nicht präzise genug sind, wird Adobe Flash in Verbindung mit Actionscript zur Umsetzung der Anzeigekonzepte eingesetzt um Plattformunabhängigkeit zu erreichen. Mittels Techniken des User-Centered Designs wurden Konzepte einzelner und kombinierter Anzeigeelemente entwickelt. Dabei wurde besonders darauf geachtet, die Gestaltungsmöglichkeiten durch die Größe der zur Verfügung stehenden Anzeigefläche des FPK auszunutzen. Nach theoretischen Überlegungen, bezogen auf Verwendungskontext und wahrnehmungspsychologischen Erkenntnissen, werden entwickelte Konzepte skizzenhaft beschrieben und die erstellten Animationen erläutert. Am Schluss der Arbeit steht eine Evaluation vereinzelter Prinzipien. In einer Umfrage mit 14 Probanden konnte die intuitive Erkennbarkeit einzelner Konzepte teilweise bestätigt oder widerlegt werden. Die Wirksamkeit einer entwickelten Warnmeldung zur Steuerung der Aufmerksamkeit wurde anhand eines Tests mit Nutzern in einer Simulation bestätigt. Die Warnmeldung und andere entwickelte Konzepte sind nur in einem FPK umzusetzen. Damit wird gezeigt, dass der Einsatz eines FPK zu einer erhöhten Sicherheit und besseren Bedienbarkeit führen kann. Das FPK sollte jedoch nicht isoliert vom restlichen HMI betrachtet werden, damit seine Möglichkeiten voll ausgeschöpft werden können. Der Einsatz echter 3D Graphik für FPK ist zweifelhaft. Über den Bedarf muss im Einzelfall nach einem Test auf Usability entschieden werden. Die Evaluation hat gezeigt, dass Konventionen eines herkömmlichen Kombis auch bei der Gestaltung von Anzeigeelementen für ein FPK genutzt werden sollten, um eine Lesbarkeit zu garantieren.

3 Abstract

This thesis is concerned with display concepts for a free programmable instrument cluster (FPIC). At first the aim is to develop theoretical display concepts based on soft- and hardware platform that has to be determined. At the beginning the evolution of analog, mechanical instruments clusters (IC), up to the FPIC is described ensuing an overview of already existing FPIC with an exact view of some of the display elements following by an overview of existing concepts for a FPIC. Single display elements of these concepts are discussed more precisely, in particular the concepts for pedestrian warning and ecological driving efficiency. This work is part of a FPIC project in development. A hard- and software platform based on the requirements of this project is determined. It shows that the optimal platform can only be determined if the requirements of the graphical system are defined precisely. Since the projects requirements are not precise enough, Adobe Flash in combination of Actionscript 2.0 is used to implement the display concepts to achieve platform independence. Concepts for single and combined display elements are developed by the means of user-centered design, with respect of the possibilities offered by the display of the FPIC. After theoretical considerations based on the context of usage and cognitive psychology, the developed concepts are described sketchy. At the end of this work several principles are evaluated. The intuitive recognisability of the concepts is partly proven by a test with 14 probands. The effectiveness of a developed warning for attention control is proven by a simulation. This warning and other developed concepts are realisable by the FPIC. This shows that the use of the FPIC can lead to higher driving security and better usability. To utilise the full possibilities of the FPIC it should not be considered isolated of the remaining HMI of the vehicle. The usage of real 3D graphics is shown disputable, the need has to be determined in individual cases after testing the usability. The evaluation has shown that the conventions of display elements of traditional IC should be used to guarantee legibility of the elements.

4 Einleitung

Diese Arbeit ist Teil der Entwicklung eines Kombinationsinstrument (im Folgenden Kombi) komplett ohne mechanische Bauteile. Wenn auch über die Jahre hinzugekommene Elemente eines Kombi wie z.B. der Bordcomputer schon einzelne Teile der mechanischen Instrumente im Kraftfahrzeug (KFZ) zu ersetzen, sind die klassischen Elemente - wie Drehzahlmesser und Tachometer - bislang meist analog geblieben. Dies lag wohl zum einen an der fehlenden Akzeptanz der Kunden, aber auch an der Umsetzbarkeit. Heutige und zukünftige Generationen sind mit dem Computer aufgewachsen und somit an die Ästhetik und Funktionalität heutiger GUI (grafischer Benutzer-Schnittstellen) gewöhnt; somit sollte sich die Akzeptanz erhöhen oder auch schon erhöht haben. Der Einsatz hochauflösender Displays ermöglicht sogar eine photorealistische Anzeige, die kaum von einem realen Kombi zu unterscheiden ist. Computergraphik ermöglicht einen viel größeren Gestaltungsspielraum. In dieser Diplomarbeit werden bestehende Anzeigekonzepte für ein frei programmierbares Kombinationsinstrument anhand wahrnehmungspsychologischer Gegebenheiten untersucht und auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse, neue Anzeigekonzepte entwickelt. Dabei wird großen Wert auf die Ausnutzung der Möglichkeiten, die das FPK bietet gelegt.

Anhand gegebener Anforderungen durch das Lastenheft eines bestehenden Projektes werden mögliche Hardware und Softwareplattformen ermittelt. Nach den theoretischen Konzepten erfolgt ein skizzenhafte Umsetzung. Ausgewählte Teile werden implementiert und teilweise in einem Test mit Probanden evaluiert. Die resultierenden Konzepte können als Vorstufe zur Produktumsetzung verwendet werden.

4.1 Geheimhaltung

Auf Grund der Einbindung dieser Arbeit in eine laufende Produktentwicklung unterliegen vereinzelte Teile der Arbeit der Geheimhaltung. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Zeichnungen oder technische Details, die Teil der Produktentwicklung sind. Die betroffenen Stellen werden mit:

```
*****  
*      NICHT GEZEIGTER GEHEIMER INHALT      *  
*****
```

Gekennzeichnet und durch allgemeinere Inhalte ergänzt. Ein Verständnis ist auch ohne die Inhalte, die der Geheimhaltung unterliegen sichergestellt.

4.2 Begriffsdefinition

Die Namensgebung „Frei programmierbares Kombinationsinstrument“ ist sicher nicht ideal. Häufig sind sich selbst Spezialisten nicht sicher was die

Abkürzung FPK nun bedeutet. Für diese Arbeit habe ich mich für eine eigene Begrifflichkeit entschieden, die meines Erachtens eine bessere Beschreibung eines FPK ist. Da das Produkt international eingesetzt und vertrieben werden kann, habe ich mich zunächst für eine englische Bezeichnung entschieden. Das Kombinationsinstrument wird im Englischen „Instrument Cluste“ genannt. Dem Zeitgeist entsprechend könnte man es nun „iCluster“ nennen. Unglücklicherweise ist dieser Begriff aber schon mehrfach belegt. Da die entwickelten Konzepte hauptsächlich auf Anpassbarkeit und Angemessenheit ausgerichtet sind, ergibt sich für mich die passende Bezeichnung: Intelligent Instrument Cluster, oder etwas zeitgemäßer und kürzer: i²-Cluster.

5 Aktueller Stand der Technik

Im folgenden Kapitel wird ein Überblick heutiger Kombis gegeben. Dafür wird neben dem Aufbau von Kombis und FPK auch kurz auf die historische Entwicklung von Displays im Kombi eingegangen.

5.1 Aufbau herkömmlicher Kombis und FPK

Viele Zusammenhänge werden erst verständlich, wenn man die hardwareseitigen Unterschiede zwischen FPK und Kombi kennt. Im Folgenden wird der Aufbau eines zurzeit üblichen Kombis, mit einem in der Entwicklung befindlichen FPK verglichen.

Die erste Explosionszeichnung (Abbildung 1) zeigt das Kombi des aktuellen BMW 7er.

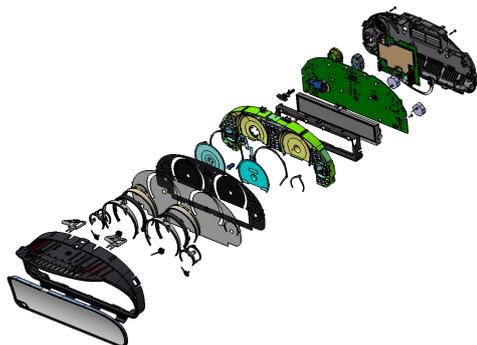


Abbildung 1: Explosionszeichnung eines herkömmlichen Kombis mit Display für den Bordcomputer

```
*****  
*      NICHT GEZEIGTER GEHEIMER INHALT      *  
*****
```

Zunächst fällt die große Anzahl der Einzelteile auf. Ein FPK (Abbildung ??) bietet hier natürlich den Vorteil, dass es mit sehr viel weniger Teilen auskommt. Von den hier dargestellten Teilen, bleibt beim FPK lediglich die Hülle und eine Platine mit einer leistungsstärkeren GPU (mit 3D Beschleunigung). Natürlich wird das Display durch ein größeres ersetzt. Der aufwändigen Ziffernblatt-Beleuchtung (in der Mitte der Zeichnung) entspricht eine ebenfalls aufwändige Display-Hintergrundbeleuchtung. Die meisten Displays werden bereits mit einer Beleuchtung ausgeliefert, damit werden jedoch die geforderten Kontraste nicht erreicht. Daher wird bei Bosch eine eigene Hintergrundbeleuchtung entwickelt. Die CPU existiert auch schon in herkömmlichen Kombi. Sie regelt dort die Verarbeitung von Nachrichten aus dem Controller Area Network (CAN) zur Steuerung der Zeigermotoren und des kleinen Displays (im hinteren Bereich der Zeichnung).

5.2 Anzeigeelemente

Im Folgenden werden nur Fahrer-Assistenz-Systeme (DAS) aufgeführt, die heutzutage noch nicht als Standard (z.B. Der Tachometer etc.) in jedem Fahrzeug zu finden sind und einer Visualisierung im Kombi bedürfen. Es ist nicht zuletzt die große Menge an neuartigen Informationen, die den Einsatz eines FPK sinnvoll, ja fast nötig, macht.

Grundsätzlich kann man diese wie folgt unterteilen:

- Cockpit Assistenz
 - Nachtsicht (Abb. 8)
 - Personenerkennung
 - Verkehrszeichenerkennung
 - Around View
 - Seitenspiegelkamera
 - Side View
 - TW-Assistent
 - Öko-Fahr-Assistentent
- Quer- und Längsregelungsassistenz
 - Abstandsregelungs-Tempomat
 - Lane Departure Warning
 - Spurwechselassistent
- Einparkhilfen
 - Rückfahrkamera

- Einparkassistentz
- Zukünftig autonomes Parken

Zur allgemeinen Verständlichkeit folgt eine genauere Beschreibung der nicht selbsterklärenden Systeme

5.2.1 Toterwinkel-Assistent

Sensorsystem, dass bei einem Spurwechsel prüft, ob die Spur frei ist und den Fahrer bei Bedarf vor einem Fahrzeug im Toten Winkel warnt. Die dafür zurzeit übliche Warnmeldung ist in [Abbildung 2](#) zu sehen.



Abbildung 2: Zurzeit übliche Anzeige des TW-Assistenten

Die Warnung im Spiegel dient nur zur Lenkung der Wahrnehmung, das bedeutet, dass der Fahrer trotzdem in den Seitenspiegel schauen muss, um die Gefahr zu erkennen. Genauer wird diese Visualisierung und mögliche alternativen im [Kapitel 7.8.5](#) beschrieben.

5.2.2 Around View Monitor

Die von Nissan als erstes in Serienreife umgesetzte Rundumsicht (Around View Monitor, [Abb.3](#)) wird durch ein System aus vier Weitwinkelkameras erreicht, die vorne, hinten und an den Seiten (meist an den Seitenspiegeln) angeordnet sind. Entzerrt und kombiniert man die entstehenden Bilder, wird eine Darstellung erreicht, die in etwa dem entspricht, was eine Kamera, mit Position über dem Auto und Blickrichtung Autodach, aufnehmen würde.

5.2.3 ACC und LDW

„Die Aktive Geschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control, ACC) regelt die vom Fahrer eingestellte Geschwindigkeit, wenn kein Fahrzeug direkt vorausfährt. Erkennt die Umfeldsensorik ein langsames Fahrzeug in der eigenen Fahrspur, schaltet ACC automatisch auf Abstandsregelung



Abbildung 3: AVM mit Parkassistent

um. ACC übernimmt dabei die Aufgabe des Gasgebens und des Bremsens zur Feinregulierung von Abstand und Geschwindigkeit. Mit der Stop&Go-Funktion erweitert sich der Einsatzbereich von ACC auf niedrigere Geschwindigkeiten bis zum Stillstand.“[RH07]

Der Spurhalteassistent (Lane Departure Warning) erkennt einen unbeabsichtigten Spurwechsel und wird häufig mit der Anzeige des ACC kombiniert. Eine visuelle Warnung würde direkt mit der Spurhaltung an sich konkurrieren, daher erfolgt die Warnung meist durch taktile Ausgabe (z.B. Vibration in Sitz oder Widerstand bei der Lenkradbewegung).

Eine kombinierte Anzeige von ACC und LDW ist in allen aktuellen BMW Modellen ab dem 3er optional möglich.



Abbildung 4: ACC und LDW, BMW 3er

Die horizontalen Balken symbolisieren den gewünschten Abstand zum voraus fahrenden Fahrzeug (über den Balken). Die perspektivisch verzerrten vertikalen Balken zeigen das LDW an.

5.2.4 Infotainment-Elemente

Als wichtigster Teil ist hier das Navigationssystem zu nennen, da es mittlerweile möglich ist, Daten zu zeigen, die über reine Richtungsangaben hinausgehen. 3D-Informationen, teilweise in Kombination mit Satellitenaufnahmen, unterstützen den Fahrer so stark, dass das Navigationssystem eigentlich unter den Assistenzsystemen eingeordnet wird. Zukünftige Entwicklungen sehen beispielsweise vor, anhand der aktuellen Position und

Geschwindigkeit des Fahrzeuges zusammen mit den Kartendaten des Navigationssystems, eine Kurvenwarnung auszugeben.

Die ständig wachsende Anzahl an Fahrer Assistenz System oder Advanced Driver Assistance Systems und Multimediainhalten in PKW sorgt für eine Herausforderung in der Aufbereitung und Präsentation der Informationen.

```
*****  
*      NICHT GEZEIGTER GEHEIMER INHALT      *  
*****
```

5.3 Eine alte Idee

In [Mer08] werden die Trends der Verteilung von Anzeigen am Fahrzeug beschrieben. Demnach traten erste monochrome Anzeigen als Ersatz für mechanische numerische Informationen (wie z.B. der Kilometerstand) auf. Gleichzeitig mit den ersten kleinen monochromen Displays wurde ein voll digitales Kombi entwickelt. Der Audi Quattro verfügte schon 1982 über ein digitales Kombinationsinstrument (im Folgenden Kombi), das alle wichtigen Angaben entweder auf numerischen (z.B. 188 für Geschwindigkeit) oder balkenförmigen Mehrsegmentanzeigen (z.B. Temperatur) angeben werden konnte.



Abbildung 5: Kombi des 1983 Audi Quattro Coupé

Die damalige Anzeigetechnik war jedoch nicht weit genug um die mechanischen Rundinstrumente voll zu ersetzen; es konnten zwar alle wichtigen Daten angezeigt werden, aber dieses Konzept erreichte die geforderte Wertigkeit wegen der eingeschränkten Anzeigetechnik noch nicht. Erst mit der Entwicklung von Multipixel-Anzeigen wurden Teile der herkömmlichen Kombis durch Displays ersetzt.

5.4 Kombis mit Display

In den folgenden Jahren wurden immer wieder Elemente eines Kombi (z.B. Kilometerzähler) durch Displays ersetzt oder ergänzt. Zunächst handelte es sich um Displays mit einer sehr niedrigen Auflösung und einem sehr eingeschränkten Farbraum oder sogar nur eine Monochrom -Anzeige. Eine Ausführlicher Beschreibung dieser Entwicklung findet sich in [Mer08].

Auch aktuelle Entwicklungen sind aus Kostengründen, in ihren Gestaltungsmöglichkeiten teilweise noch sehr eingeschränkt (Abbildung 4)

5.5 FPK in Serienreife

5.5.1 Teil-FPK der aktuellen S-Klasse

In der aktuellen S-Klasse wurde der erste Schritt zum frei programmierbaren Kombinationsinstrument gemacht.

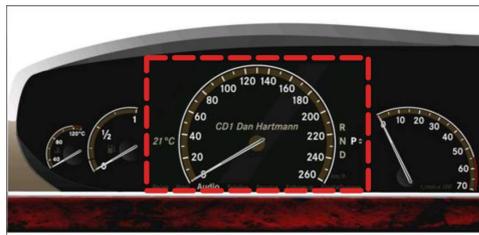


Abbildung 6: Kombi der aktuellen S-Klasse

Das Kombi in Abbildung 6 besteht aus einem Display (rotes Rechteck in Abbildung 6), die restlichen Instrumente sind herkömmliche Rundinstrumente (außen) was auf der Abbildung kaum zu erkennen ist. In der Realität ist der Übergang von den Tuben zum Display, bei ungünstigen Lichtverhältnissen, recht deutlich zu erkennen. Der Kompromiss (Display zusammen mit herkömmlichen Tuben) musste eingegangen werden, da für den Drehzahlmesser die Vorgabe gilt, dass der Zeiger eine flüssige und motionblurfreie Bewegung von 270° pro Sekunde können soll. Dies war wegen Einschränkungen bei Display und GPU/CPU lange nicht möglich.

Im Night Vision-Modus wechselt die Darstellung des Geschwindigkeitsmessers in eine lineare Darstellung, auch Bandtacho genannt.



Abbildung 7: Kombi der aktuellen S-Klasse in NV-Modus

Nach einer selbst durchgeführten Testfahrt mit dieser Visualisierung des Night Vision haben sich subjektive Kritikpunkte ergeben. Selbst ohne Personenerkennung war, die Ablenkung von der Fahrbahn sehr groß. Dies ist dadurch zu erklären, dass sich das Kombi - beim Blick auf die Straße - im peripheren Sichtfeld des Fahrers befindet und Bewegungen dort stark



Abbildung 8: Night View der Aktuellen S-Klasse

wahrgenommen wird. Die Ablenkung war verstärkt, wenn viel Bewegung auf dem Night-View-Bild zu erkennen war wie es z.B. bei Kurvenfahrten der Fall ist. Das Night Vision soll eine frühere Erkennung von Lebewesen und anderen Hindernissen auf der Fahrbahn ermöglichen. Dies erfordert jedoch einen ständigen Blickwechsel zwischen Kombi und Straße. Durch eine andere Visualisierung kann dies verhindert werden. (Abschnitt 7.8.7)

Im kommenden Facelift der S-Klasse wurden neue Anzeigeelemente hinzugefügt. Neben einer Draufsicht zur Warnung bei nicht geschlossener Türen (siehe Abbildung 9), wurde das NV-System durch eine Objekterkennung erweitert. In der Anzeige äußert sich dies im NV-Bild, durch ein orangefarbenes Rechteck um eine erkannte Person.

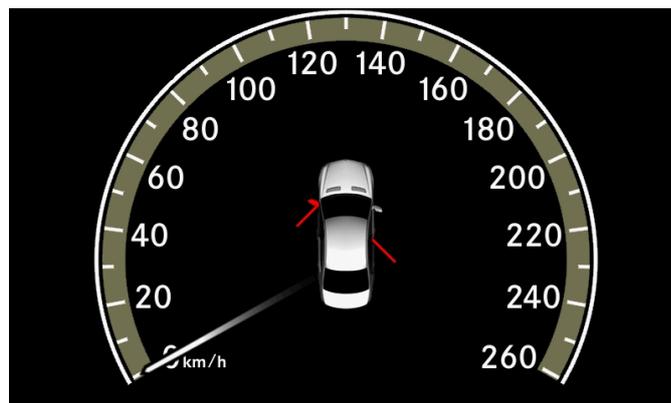


Abbildung 9: W221 Tür offen

5.5.2 Das erste FPK

Das erste FPK in Serie gibt es seit 2008 im Toyota Crown Hybrid. Auf Abbildung 10 ist die Anzeige im Grundfahrzustand zu sehen.



Abbildung 10: Grundfahrzustand

Im Folgenden werden die einzelnen Anzeigeelemente näher beschrieben:

An Stelle eines Drehzahlmessers ist das linke Rundinstrument die Kraftanzeige des Hybridmotorsystems. Es wird die abgegebene Kraft in Prozent angezeigt. Auf Abbildung 11 ist die Anzeige im negativen Bereich, so wird das Aufladen der Batterien visualisiert. Bei Bedarf kann der Fahrer sich innerhalb des Rundinstruments die Motor/Kraftverteilung (Abbildung 12) und Verbrauchsangaben wie beispielsweise die Anzahl der gefahrenen Kilometer pro verbrauchten Kraftstoff anzeigen lassen.

Das rechte Rundinstrument ist eine Kombination aus analogen und digitaler Geschwindigkeitsanzeige. Zwischen den Rundinstrumenten befindet sich eine Anzeige für das Navigationssystem. Da das Kombi nur über eine, in der Datenrate sehr beschränkte, CAN-Anbindung verfügt, ist es technisch nicht möglich, mehr als Richtungsinformationen darzustellen. Bei einer zusätzlichen Anbindung an MOST, könnten auch 3D-Kartendaten übertragen und dargestellt werden.

An den Seiten befindet sich links die Motorkühlmittel-Temperaturanzeige und rechts die Kraftstofffüllstandsanzeige.

Schaltet der Fahrer in den Nachtsichtmodus, ändert sich die Grundanzeige deutlich: Die Rundinstrumente verschwinden und machen dem Bild der Nachtsichtkamera Platz. Optional kann eine Personenerkennung in der Nachtsicht eingeblendet werden. Erkannten Personen werden durch ein gelbes Rechteck hervorgehoben; zusätzlich blinkt der Rand des Kamerabildes. Dadurch wurde vermutlich versucht, die Problematik der nicht Nichtbeachtung der NV-Anzeige (Abschnitt 5.5.1 entgegenzuwirken).



Abbildung 11: Power Anzeige



Abbildung 12: Motorkraft-Visualisierung



Abbildung 13: Navigationsanzeige



Abbildung 14: Nachtsicht-Modus

Ein weiteres Beispiel für ein FPK in einem in Produktion befindlichen Fahrzeug ist im Lamborghini Reventón zu finden. Die erste Anzeige (Abb. 15) ist auf einen Kampffjet-Look ausgelegt und setzt damit das Designmotto des Fahrzeugs fort. Es kann auch auf eine traditionellere Darstellung (Abb. 16) gewechselt werden. Beide Anzeigen zeichnen sich durch eine minimalistische Darstellung der wichtigsten Komponenten aus.



Abbildung 15: Lamborghini Kombi



Abbildung 16: Lamborghini Kombi alternatives Konzept

5.6 FPK-Konzepte der Mitbewerber

Obwohl erst ein Fahrzeug in Serienfertigung mit einem FPK ausgestattet ist, arbeiten fast alle Automobilhersteller und deren Zulieferer an Konzepten oder sogar der Umsetzung eines FPK. Im folgenden Kapitel sind die verfügbaren Informationen dazu zusammengestellt. Konzepte bei denen ausreichend Informationen vorliegen werden genauer analysiert.

5.6.1 FPK-Demonstrator von Nippon Seiki

Der 2007 auf der Motorshow Tokyo vorgestellte Demonstrator, ist eine Kombination eines FPK, mit zwei elektromechanischen Zeigern für Tachometer und Drehzahlmesser. Die beiden Hauptinstrumente sind in, auf dem Display aufgesetzten, kreisförmigen Blenden (Abb.17) eingefasst. So kann

zwar eine gewisse Wertigkeit erreicht werden, aber es geht auch etwas Gestaltungsfreiheit verloren.



Abbildung 17: Blende

1. Anzeigekonzept: Das in Abbildung 18 dargestellte Anzeigekonzept, ist stark an herkömmliche Kombis angelehnt.



Abbildung 18: Grundfahranzeige Nippon Seiki

Durch die Blende sind Position, Größe und Form von Geschwindigkeits- und Drehzahlmesser vorgegeben. Motorkühlmitteltemperatur- und Tankanzeige sind klassisch links und rechts von den Rundinstrumenten angeordnet, die Form weicht jedoch leicht von Herkömmlichen ab; statt Zeigerinstrumente wurde eine Art Balkendiagramm gewählt, das im Aussehen an eine Mehrsegmentanzeige erinnert. Die numerischen Anzeigen entsprechen weitgehend der herkömmlichen Darstellung. Der Tempomat (auf 100km/h) wird, wie in der aktuellen S-Klasse (Abbildung 6), in einem am Kreisrand verlaufenden Bogen im Tachometer angezeigt.

Zwischen den Rundinstrumenten sind (von oben nach unten) ACC, aktueller Verbrauch und eine Zeit-/Wetteranzeige zu finden.

Statt der ACC-Anzeige kann alternativ auch eine Nachtsichtkamera mit Personenerkennung oder eine Rückfahrkamera angezeigt werden.

2. Anzeigekonzept: Das Konzept ist auf Abb. 19 zu sehen. An der Position des ACC steht hier eine animierte Verbrauchsanzeige. Der Graph (Mitte-links) zeigt den Verlauf des Kraftstoffverbrauchs an. Befindet sich das Fahrzeug in der Parkstellung kann der Verbrauchsverlauf der letzten Tage betrachtet werden

3. Anzeigekonzept:

Bei diesem Konzept kann der Fahrer sein Standardkombi durch Auswahl im Menü im Kombi-Zentrum um zusätzliche Elemente erweitern.



Abbildung 19: Verbrauchsdarstellung, Nippon Seiki

Diese bewegen sich automatisch an eine freie Stelle im Kombi. Nach der Einrichtung der Elemente, geht das Kombi in einen „Rennmodus“ in dem z.B. Rundenzeiten angezeigt werden können.



Abbildung 20: Auswahlmodus für Anzeigeelemente, Nippon Seiki

Multimedia Modus:



Abbildung 21: Multimedia Modus, Nippon Seiki Demonstrator

Dieser kann aktiviert sein, wenn sich das Getriebe in der Parkposition befindet. Im Zentrum der Anzeige erscheint ein 3D-Menü, in dem der Fahrer aus Multimedialinhalten wählen kann. Der Rest der Anzeige zeigt optional eine Musikvisualisierung an.

5.6.2 Jaguar Anzeigeconcept von Visteon

Die Standardinstrumente wurden hier um eine Menüstruktur (unten) und variable Anzeigeelemente erweitert. Die Anzeige ist in vier Hauptteile (3 Teile oben, erster Teil unterer Rand) unterteilt, welche individuelle Inhalte anzeigen. Im unteren Teil ist für eine permanente Menüstruktur vorgesehen.



Abbildung 22: Grundfahranzeige, Jaguar/Visteon

Auf der folgenden Abbildung ist eine optionale Menüstruktur, statt des Drehzahlmessers zu sehen. Ein Wechsel innerhalb dieses Menüs hat einen Wechsel des rechten Anzeigeelementes zur Folge.



Abbildung 23: Radiomenü, Jaguar/Visteon

Die einzelnen Anzeigeelemente kann man in einer Art Karussell-Menü durchschalten (siehe Abb. 24). Die wechselnden Positionen, beispielsweise



Abbildung 24: Anzeigenwechsel, Jaguar/Visteon

se Drehzahlmesser an Stelle des Tachometers, dürften für eine erschwerte

Wiedererkennung sorgen; die Elemente sehen zu ähnlich aus, als dass man sie nur anhand der Beschriftung unterscheiden müsste.

5.6.3 FPK von Johnson Controls

Das in [Sch06] vorgestellte frei programmierbare Projektionskombi ist eine interessante Variante des FPK. Statt einfach ein herkömmliches Kombi durch ein Display zu ersetzen, wird das Display hierbei über ein Spiegelsystem an die Stelle des Kombis projiziert. Diese Technik kann mit der eines HUD verglichen werden. Gegenüber nicht projizierter FPK hat dieses Konzept weniger Störung durch Lichteinstrahlung von und beim Blickwechsel (Straße-Kombi) muss das Auge kaum akkomodieren. Dies wird dadurch erreicht, dass das Display, durch das Spiegelsystem, in einer Entfernung von zwei Metern erscheint diese Technik wird auch im Bereich der HUD verwendet. Als Nachteilig ist die vergrößerte Bauraum dieses Kombis zu sehen. Außerdem muss die Auflösung des Displays entsprechend der Entfernung, die das Spiegelsystem erreicht, größer sein.

5.6.4 „SmartGauge“ von Ford

Im Oktober 2008 präsentierte Ford sein für Hybridfahrzeuge entwickeltes „Smart Gauge“. Es besteht aus einem herkömmlichen analogen Rundinstrument für die Geschwindigkeitsanzeige in der Mitte und zwei 4.3TFT LCD links und rechts mit jeweiliger Auflösung von 800x480 Pixeln. Warnlampen, Blinker und Lichtanzeigen sind, in herkömmlicher Anzeigart (Abschnitt 5.1), oben in der Mitte und unten links und rechts angeordnet.

Die beiden Displays zeigen Informationen in vier wählbaren Ebenen an:

Inform Füllstand und Batterieladestatus (Abb. 25)

Enlighten Zusätzliche Anzeige des Elektrofahrmodus und Drehzahlmessers (Abb. 26)

Engage Zusätzliche Anzeige von Motor- und Batterie Kraftausgabe (Abb. 27)

Empower Zusätzliche Anzeige Rad/Kraft-Verteilung. Anzeige der Energieaufnahme zum Laden der Batterie beim Bremsen und Verbrauch des Zusatzmotors. (Abb. 28)

Die vier Ebenen können vom Fahrer und teilweise auch automatisch angepasst, beziehungsweise umgeschaltet werden. Besonders interessant ist hier die Darstellung der aktuellen ökologischen Fahreffizienz. Detailliert kann diese Anzeige auf Abbildung 29 gesehen werden.



Abbildung 25: Ford Smart Gauge im Zustand Inform



Abbildung 26: Ford Smart Gauge im Zustand Enlighten



Abbildung 27: Ford Smart Gauge im Zustand Engage



Abbildung 28: Ford Smart Gauge im Zustand Empower

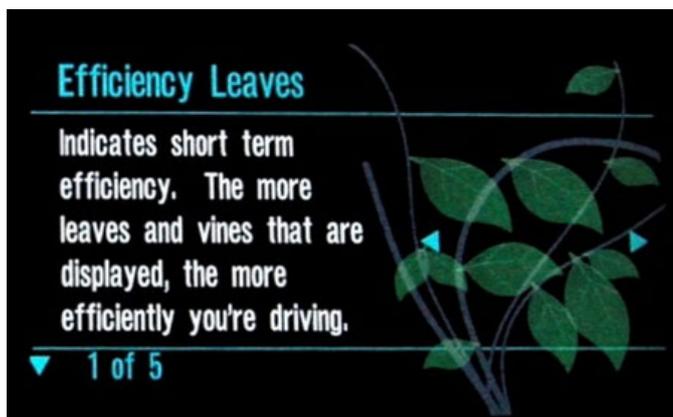


Abbildung 29: Anzeige der aktuellen Fahreffizienz im Ford Smart Gauge

5.6.5 Honda Insight Hybrid Konzept

Öko Assistenzsysteme, die den Fahrer dabei unterstützen möglichst effizient zu fahren, werden immer interessanter. Ein FPK ermöglicht interaktive Hilfestellungen. Honda nennt dieses System „Eco Guide“. Im Folgenden werden die einzelnen Elemente näher betrachtet.

Die Informationen des Systems werden auf drei verschiedenen Displays angezeigt (Abbildung 30). Das obere Display enthält die Geschwin-



Abbildung 30: Eco-Driving System des den Honda Insight Hybrid

digkeit (digital) mit einem, entsprechend der Effizienz, farblich Wechselnden Hintergrund. Je größer der Blau-Anteil im Grün, desto ineffizienter wird aktuell gefahren.

Der eigentliche Eco Guide befindet sich im darunter liegenden Display. Die Effizienz wird, ähnlich des Smart Gauge 5.6.4, anhand der Anzahl angezeigter Blätter visualisiert. Der Fahrer hat die Wahl zwischen aktueller Effizienz, der Effizienz pro Fahrt und einer Gesamteffizienz. Diese werden mit derselben Blatt-Analogie angezeigt. Eine Übersicht kann im 3. Display (links) abgerufen werden.

Kritik: Das Design der Blätter schöpft die Möglichkeiten die ein FPK bietet leider nicht aus. Dieselbe Analogie für verschiedene Intervalle ist nicht optimal. Wenn man die Analogie von Blätter zu umweltschonender Fahrweise in bestimmten Streckenabschnitten verwendet, wäre für die Gesamtstrecke z.B. ein Baum sinnvoll um die Teil-Ganzes-Beziehung zu erhalten.

Die erstellten Alternativkonzepte befinden sich in Abschnitt 7.8.

6 Ermittlung einer geeigneten Plattform

* NICHT GEZEIGTER GEHEIMER INHALT *

Dieses Kapitel beschreibt den Entwicklungsprozess während der Umsetzungsphase.

Folgende Vorgaben waren zu Beginn meiner Arbeit gegeben:

- Anzeige mit größtmöglicher Wertigkeit, da FPK in Fahrzeugen der Luxusklasse zum Einsatz kommen soll.
- Möglichst kein Motionblur (auch bei niedrigen Temperaturen).
- Antialiasing
- Anzeige von „3D Grafik“
- Anzeigegröße 12,3 Zoll und einer Auflösung von 1440x540 Pixel und 3x6 Bit Farbtiefe
- Hardware sowie Software muss für den Automotive-Einsatz tauglich sein. Das heißt z.B. hohe Ausfallsicherheit bei verschiedenen klimatischen Bedingungen in der Hardware und Testbarkeit der Software.
- Finanzielle Vorgaben bestehen, werden aber nicht weiter betrachtet.

In Gesprächen hat sich herausgestellt, dass nicht unbedingt 3D Grafik im eigentlichen Sinn gemeint ist, sondern auch 2D-Grafik, die einen 3D-Eindruck vermittelt oder 3D wirkende Animationen, die sich durchaus auch mit 2D-Grafiken und 2D-Transformationen erreichen lassen. Hinsichtlich echter 3D-Grafik wurden im Lastenheft keinerlei Aussagen getroffen.

6.1 Ermittlung der Hardware

Bei der Ermittlung geeigneter Tools für die Prototypenerstellung galt es nicht nur auf die Umsetzbarkeit eines optisch ansprechenden und nutzungsoptimierten Anzeigekonzeptes zu achten. Die Konzepte sollten auch auf einem Demonstrator präsentierbar sein, in dem die Hardware des zukünftigen FPK zum Einsatz kommen soll. Bei Einzelteilen wird darauf geachtet, dass sie für den Einsatz im KFZ tauglich sind. Hierzu müssen sie eine hohe Ausfallsicherheit - z.B. unter verschiedenen klimatischen Bedingungen, Schnittstellen etc. - aufweisen. Damit ist klar, dass leider keine Hardware aus dem Consumerbereich verwendet werden kann.

Als Testboard für erste Versuche in 3D-Grafik stand N-Vidias Concorde Board zur Verfügung. Es handelt sich hier um eine CPU, GPU Kombination mit dem ESOC2 Chipsatz. Das Board kommt mit umfangreicher Hardware: Touchscreen, Netzwerkkarte, Kamera etc. und ähnelt eher einem Smartphone als einem automotive Graphikboard. Für den Einsatz in

einem Kombi sind nur der CPU/CPU Chipsatz mit zugehörigem Speicher interessant. Das Board-Support-Package unterstützt zurzeit leider nur Windows-CE (andere z.B. QNX-RTOS sind geplant).

Möglichkeiten für die Umsetzung: Hardwareseitig:

- zwei verschiedene Displayvarianten (OCB und TMC).
- verschiedene Chipsatzkombinationen¹

6.2 Ermittlung der Software

Weder die genaue Hardwareplattform, noch das Betriebssystem waren zu Beginn dieser Arbeit bekannt. Also galt es die verschiedenen Möglichkeiten gegeneinander abzuwägen um eine Verwendbarkeit von Ergebnissen meiner Arbeit zu gewährleisten. Um eine Auswahl treffen zu können,

Softwareseitig würden folgende Möglichkeiten ermittelt.

HMI-Logik:

- EB-Guide
- Adobe Flash
- NVIDIA UI-Composer
- Futuremarks Kanzi Engine²
- verschiedene Kombinationen

Grafik (Animationen und Anzeige):

- OpenGL-ES³
- OpenVG⁴
- Adobe Flash
- EB-Guide⁵
- NVIDIA UI-Composer
- Kombinationen möglich

¹NVIDIA ESOC2, Freescale i.MX5xx Serie, Capricorn F von Toshiba und deren Nachfolger

²<http://www.futuremark.com/business/mobileandembedded/kanzi/>

³<http://www.khronos.org/opengles/>

⁴<http://www.khronos.org/openvg/>

⁵<http://www.elektrobit.com/>

Die Tools für die Erstellung der Grafiken hängen von den verwendeten Tools zur Animation und Anzeige ab. Generell eignen sich 3D-Modelling Tools wie 3D-Max oder Blender und beispielsweise Adobes Creative Suite für alle 2D-Elemente wie Texturen, Flash Animationen etc. . Seit CS4 soll in Flash wohl auch 3D unterstützt werden, diese Möglichkeit scheidet jedoch aus, da es momentan noch keinen Flash Lite Player für diese Erweiterung gibt. In Zukunft wird man diese Möglichkeit jedoch in Betracht ziehen können.

N-Vidia bietet eine eigenes Tool (NVIDIA UI-Composer) das die HMI-Entwicklung auf Basis von OpenGL und C/C++ ermöglichen soll. Animationen können in der Art von Flash erstellt werden (mit Timeline etc.) oder mittels der Skriptsprache LUA implementiert werden (vergleichbar mit Actionskript). 3D-Modelle und 2D-Grafiken verschiedener Formate werden unterstützt. Leider befindet sich der Composer ebenfalls noch in der Entwicklungsphase und eignet sich im momentan eher für rapid Prototyping.

Es gibt einen hohen Bedarf für universelle Tools, die die Entwicklung von HMI beschleunigen und vereinfachen. Im Idealfall, können die Prototypen ohne Programmiekenntnisse erstellt werden, sodass Designer ihre Vorgaben schon in dem Tool erstellen können. Damit würde eine aufwändige Integration der Designs ausbleiben. Die Umgewöhnung die dadurch auf die Designer zukommen würde, kann jedoch den Einsatz ungewohnter Tools verhindern.

6.2.1 Betriebssystem

Da es sich bei einem Kombi um ein sicherheitsrelevantes Bauteil handelt, muss bei der Wahl des Betriebssystems, sehr auf Stabilität und Echtzeitfähigkeit geachtet werden. Grundsätzlich erfüllen alle, der eingangs des Kapitels genannten, Betriebssysteme diese Eigenschaften, trotzdem eignen sich nicht alle für ein FPK. Gegen Linux spricht letzten Endes hauptsächlich die nicht akzeptable Bootzeit von mindestens zwei Sekunden. Vorgaben der Hersteller besagen, dass die Anzeige der Hauptelemente (Geschwindigkeitsmesser etc.) ab dem Start des Motors, in weniger als einer Sekunde erfolgen muss. Da auch die alternativen Systeme zu lange brauchen um Adobe Flash oder OpenGL-ES Inhalte darzustellen, ist es nötig einen Splashscreen zu verwenden, der unabhängig von OpenGL und Flash, einen Dummie der Grundgrößen zeigt. Das Betriebssystem muss eine hohe Skalierbarkeit aufweisen und dennoch absolut stabil laufen. Ausfälle der Grundanzeigen dürfen nicht auftreten und müssen durch geeignete Mechanismen verhindert werden. Das sicherste Betriebssystem ist wohl Integrity von Green Hills. Es wird unter anderem im Stealthfighter eingesetzt aber auch von verschiedenen Automobilherstellern. Schwächen sind eindeutig im Fehlen von Graphikbibliotheken wie OpenGL-ES und Middleware

(wie dem Flash Player) zu sehen. QNX bietet eine große Unterstützung für verschiedenste Möglichkeiten zur Erzeugung von Computergrafik. Es gibt nicht nur OpenGL und OpenVG, QNX hat auch eine Kooperation mit Adobe, sodass sie ihre eigene Version des Flashlite Players haben. Eine sehr nützliche Besonderheit von QNX ist die Microkernel-Architektur. Das bedeutet, dass der Großteil des Systems in einzelnen Tasks läuft und somit die Gesamtstabilität erhalten bleibt, auch wenn einzelne Tasks einmal versagen sollten. Dieser Architektur ist auch die hohe Skalierbarkeit zu verdanken; nur benötigte Tasks werden gestartet oder beendet, so kann die geforderte Bootzeit erreicht werden. Jedem Task kann ein maximaler oder minimaler Prozentsatz der Gesamtsystemleistung zugeordnet werden. Das ist speziell dann hilfreich, wenn z.B. sichergestellt werden muss, dass die Geschwindigkeitsanzeige immer flüssig laufen soll, auch wenn weniger wichtige Anzeigen gerade große Ressourcen benötigt würden. Die ist zum beispielsweise beim schnellen Scrollen von Listen der Fall.

Aus rein technischer Sicht, wäre QNX-Neutrino meines Erachtens am besten für die Umsetzung eines FPK geeignet, da alle Voraussetzungen für eine Realisierung mit mehreren Möglichkeiten für Hard- und Software bereits geschaffen sind.

```
*****  
*      NICHT GEZEIGTER GEHEIMER INHALT      *  
*****
```

6.3 Entscheidung Software

Für diese Arbeit habe ich mich entschlossen, ganz auf Adobe Flash zu setzen. Die Erstellung mehrerer Testkonzepte wäre mit OpenGL-ES und C++ schlichtweg zu aufwändig gewesen. Der Einsatz bzw. die Zweckmäßigkeit von echter 3D Grafik im Kombi ist grundsätzlich fraglich (siehe Abschnitt 7.9.4) Außerdem gehe ich davon aus, dass es auf Grund der immer schnelleren und kostengünstigeren CPU/GPU möglich ist, die Kombi-HMI größtenteils in Flash zu realisieren.

Fraglich ist die Verwendung von Adobe Flash aber wegen der Monopolstellung von Adobe. HMI-Entwickler wären immer auf die Verfügbarkeit des Flashlite Players angewiesen. Diese Embedded-Version des Flashplayers für PC, ist leider nicht frei verfügbar, was zu Problemen mit der Lizenzierung führen kann. Ungeachtet dessen, hat ein Gespräch mit einem OEM ergeben, dass auch diese den Einsatz von Flash begrüßen würden. Der Umstieg vom Programmer -Driven -Development zum Designer -Driven -Development scheint hier besonders wichtig. Bisher konnten die Vorgaben von Designern nur aufwändig in die Software integriert werden. Grafiken mussten mehrfach umkonvertiert werden und Animationen in C umgesetzt werden. Dies bedeutet für den OEM eine zu lange Entwick-

lungszeit. Betrachtet man die Möglichkeiten die ein FPK bietet, muss diese aufwändige Entwicklung zukünftig verkürzt werden.

Die Stärken von Elektrobot Guide Studio liegen in der Modellierung der HMI-Logik. Diese kann durch UML 2.0 Statecharts modelliert werden. Aus den Modellen lässt sich lauffähiger Code für die Entwicklungsplattform und verschiedene Targethardware generieren. Leider ist der Entwickler für letzteres auf Leistungen Seitens Elektrobot angewiesen, da die Ausgabe für jede neue Hardware neu angepasst werden muss. Gegen eine Verwendung von EB-Guide Studio spricht auch die mangelnde Unterstützung für Animationen. Da das Tool für die Erstellung von HMI des Zentraldisplays entwickelt wurde, fehlen die meisten Elemente eines Kombis und Animationen sind auf wenige Elemente, wie Listen beschränkt. Zwar ist es möglich eigene Animationen zu implementieren, diese müssen jedoch für die Entwicklungsplattform in Java und für das Target neu in C/C++ implementiert werden. Im Falle eines FPK, indem viele Animationen doppelt neu implementiert werden müssen, ist EB-Guide Studio also zurzeit nicht effizient einzusetzen. Dies mag sich in Zukunft ändern, da Elektrobot mit der neusten Version 4.1 des EB-Guide Studios eine Integration von OpenGL bietet. Diese Möglichkeit bestand zu Beginn dieser Arbeit leider noch nicht, sodass auf die Verwendung von EB-Guide Studio verzichtet wurde.

7 Entwicklung Anzeigekonzepte

In [Js03] wird ein Vorgehen beschrieben, dass im Grundsatz für die Entwicklung eines Kombi verwendet werden kann.

Zwar bezieht es sich auf Multimedia HMI Design aber da es sich bei den in einem Kombi anzuzeigenden Daten um verschiedene Medien (Textuell, Animationen etc.) und Modalitäten (Visuell, Sprachein-/ausgabe) handelt, ist er teilweise auf diese Arbeit zu übertragen.

Auf den Einsatz im Automobil lässt sich der HMI-Entwicklungsprozess der in [MAAA03] als „User-Centered Design“ beschrieben wird, auf folgende, zentrale Kriterien für einzelne Anzeigeelemente zusammenfassen:

- Passung zur Fahraufgabe, bezogen auf die Verkehrssicherheit
- Passung zu Nutzerbedürfnissen bezogen auf Gebrauchstauglichkeit
- „User Engagement“ d.h. Evaluierung durch Nutzertests

7.1 Gesetze der Softwareergonomie

Da es sich hier um ein interaktives System mit Menüstrukturen handelt, macht es Sinn, eine Einhaltung der Gesetze der Softwareergonomie anzustreben. So ist, zumindest theoretisch, eine gute Bedienbarkeit garantiert.

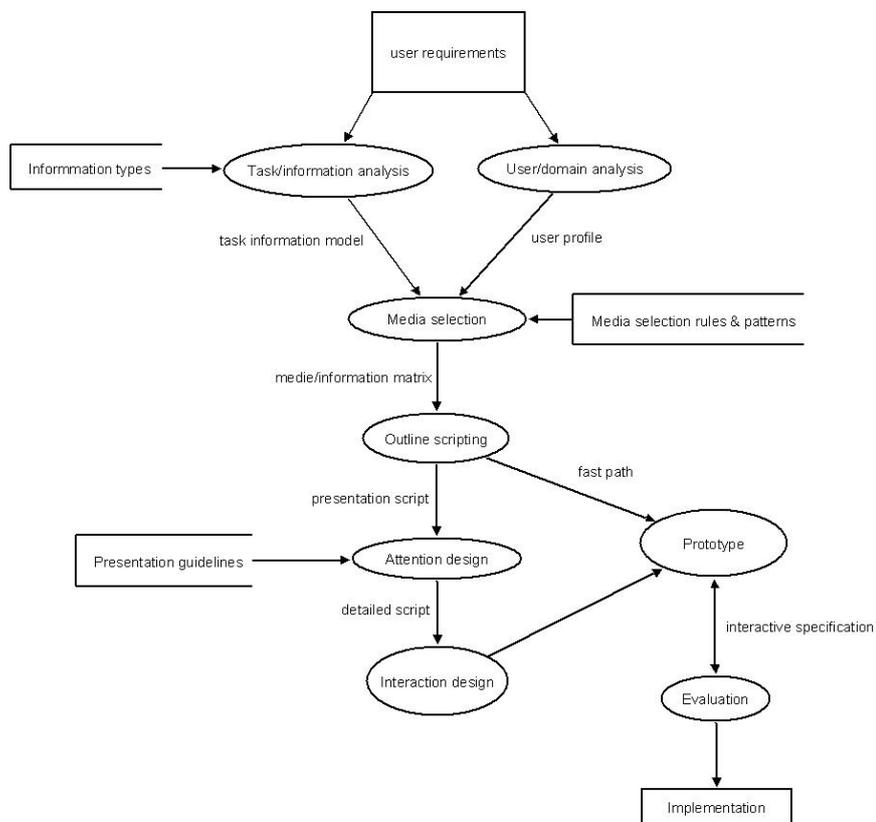


Abbildung 31: Multimedia User Interface Design Process

Im Folgenden beschreibe ich die Gesetze im Zusammenhang mit Kombiinstrumenten:

Aufgabenangemessenheit: Die Fahraufgabe sowie die Nutzung von Infotainment sollen effektiv und effizient von der Software unterstützt werden, beziehungsweise mit ihrer Hilfe bearbeitet werden können. Das heißt auch, dass sie nicht überproportioniert sein darf; sie darf dem Fahrer keine Inhalte anbieten, die dieser nicht will oder braucht, um seine Aufgaben zu bearbeiten.

Selbstbeschreibungsfähigkeit: Der Fahrer soll das Kombi möglichst ohne lange Einweisung bedienen können. Das bedeutet auch, dass Konventionen möglichst eingehalten werden sollten. Dies gilt insbesondere in der Auswahl der Symbolik.

Steuerbarkeit: Der Fahrer behält die Kontrolle über die Interaktion. Eine Ausnahme kann z.B. bei einer Notbremsung geschehen

Erwartungskonformität: Das Kombi soll so funktionieren, wie der Fahrer es von ihm erwartet.

Fehlertoleranz: Dies bedeutet einerseits, dass offensichtliche Fehler des Fahrers vom System selbständig berichtigt werden und nicht verhindern, dass der Benutzer sein Ziel erreicht, und andererseits, dass bei nicht erkennbaren Fehlern oder nicht selbstständig korrigierbaren Fehlern der Benutzer so wenig Aufwand wie möglich für die Korrektur investieren muss. Fehler im Kombi können z.B. bei der Bedienung des Menüs passieren.

Individualisierbarkeit: Der Fahrer kann das System auf seine persönlichen Voraussetzungen und Bedürfnisse hin verändern. Dieser Punkt sollte vom Kombi nur eingeschränkt umgesetzt werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass ein Fahrer sein Kombi sicherheitsoptimiert verändern kann.

Lernförderlichkeit: Die Zeit zum Erlernen der Systembedienung muss so gering wie möglich sein. Dies ist bei Kombis besonders wichtig, da auch ein Fahrer der mit dem System nicht vertraut ist, mit dem Auto fahren können soll.

7.2 Psychologische Aspekte der Fahrzeugführung

In [KDN+06] wurden eine Vielzahl von Faktoren beschrieben, die den Fahrer während der Fahrt und somit die Sicherheit beeinflussen. Neben externen Faktoren, wie Lichtverhältnisse und Andere Verkehrsteilnehmer, spielen die psychologischen Aspekte (Müdigkeit, Stress, etc.) bei der Fahr-

zeugführung eine große Rolle. Die in [KDN+06] untersuchten Unfallszenarien zeigen, dass eine Vielzahl der Verkehrsunfälle aus Unaufmerksamkeit resultieren. Es wurden vier Arten von Unaufmerksamkeiten eines Fahrers definiert:

- Bearbeiten einer sekundären Aufgabe (z.B. Bedienung des Radios)
- Müdigkeit
- Unaufmerksamkeit durch die Fahrsituatiuon (externe Faktoren)
- Unspezifische Blickabwendung von der Straße

Um die Sicherheit zu steigern, sollte die Blickabwendung von der Straße minimiert werden. Von HUDs abgesehen bietet das Kombi die beste Displayposition für einen schnellen Blick. Daher ist es besonders geeignet um wichtige Informationen anzuzeigen. Andererseits ist diese Position auch besonders gut geeignet um einen Fahrer von seiner Fahraufgabe abzulenken. Um die Zeit der Ablenkung zu verkürzen, muss das Kombi also schnell und einfach ablesbar sein. Zusätzlich ist das Blickfeld des Fahrers und die damit zusammenhängende Wahrnehmungspsychologie mit einzubeziehen.

7.2.1 Definitionen und Terminologie

Nachricht Der Inhalt einer Kommunikation zwischen Sender und Empfänger

Medium Übertragungsart der Inhalte. Art wie die Nachricht präsentiert wird

Modalität Sinn (Sehen, Hören, Fühlen, Riechen, Schmecken) der zum Senden und Empfangen der Nachricht verwendet wird

Eine Nachricht wird über ein Medium übertragen und durch eine Modalität empfangen. Eine Modalität ist so zu sagen der Sensor kanal zum Senden und Empfangen von Nachrichten.

Der Hauptsinn im Kontext von Kombis ist vor allen das Sehen. Das Hören nimmt eine wichtige Rolle ein, wenn es darum geht, Sprach Ein-/Ausgabe zu realisieren oder Warntöne auszugeben. Beispielsweise ist ein Warnton aus Fahrtrichtung bei unterschrittenem Sicherheitsabstand sinnvoller als eine visuelle Warnung. Das visuelle System des Fahrers muss sich ja auf die Vermeidung des Auffahrunfalls konzentrieren.

Auch taktiles Feedback findet in Warnsystemen heute schon Verwendung; Beispielsweise Vibration des Fahrersitzes oder Lenkwiderstand zur Unterstützung der Spurhaltung.

Die Möglichkeit zu Haptik- und Audiofeedback müssen also bei der Ermittlung anzuzeigender Elemente mit einbezogen werden. Eine umfangreiche Abhandlung zur Gestaltung der Semantik von Warnmeldungen findet sich in [FDFT06]. Demnach sollten Warnungen generell multimodal, d.h. mit hoher Redundanz, gegeben werden. Ein Kombi ist mit einer eigenen Tonausgabe ausgestattet, die neben dem Ton für den Blinker, auch für Warntöne verwendet wird. In dieser Arbeit werden Warnmeldungen auf grafische Elemente beschränkt bleiben.

7.2.2 Grundlagen der Wahrnehmung

Das menschliche Sehen lässt sich in zwei Bereiche unterteilen:

- **foveales Sehen** : Rund um den Fixationspunkt, scharfes Sehen, Farbwahrnehmung, in einem Bereich von ca. 30°.
- **peripheres Sehen** : schlechtere Auflösung (unscharf), schnellere Verarbeitung, Reaktion auf bewegende Objekte durch Fixation, in einem Bereich von ca. 110°.

Der Mensch nimmt visuelle Informationen in so genannten Sakkaden auf. Dies sind schnelle Sprünge des Fixationspunktes über die wahrgenommene Szene. Der Fixationspunkt wird in abnehmender Reihenfolge angezogen von: Bewegung, Komplexität, Unterschiedlichkeit und Farbigkeit [Ray98]. Berücksichtigt man dies, kann man also den Fixationspunkt durch optimiertes HMI-Design steuern. Diese Steuerung ist vor allem im Bezug auf die Aufnahmefähigkeit und Informationsverarbeitung wichtig. Mit einer Bewegung kann man beispielsweise eine Warnmeldung auf dem Display mit einem Ereignis in der Umwelt assoziieren.

Werden Position, Aussehen, Animation, Zeitpunkt ... der Anzeigeelemente nicht ausreichend bedacht, führt dies nach [TBK06] beim Fahrer zu folgenden Problemen:

- Information Overload
- Perceptual Tunneling
- Cognitive Capture

Eine weitere Betrachtung der Wahrnehmungspsychologie würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, daher gehe ich im Folgenden direkt auf die Konsequenzen der Erkenntnisse, für die Erstellung von Anzeigekonzepten ein.

Um den genannten Problemen zu begegnen, muss die Menge und Modalität der Informationen, die dem Fahrer präsentiert werden, optimiert werden [BJ88], [KP93].

Generelle Designprinzipien für Anzeigen würden in verschiedenen ISO Normen (z.B. ISO 9241) zusammengefasst.

Es folgt ein kleiner Auszug der, im Falle des FPK, wichtigsten Prinzipien:

Thematischer Zusammenhang: Nachrichten die über verschiedene Medien präsentiert werden, sollten verknüpft werden, um einen Zusammenhang herzustellen. Beispielsweise sollte eine Geschwindigkeitswarnung zusammen mit der Geschwindigkeitsanzeige angezeigt werden.

Frequenz der Informationsausgabe: Die Frequenz der Nachrichten sollte entweder durch den Fahrer kontrollierbar sein, oder in einem Rahmen bleiben, der die effektive Verarbeitung ermöglicht. Beispiel: Eine Warnung bei unterschrittenem Sicherheitsabstand dient der Vermeidung von Unfällen und sollte daher nicht gleichzeitig mit weniger wichtigen Meldungen, beispielsweise einer Kraftstofffüllstandswarnung, kombiniert werden.

Erwartungskonformität: Die Nachrichten sollten den Erfahrungen des Fahrers entsprechen. Das heißt zum Beispiel, dass eine Geschwindigkeitswarnung als Begrenzungsschild symbolisiert werden sollte.

Konsistenz: Hilft dem Fahrer ein Interface zu erlernen. Beispielsweise immer gleiche Farben oder Animationsarten für zusammenhängende Anzeigen.

Zur Umsetzung dieser Prinzipien sollte man auf die Gestaltgesetze zurückgreifen. Diese beinhalten Gesetzmäßigkeiten über die Wahrnehmung bestimmter Gestaltungselemente.

Wichtige Gestaltgesetze nach [Kat63] sind:

Gesetz der Nähe: Elemente mit geringem Abstand zueinander werden als zusammengehörig wahrgenommen.

Gesetz der Geschlossenheit: Linien, die eine Fläche umschließen, werden unter sonst gleichen Umständen leichter als eine Einheit aufgefasst als diejenigen, die sich nicht zusammenschließen.

Gesetz der Ähnlichkeit: Einander ähnliche Elemente werden eher als zusammengehörig erlebt als einander unähnliche.

Gesetz der Prägnanz: Es werden bevorzugt Gestalten wahrgenommen, die sich von anderen durch ein bestimmtes Merkmal abheben. Jede Figur wird so wahrgenommen, dass sie in einer möglichst einfachen Struktur resultiert.

7.2.3 Positionierung von Warnmeldungen

In [Sch02] wird die sicherheitsoptimierte Positionierung von Displays im Fahrzeug genau untersucht und in mehreren Testläufen evaluiert. Obwohl in der Untersuchung mehrere Positionen innerhalb des Cockpits getestet werden (Abbildung 32), können einige Erkenntnisse auch auf die Positionierung von Anzeigeelementen innerhalb des FPK angewendet werden. Eine nähere Betrachtung dazu erfolgt im Abschnitt 7.9.1.

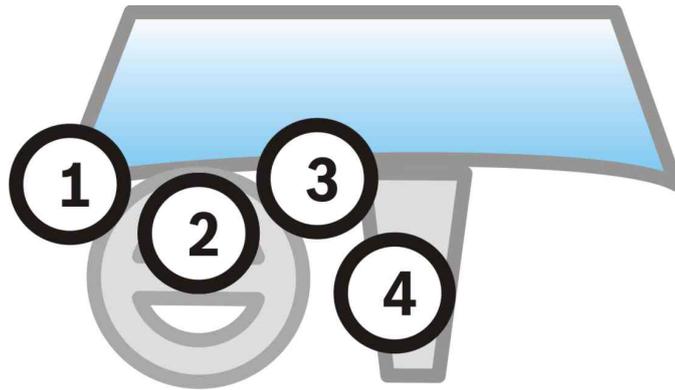


Abbildung 32: Displaypositionen in Evaluation

Wichtige Feststellungen und resultierende Konsequenzen Aus den psychologischen Aspekten sind folgende sehr wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung von Anzeigekonzepten, als besonders wichtig an:

1. Das foveale Sichtfeld wird zur Vermeidung von Kollisionen (oder allg. Gefahren) verwendet, daher sollten Blickabwendungen von der Straße sehr kurz gehalten werden.
2. Im peripheren Sichtfeld, haben Menschen eine schlechte Wahrnehmung von statischen Objekten [Sch02].
3. Zur Spurhaltung wird vorwiegend die rechte Fahrbahnmarkierung genutzt [Sch02].
4. viele visuelle Quellen im fovealen Sichtfeld vermindern die Informationsaufnahme, räumliche Verteilung führt zu höherer Fehlerhäufigkeit.
5. Erfahrene Fahrer konzentrieren sich eher auf den Fluchtpunkt, als auf den Straßenrand [SMRR78].
6. Alte Fahrer können weniger Informationen verarbeiten [Bur05].

Um ein auf die wahrnehmungs- und damit verbunden sicherheitsoptimierte Konzepte zu erstellen sollte die oben genannten Feststellungen mit einbezogen werden. Allgemein lässt sich für das gesamte Kombi sagen, dass alle Elemente möglichst schnell und einfach ablesbar sein müssen und den Fahrer nicht ablenken dürfen; eine Ausnahme bilden die Warnmeldungen, da diese zur Sicherheit beitragen und dadurch eine Ablenkung von der Straße gerechtfertigt wird. Aus den Feststellungen lassen sich für Warnmeldungen gesonderte Konsequenzen ableiten:

Zu 1. und 2. : Warnmeldungen sollten den Blick des Fahrers nur in dringenden Fällen von der Straße ablenken.

Zu 3. : Soll der Blick auf das Kombi gelenkt werden, ist eine animierte Warnmeldung sinnvoll.

Zu 4. : Hiermit ergibt sich, dass der Blick des Fahrers hauptsächlich Mitte-rechts im Bereich der Windschutzscheibe liegt. Um die Aufmerksamkeit zu lenken, ist eine animierte Warnmeldungen aus dieser Richtung (oben rechts) vermutlich am besten.

Zu 5. : Um eine schnelle Verarbeitung der Warnung zu ermöglichen, sollte diese möglichst kompakt, alle nötigen Informationen zeigen.

Zu 6. und 7. : Ideale Warnmeldungen können Nutzerspezifisch sein.

In [BW92] wurde untersucht, in wie schnell auf verschiedene Warnmeldungen reagiert wird. Die Experimente haben bewiesen, dass eine Kombination aus Symbole und einer Verhaltensempfehlung die schnellste Reaktion ermöglicht. Verschiedene Strukturen von textuellen Warnmeldungen wurden in [Gre95] evaluiert. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass generell kurze, prägnante Sätze bevorzugt werden sollten. Als einfaches Beispiel nehme ich die Meldung bei eine defekten Rückleuchte: „Replace headlight“ wurde mit längeren Sätzen wie „New headlight required“ verglichen. Die meisten Probanden bevorzugten die kurze Anweisung.

7.3 Exkurs HMI-Gesamtkonzept

Diskussion der Sinnhaftigkeit eines HMI-Konzeptes für Kombi, getrennt von gesamten HMI eines Fahrzeuges:

Es ist zu vermuten, dass die Entwicklung eines HMI-Konzeptes für ein Kombi, ohne den Kontext des gesamten HMI eines Automobils nicht ideal ist. Gründe für die getrennte Entwicklung, liegen auf der Seite der OEM. Meist stammen die Teile des HMI von verschiedenen Zulieferern. Die OEM entwickeln eigene Gesamtkonzept, an die sich die Zulieferer mit Ihren Einzelkomponenten (wie Kombi oder Head-Unit) anpassen müssen. Somit ist

seitens der Zulieferer, höchste Flexibilität und schnelles Prototyping vorausgesetzt.

Zusammenhängende Konzepte sind meiner Meinung nach Grundvoraussetzung für eine gute Usability. Bisher war eine enge Zusammenarbeit von Head-Unit und Kombi noch nicht von Bedeutung. Die einzigen Schnittstellen, bezogen auf anzuzeigende Elemente, gab es in der Präsentation von Listen. Schon heutige Konzepte lassen erahnen, dass Zentraldisplay und Kombi weiter zusammenwachsen. Die Herausforderung zukünftiger Software wird sein, möglichst universelle Schnittstellen zu definieren. Die Herausforderung von HMI wird sein, die Anzeige- und Bedienkonzepte der beiden Einheiten, aufeinander abzustimmen um Konsistenz für den Fahrer zu erreichen.

Will man beispielsweise ermöglichen, die Anzeige von Elementen auf Kombi und Zentraldisplay zu wechseln - das wäre z.B. bei Telefonlisten oder der Navigationsanzeige sinnvoll - muss die Funktion in beiden Displaysystemen zusammen betrachtet werden, damit überhaupt ein konsistenter Wechsel vom einen zum anderen Display möglich ist.

In dieser Arbeit werde ich mich hauptsächlich auf die grafische Umsetzung von Konzepten konzentrieren und nicht weiter auf ein Gesamtkonzept eingehen. Auf Grund zu erwartender Probleme, durch Schnittstellen und unterschiedlicher Designs und Animationsarten, bei der Verbindung der Displaysysteme, muss dies jedoch Beachtung finden. Der Trend zu immer größeren Anzeigen, wird letztlich zu der Verschmelzung von Kombi und Zentraldisplay führen.

7.4 Nutzer/Anforderungs-Analyse

Der HMI-Entwicklungsprozess des User-Centered Designs setzt voraus, dass eine Analyse der möglichen Nutzertypen durchgeführt wird. Zusammen mit den Überlegungen, was das System (hier das Kombi) leisten soll, ergeben sich Anforderungen die allgemein oder nutzerspezifisch sein können.

7.4.1 Der Nutzer

Der Haupt-Nutzerkreis ist durch das Käuferprofil von Autos der Luxus- / Oberklasse eingeschränkt. Das Durchschnittsalter privater Neuwagenkäufer dieser Fahrzeugklassen liegt laut eines Artikels von 2007 auf <http://www.welt.de> im Falle von Daimler bei 54,8 Jahren, BMW bei 51,3 Jahren und Audi bei 50,0 Jahren. Dennoch sollte man beim Design mit einbeziehen, dass eine Vielzahl von anderen Fahrern möglich ist. Die meisten Wagen dieser Klasse werden als Firmenwagen genutzt. Für das funktionale Design ist am wichtigsten, dass die Fahrzeugführer hauptsächlich erfahrene Autofahrer sind, bei denen aber nicht von großer Computererfahrung

ausgegangen werden kann. Das heißt konkreter, dass ein Fahrer den Umgang mit einem herkömmlichen Kombi beherrscht und abweichende Elemente sehr intuitiv sein müssen und/oder gegebenenfalls durch eine Art „Tutorialmodus“ erklärt werden. Auch die Abstammung eines Fahrers hat Einfluss auf das Interfacedesign. Metriken, kulturelle Unterschiede in der Farbsymbolik und nicht zuletzt die Sprache (Schriftart) können nicht vereinheitlicht werden. Der Einfachheit halber wird in dieser Arbeit jedoch von dem Einsatz des Kombi in Europa ausgegangen,

Das Bedeutet:

Sprache: deutsch

Metrik: Km, Liter, ...

Farkodierung: entsprechend kultureller Konventionen.

Zusammenfassung altersbedingter Einschränkungen In [Coh01] wurde die Leistungsfähigkeit von Senioren beim der Fahrzeugführung untersucht. Cohen hat einige Faktoren ermittelt, bei denen ein Leistungsnachlass im Alter festzustellen ist. Es folgt eine Liste, der für ein Kombi relevanten Faktoren:

- schlechte Sehfähigkeit: erhöhte Blendempfindlichkeit, geringere Sehschärfe
- verlangsamte Reaktion
- verlängerte Entscheidungszeit
- verminderte Konzentrationsfähigkeit
- langsamere und reduzierte Aufnahme von Informationen

7.4.2 Resultierende Anforderungen

Das Kombi ist hauptsächlich dazu gedacht, den Fahrer bei der Fahrt zu unterstützen. Dies geschieht hauptsächlich durch die Anzeige von Informationen der Fahrer-Assistenzsysteme (Abschnitt 5.2). Zusätzlich sollte dem Fahrer die Möglichkeit gegeben werden, verschiedene Inhalte aus dem Infotainmentbereich nutzen zu können. Somit beinhaltet das Führen eines Fahrzeuges nicht nur die Fahraufgabe an sich sondern auch Tätigkeiten wie beispielsweise navigieren durch ein Telefonbuch oder die Auswahl und Wiedergabe von Musik. Das Kombi sollte alle Wünsche des Fahrers unterstützen, so weit sie die Sicherheit nicht beeinträchtigen.

7.5 Definition der Fahraufgabe

Nach [Bub03] lässt sich die Fahraufgabe in drei Teilaufgaben gliedern:

Die primäre Aufgabe: des Fahrers umfasst den eigentlichen Fahrprozess. Dieser lässt sich wiederum in die Stabilisierungsaufgabe, die Führungsaufgabe und die Navigationsaufgabe unterteilen.

Die sekundäre Aufgabe: beinhaltet ebenfalls verkehrsrelevante Tätigkeiten. Im Unterschied zu der primären Aufgabe dienen diese aber nicht dem eigentlichen Fahrprozess. Zu den Handlungen innerhalb der sekundären Aufgabe gehören beispielsweise das Hupen, das Betätigen des Blinkers oder die Regelung des Scheibenwischers. Die sekundäre Aufgabe steht immer im Zusammenhang mit der primären Aufgabe, da ihre Ausführung von Faktoren der primären Aufgabe abhängig ist [Bub03].

Die tertiäre Aufgabe: beinhaltet Tätigkeiten, die von dem eigentlichen Fahrprozess losgelöst zu betrachten sind. Handlungen, die der tertiären Aufgabe zugeordnet sind, sollen dem Bedürfnis des Fahrers nach Komfort, Unterhaltung und Informationen gerecht werden. In den Bereich der tertiären Aufgabe fallen zum Beispiel das Betätigen des Radios oder die Nutzung des Telefons [Bub03].

7.6 Priorisierung von Nachrichten

Eine adaptive Anzeige, wie sie eine FPK ermöglicht, erfordert eine Anzeigelogik die bestimmt, wann, wo und wie Daten angezeigt werden. Als Vorstufe dieser Logik ist es nötig, die einzelnen Anzeigeelemente nach Prioritätsklassen einzuteilen und zu gruppieren. Obwohl die Logiksoftware nicht Teil dieser Arbeit ist, müssen die Prioritätsklassen zur Konzeptentwicklung mit einbezogen werden. Ein gutes Design unterstützt die visuelle Verarbeitung der dargestellten Informationen. Die folgende Auflistung beinhaltet die wichtigsten, darzustellenden Informationen:

Prio 1 (Sicherheitskritische Elemente (Warn- und Störungsmeldungen))

- ABS
- ACC
- Airbag
- Fahrdynamikkontrolle Systemfehler
- Feststellbremse
- Funktionsstörung Bremsanlage
- Funktionsstörung Reifen

- Funktionsstörung Reifendrucküberwachungssystem
- Kurvenwarnung Stufe 2
- Motorcheck
- Sicherheitsgurt
- Spurhalteassistent
- Tankdeckel
- TW-Assistent
- Türen
- Müdigkeitserkennung/-warnung

Prio 2 Sicherheitskritisch (nicht Zeitkritisch)

- Airbag aus
- Bremsbeläge
- Erweiterte Kollisionserkennung
- Fahrdynamikkontrolle aus
- Fernlicht
- Fernlichtassistent (An/Aus)
- Kurvenwarnung Stufe 1
- Nebelscheinwerfer
- Night View
- Wetterwarnung

Prio 3 andere Zur Fahraufgabe wichtige anzeigen

- Batterieladeanzeige
- Bird View
- Fahrtrichtungsanzeiger
- Fahrtrichtungsanzeiger Anhänger
- Federung
- Ganganzeige (bei Automatik, gesetzlich vorgeschrieben)
- Geschwindigkeitsmesser
- Kraftstoff (Vorrat)/ Batterie Kapazität
- Kraftstoffzusatzheizung
- Motormanagementmodus
- Motoröldruck
- Navigationsanzeige

- Night View
- Rückfahrkamera
- Schaltpunktanzeige (manuell)
- Side View
- Spurhalteassistenten
- Tempomat
- Tempomat an/aus
- Vorglühen Motorkühlmitteltemperatur
- Warnblinkanlage
- Wegstreckenzähler
- Ein-/Ausgabefeedback der Sprachsteuerung

Prio 4 unwichtig für die Fahraufgabe

- Alarmanlage
- Bordcomputer (Verbrauch, Durchschnittsgeschwindigkeit etc.)
- Drehzahlmesser (bei manueller Schaltung auch Prio 3)
- Infotainment (Telefon, Mediaplayer, etc.)
- Innenraumüberwachung

Informationsinhalte dürfen nicht nur nach ihrer Priorität bezogen auf die Sicherheit beurteilt werden; das Ausmaß, indem die Information, die Erledigung der Fahraufgabe unterstützt und die Nutzungshäufigkeit, sind ebenfalls in Betracht zu ziehen.

In neueren Fahrzeugen werden die Augen des Fahrers auf Müdigkeit kontrolliert. Ebenso könnte man dieses System benutzen, um die Blickrichtung zu ermitteln. Verwendet man diese Information zur Generierung von Warnmeldungen, kann entschieden werden, in wie weit die Aufmerksamkeit des Fahrers gelenkt werden muss. Erkennt das System beim Überholen einen Schulterblick, muss die Warnung für den Totenwinkel nicht visualisiert werden.

7.7 Strukturierung der Anzeigeelemente

Im folgenden Kapitel werden die Anzeigeelemente zunächst in verknüpfte Informationseinheiten eingeteilt und deren Funktion und Aussehen näher beschrieben. Die Einteilung ist eine direkte Anwendung des Gestaltgesetz der Nähe, wenn man diese zur Anzeige verwendet. Das Gesetz besagt, dass Dinge die nahe zusammen liegen auch als Zusammengehörig angesehen werden. Dadurch kann die Verständlichkeit für Einzelelemente gesteigert werden. Das Prinzip kann beispielsweise bei der Verbindung der Blinkerdarstellung mit dem TW-Assistenten (siehe dazu Abschnitt 7.8.5) genutzt werden.

7.7.1 Einteilung nach funktionellem Zusammenhang

Um eine bessere

- Warnmeldungen: Die Kombination von Warnmeldungen zu einer zusammenhängenden Einheit hat den Vorteil, dass der Fahrer auf Grund der Position der Meldung weiß, dass es sich um eine Wichtige Meldung handeln muss. Ob sich dadurch jedoch ein Vorteil gegenüber einer Funktionsbedingten Positionierung ergibt ist zweifelhaft, da die Verknüpfung zwischen der Warnmeldung und dem Grund der Warnung verloren gehen könnte. Diesem Problem kann dadurch begegnet werden, dass die Zusammengehörigkeit von Grund und Warnmeldung durch Gleichartigkeit der Darstellung (siehe auch 7.2.2) und/oder durch textuelle Zusätze vermittelt wird.
 - ABS
 - ACC
 - Airbag
 - Bremsbeläge
 - Fahrdynamikkontrolle Systemfehler
 - Feststellbremse
 - Funktionsstörung Bremsanlage
 - Funktionsstörung Reifen
 - Funktionsstörung Reifendrucküberwachungssystem
 - Motorcheck
 - Sicherheitsgurt
 - Spurhalteassistenten ⁶
 - Tankdeckel
 - TW-Assistent
 - Türen
 - Wetterwarnung
- Elemente im Zusammenhang mit dem Navigationssystem: Hier können alle streckenbasierten Informationen kombiniert werden.
 - Anzeige 3D Karte
 - Bordcomputer
 - Wegstreckenzähler
 - Kurvenwarnung Stufe1

⁶dieser ist besser mittels Haptikfeedback realisiert

- Kurvenwarnung Stufe 2
- Erweiterte Kollisionserkennung
- Night View:
 - Bild
 - Warnung (Objekterkennung)
- Zustandsanzeigen:
 - Fahrdynamikkontrolle
 - Kombinierte Lichtanzeige
 - Airbag aus
 - Spurhalteassistent aus
 - Feedback der Sprachsteuerung
 - Federungseinstellung
- Videobasierte Assistenzsysteme:
 - Night View
 - Rückfahrkamera
 - Bird View
- Infotainment:
 - Telefonbuch
 - Bordcomputer
 - Steuerung externer Geräte
 - ...
- Antrieb:
 - Batterieladeanzeige
 - Drehzahlmesser (bei manueller Schaltung auch Prio 3)
 - Ganganzeige (weniger wichtig bei Automatik)
 - Kraftstoff (Vorrat)/ Batterie Kapazität
 - Kraftstoffzusatzheizung
 - Motorkühlmitteltemperatur
 - Motormanagementmodus
 - Motoröldruck
 - Schaltpunktanzeige (manuell)

- Vorglühen
- Kombinierte Lichtanzeige:
 - Fernlicht
 - Fernlichtassistent (An/Aus)
 - Licht an aus
 - Nebelscheinwerfer
- Geschwindigkeitsmesser:
 - Tempomat an/aus
 - Tempomat
- Bordcomputer:
 - Verbrauch (aktuell, Trip, Gesamt)
 - Eco Guide
- Fahrtrichtungsanzeiger:
 - Anhänger
 - Side View
 - Warnblinkanlage

7.7.2 Klassifizierung nach AIDE

Eine genauere Einteilung wurde im AIDE Projekt⁷ erarbeitet. Anhand der von Basisparameter wurden sog. „actions“ wie folgt definiert [RR08]:

AIDE action = f (Auslöser, Dauer, sicherheitskritisch, zeitkritisch, Echtzeit, gesetzlich Vorgeschrieben, Fahrrelevanz, Vorliebe) (siehe Tabelle 1)

Die *actions* wurden dann verschiedenen Klassen zugeordnet:

Warnungen geben dem Fahrer dringende Meldungen. Diese Art Information hat die höchste Priorität und muss dem Fahrer in jedem Fall angezeigt werden.

Dialoge werden vom Fahrer initialisiert und sollten vom System schnellstmöglich beantwortet werden, sofern dies nicht mit einer Warnung in Konflikt kommt. Diese kann einen Dialog unterbrechen

Output Prio 1..N alle Nachrichten, die nicht in die beiden anderen Klassen einzuteilen sind.

Parameter	Stufen	Erklärung
Auslöser	Nutzer/System	
Dauer	vorübergehend/ un- unterbrochen	
sicherheitskritisch	nicht / wenig / hoch	
zeitkritisch	nicht / wenig / hoch	Bezogen auf eine Reaktion des Fahrers auf eine Aktion
Echtzeit	Ja/Nein	systemunabhängig z.B. An- ruf
gesetzl. Vorgeschrieben	Ja/Nein	
Fahrrelevanz	Ja/Nein	Zur Unterscheidung von Ak- tionen die der Fahrt dienen zu Aktionen der sekundären Fahraufgaben
Vorliebe	Ja/Nein	Vom Fahrer oder anderen Personen beeinflusst z.B. An- ruf eines VIP

Tabelle 1: Abstufung der AIDE action Parameter

Aktion	Klasse
Eingabe einer Telefonnummer	D
Kollisionswarnung	W
Müdigkeitswarnung	OP1

Tabelle 2: Beispiel Prioritätsklassen und Aktionen

es folgen einige Beispiele von Aktionen und ihren zugehörigen Klassen.

Das Modell von AIDE geht auch auf situationsbedingte Variablen ein. Damit soll sichergestellt werden, dass zu jeder Situation das richtige Maß an Meldungen auf den Fahrer trifft. Beschrieben wird die Situation durch das DVE (Driver-Vehicle-Environment) hier werden DVE1 - DVE5 unterschieden.

DVE 1 beschreibt den Status der „Verfügbarkeit“ des Fahrers, im Bezug auf den Empfang von Informationen, verglichen mit den Belastungen durch die Fahraufgabe.

DVE 2 Beschreibt die Ablenkung von der Fahrbahn.

DVE 3 Die physische Leistungsfähigkeit des Fahrers (z.B. Müdigkeit)

DVE 4 Die Absicht des Fahrers (z.B. Spurwechsel)

DVE 5 Risiken durch die Umgebung (Verkehrsaufkommen etc.)

Mit Hilfe dieser Parameter kann man verschiedene Szenarien generieren und abhängig der Parameter auch Lösungsansätze formulieren.

Mit den Prioritätsklassen von AIDE ist eine umfassende, situationsbedingte Beschreibung aller HMI-Elemente möglich. Da diese Arbeit jedoch nicht auf realistischen Komplettsystemen ausgelegt ist, sondern nur einen kleinen Teil des HMI beinhaltet, reicht eine weniger genaue Gliederung in lediglich drei Klassen aus.

7.8 Konzepte für einzelne Anzeigeelemente

Aus der in Abschnitt 7.7.1 erfolgten Einteilung, ergeben sich kombinierte Anzeigen in welchen fast alle darstellbaren Informationen enthalten sind. Auf Grund des Umfangs können nicht alle Elemente umgesetzt werden, daher beschränke ich mich auf exemplarische Konzepte, die durch einfache Anpassung und Erweiterung zu weiteren Anzeigeelementen umgewandelt werden können. Als Grundlage für eine Umsetzung in Adobe Flash dienten zunächst Handskizzen und im weiteren Verlauf Vektorgrafiken, die in Corel Designer 12 erstellt wurden. Anregungen und erste Meinungen Dritter konnten so schneller und genauer umgesetzt werden. Obwohl Corel Designer ein Exportieren nach Adobe Illustrator unterstützt, mussten alle Grafiken neu erstellt werden, da die Ergebnisse nach dem Exportieren nicht mehr den Erwartungen entsprachen. Jedes Konzept eines Anzeigeelements wird im Folgenden anhand der Corel Designer Skizzen beschrieben. Für die in Flash umgesetzten Elemente folgt eine Beschreibung der erstellten Flash-Animationen. Die meisten der Elemente wurden nur in Standard-Mode (siehe 7.9.2) umgesetzt, da hierin alle Anzeigeelemente vorkommen können.

⁷adaptive integrated driver-vehicle interface www.aide-eu.org

Für die Umsetzung der Konzepte habe ich mich nach eingehender Untersuchung für Adobe Flash in Verbindung mit Actionscript 2.0 entschieden. Die Konzepte sind so ausgelegt, dass sie ab Flash Lite 3.1 genutzt werden können. Eine Portierung auf eine seriennahe Hardware ist also mit dem richtigen Betriebssystem durchaus möglich. Eine Evaluation von Hardware in Verbindung mit Adobe Flash konnte teilweise erfolgen. Gegen Ende dieser Arbeit stand ein Target auf Basis der Freescale i.MX35 Familie ⁸. Diese Prozessoren verfügen z.B. über eine OpenVG 1.1 Hardwarebeschleunigung welche besonders für Flash-Applikationen von Vorteil sein sollte. Die verfügbaren Applikationen waren vergleichbar mit denen, die auf einer Head-Unit verwendet würden. Dazu zählen beispielsweise Multimedia-Anwendungen, verschiedene Menüs, Touchscreen. Alle Applikationen basierten auf Flash mit Actionscript 2.0 und wurden mittels Flash Lite 3.1 „abgespielt“. Die Darstellungen an sich waren qualitativ zwar geeignet für den Einsatz in einem FPK, die Performance, speziell bei Statechanges durch Auswahl in einem Menü, ist jedoch nicht ausreichend. Insgesamt liegen die Prozessoren in Sachen Performance unter denen, die ein Prozessor für die Produktumsetzung haben muss und wird. Mögliche Hardware für die Produktumsetzung haben beispielsweise die doppelte Prozessorgeschwindigkeit und schnellere/größere Arbeitsspeicher. Daher kann leider keine absolute Aussage, über die Verwendbarkeit von Adobe Flash für FPK in der Serie getroffen werden.

Spezifikationsmethode für Anzeigeelemente Für die meisten Konzepte habe ich mich für eine natürlichsprachliche Definition entschieden, die durch Skizzen und Abbildungen ausreichend komplettiert wird. Für komplexere Strukturen habe ich mich zusätzlich für UML 2.0 Statecharts entschieden wie z.B. in [HM03] vorgeschlagen.

7.8.1 Warnmeldungen

In diesem sehr wichtigen Element sollen alle Prio 1 Warnungen vorkommen. Exemplarisch wird nur eine Reifendruckwarnmeldung beschrieben, die anderen Warnungen funktionieren analog. Es gibt Warnmeldungen, die überhaupt nicht visualisiert werden sollten. Die Reaktion des Fahrers auf die Visualisierung, kann die Reaktion auf die Warnung verlangsamen (Information Overload Information Overload). Ein Beispiel hierfür ist eine kritische Kollisionswarnung. Das Visuelle System des Fahrers hat genug mit der Unfallvermeidung zu tun und sollte nicht noch durch das Kombi beansprucht werden.

⁸http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=i.MX351

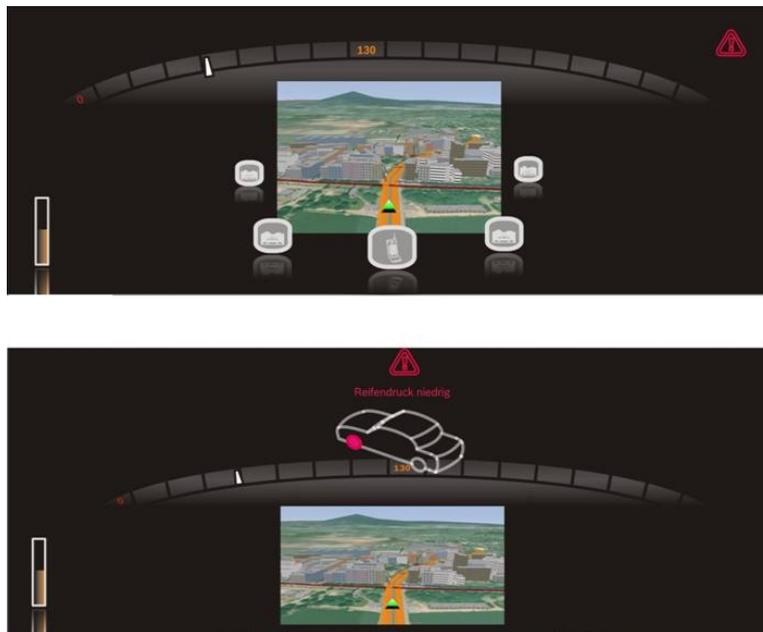


Abbildung 33: Skizze Warnmeldung

Animation Um das Erkennen einer Warnmeldung sicherzustellen, ist es sinnvoll, die Aufmerksamkeit auf die Meldung zu lenken. Dies kann durch eine Animation erreicht werden. Tritt eine wichtige Warnmeldung auf, so wird ein eingeblendetes Symbol von oben rechts in Richtung der Warnmeldung transliert. Ein Blickreflex wird ausgelöst, sodass der Fahrer automatisch auf die richtige Stelle auf der Anzeige schaut. Das Symbol kann ein abstraktes Warnsymbol sein (z.B. ein Ausrufezeichen) oder eine konkrete Darstellung sein. Beispielsweise könnte im Falle eines plötzlichen Reifendruckverlustes eine Visualisierung anhand eines dreidimensionalen Auto-Modells sinnvoll sein. Dem Fahrer würden so zusätzliche Informationen über den Ort des Defektes zugänglich.

Nach einer großen Darstellung der Warnmeldung, kann in eine verkleinerte Darstellung an den Rand des Anzeigebereiches gewechselt werden.

Positionierung Im primären Bereich des Displays (Abb. 65 oder 66)

7.8.2 Warnmeldungen in 3D

Die Sinnhaftigkeit von 3D-Elementen wurde in Abschnitt 7.9.4 schon ausführlich behandelt. Im Folgenden wird ein Beispiel beschrieben, in dem sich der Einsatz von 3D lohnend erscheint. Wird die kritische Warnmeldung, über einen zu niedrigen Reifendruck, anhand eines 3-Dimensionalen Modells gezeigt, weiß der Fahrer unmissverständlich, welcher Reifen be-

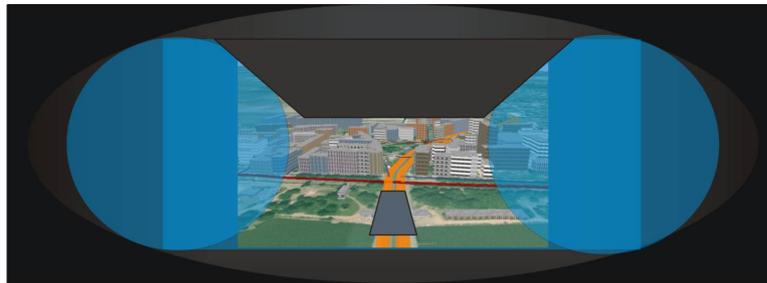


Abbildung 34: Skizze, Beispielhafte Positionierung einer Warnmeldung

troffen ist. Die gleiche Übersicht kann jedoch auch durch eine Draufsicht erreicht werden. Vermutlich bevorzugt ein Fahrer jedoch die 3D-Darstellung. Im Abschnitt 8.3.3 soll dies getestet werden.

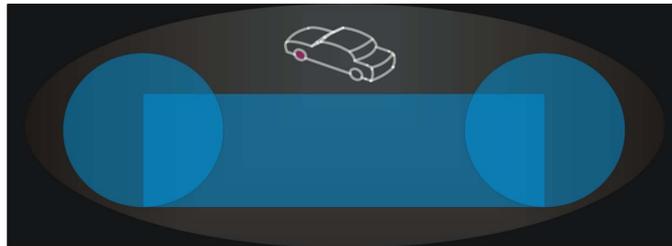


Abbildung 35: Skizze, Reifenwarnung

7.8.3 3D-Navigationskarte

Die Skizze auf Abbildung 36 zeigt eine sinnvolle Positionierung (nach Kapitel 7.9.1) der Anzeige des Navigationssystems. Die beiden Kreise symbolisieren Rundinstrumente (Drehzahlmesser, Geschwindigkeitsanzeige). Das Trapez in der Mitte der Nav.-Anzeige zeigt die Stelle an der ein dreidimensionales Pkw-Modell gezeigt werden könnte.

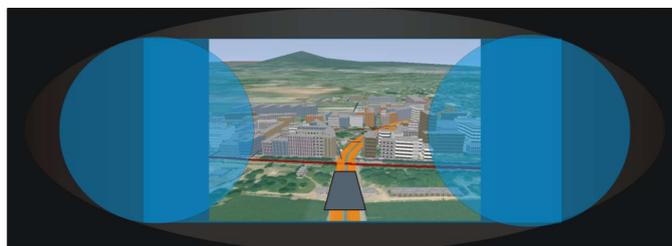


Abbildung 36: Skizze, 3D-Navigationskarte

7.8.4 Blinker

Hier handelt es sich um eine alternative Darstellung und den Ablauf der Blinkeranzeige. Die gesetzlichen Vorgaben sind in dieser Darstellung nicht eingehalten. Sowohl Blinkfrequenz, als auch Form und Farbe der Anzeige unterliegen gesetzlichen Vorgaben, in dieser Version wurde lediglich von der vorgegeben Pfeilform abgewichen. In Abschnitt 8.3.1 wird ermittelt ob Probanden auch eine von der Norm abweichende Anzeige erkennen können.



Abbildung 37: Skizze einer alternativen Blinkerdarstellung

7.8.5 Toterwinkel-Assistent

Momentan wird der Toterwinkel-Assistent (im Folgenden TW-Assistent) wie in Abbildung 2 zu sehen angezeigt. Eine aufleuchtende Anzeige im oder am Außenspiegel, soll die Aufmerksamkeit auf den Seitenspiegel lenken. Dieses Element ist auf Grund der logischen Verbindung mit dem Blinker zu kombinieren. Der Fahrer kann den Zusammenhang zwischen seinem Überholvorhaben (gesetzter Blinker) und angezeigter TW-Warnung besser herstellen.

Wenn diese Warnung im Kombi angezeigt wird, muss der Fahrer nicht extra den Kopf drehen und in den Seitenspiegel schauen, um die Warnung zu erkennen. Dadurch kann schneller reagiert werden. Es ist möglich, dass ein Fahrer eine Anzeige im Kombi aufgrund der fehlenden Verknüpfung (Seitenspiegel + Warnmeldung = Objekt im Toten Winkel) nicht versteht, dies gilt es also zu testen (Abschnitt 8.3.2).

Auch für dieses Element sind mehrere Konzepte vorstellbar. Einmal wird das eigene Fahrzeug und das Überholende in der Draufsicht (also zweidimensional) gezeigt. In einer anderen Darstellung wird das Überholende Fahrzeug als Modell an der entsprechenden Seite im Kombi gezeigt (Abbildung 38).

Die dritte Version zeigt eine Art Rückspiegel an der entsprechenden Seite an. Die letzte Version kann durch eine Simulation des überholenden Fahrzeuges dargestellt werden, oder alternativ durch eine Seitenspiegelkamera (siehe Abbildung 40), die in einigen Fahrzeugen bereits jetzt zum Einsatz kommt.

Unter Zusammenarbeit mit einem externen Designer ⁹ ist ein Demo-

⁹www.gk4.de



Abbildung 38: Screenshot der Animation des TW-Assistenten

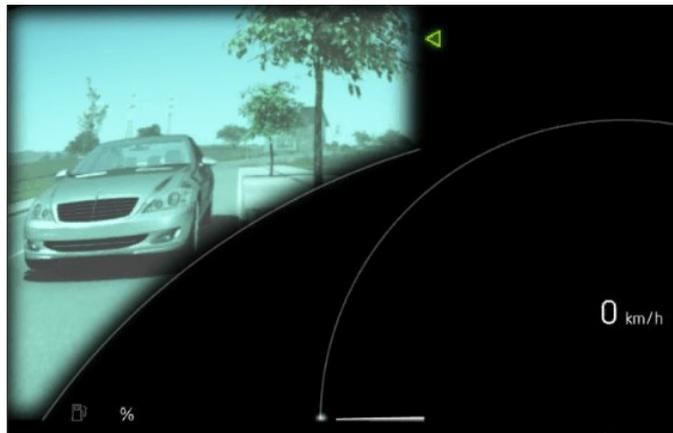


Abbildung 39: TW-Assistent

video entstanden, in dem einige Anzeigeelemente nach meinen Vorgaben umgesetzt wurden. Die folgenden Abbildungen sind Screenshots aus dem Video und zeigt die aufklappende Anzeige der Seitenspiegelkamera, des TW-Assistenten.

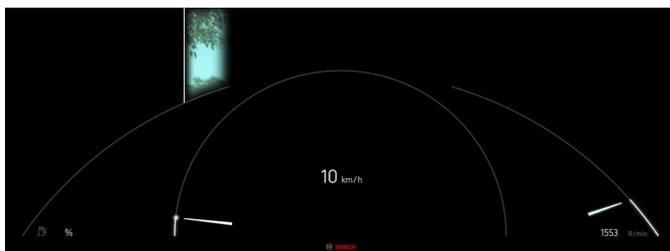


Abbildung 40: TW-Assistent mit Seitenspiegelkamera, aufklappen



Abbildung 41: TW-Assistent mit Seitenspiegelkamera, volle Anzeige

Positionierung Auf Grund des Zusammenhangs der virtuellen Darstellung im Kombi zur realen Umgebung, sollte die Anzeige am Rand (links-/rechts) des Kombis erfolgen. Bei einer dreidimensionalen Darstellung des eigenen Fahrzeuges (z.B. im Navigationssystem) kann auch eine Position gewählt werden, die sich auf das Modell des eigenen Fahrzeuges bezieht.

7.8.6 Erweiterte Navigationsanzeige

Funktionsbeschreibung Das Navigationssystem ist hauptsächlich in der Head-Unit integriert und wird bislang auch größtenteils im Zentraldisplay angezeigt. Während der Zielführung gleicht ein Fahrer seine Position an Abbiegestellen häufig mit der Anzeige des Navigationssystems ab. Daher ist eine Anzeige im Kombi grundsätzlich sinnvoll.

GEKÜRZTER INHALT

Verfügt das Kombi über eine breitbandige MOST-Anbindung können die Bilddaten aus dem Navigationssystem in der Head Unit verwendet werden, um eine Kartendarstellung im Kombi zu ermöglichen.

Vorausgesetzt, es stünden statt reiner Bilddaten die echten 3D-Daten aus dem Navigationssystem zur Verfügung, ist für dieses Element auch eine Kombination verschiedener Anzeigeelemente denkbar. Beispielsweise eine 3D-Kartendarstellung gemischt mit dem Totwinkelassistenten oder anderer Assistenzsysteme. Hintergrund ist die Überlegung, dass man mit einer recht genauen 3D-Darstellung der Außenwelt¹⁰ alle, auf die Fahrzeugposition bezogenen Informationen, visualisieren könnte.

Neue Entwicklungen in Navigationssystemen sehen sogar Kurvenwarnungen vor. In Abhängigkeit der aktuellen Geschwindigkeit und dem durch die Kartendaten bekannten Kurvenverlauf, wird der Fahrer gewarnt wenn ein Unfall droht. Diese Warnung sollte im Kombi angezeigt werden, da der Fahrer so, durch Animationen, auf die Geschwindigkeit aufmerksam gemacht werden kann.

Skizze Wie schon angedeutet, ist eine Visualisierung dieser Anzeige stark abhängig vom Format der Daten des Navigationssystems, daher wurde der Ansatz nicht weiter ausgearbeitet. Die folgende Abbildung zeigt die Position der Anzeige und des dreidimensionalen Fahrzeugmodells sowie den Ablauf einer Kurvenwarnung, wenn echte 3D-Daten aus dem Navigationssystem vorhanden wären.

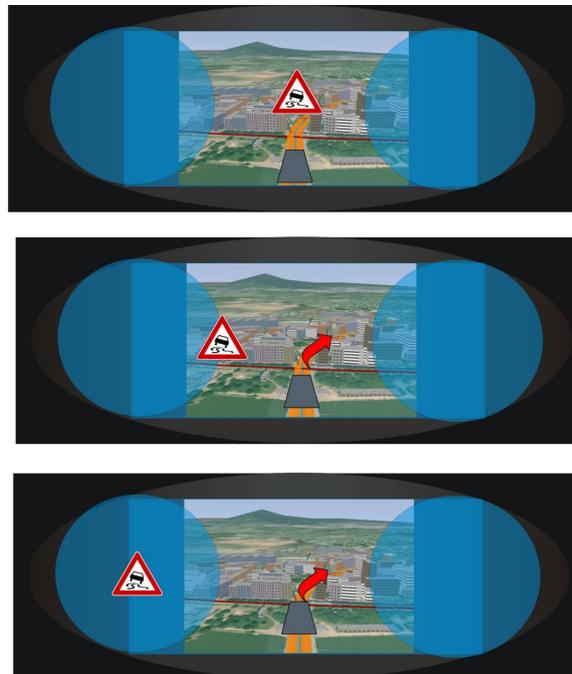


Abbildung 42: Ablauf 3D-Navigation mit Kurvenwarnung

¹⁰Damit sind die Daten gemeint, die das Navigationssystem liefert

Im ersten Teil (Abbildung 42 obere Teilabbildung) erscheint nur ein Warnsymbol. Anschließend animiert es in die Geschwindigkeitsanzeige, zu sehen als blauer Kreis links in Abbildung 42 mittlere und untere Abbildung.

7.8.7 Night View

Bei der Erstellung des Konzeptes für die Anzeige des Night View gehe ich von Systemen mit vorhandener Objekt- beziehungsweise Personenerkennung aus. Eine Testfahrt mit dem Night View der aktuellen S-Klasse, hat zu folgenden Feststellungen geführt (siehe auch 5.5.1):

1. Die Anzeige ist zu klein, um Gefahren frühzeitig erkennen zu können.
2. Eine ständige Überwachung der NV-Anzeige ist praktisch unmöglich.
3. Eine permanente Anzeige des NV-Bildes führt zur Ablenkung von der Fahraufgabe.
4. Die ständige Anzeige des Videos führt zu einer Nichtbeachtung, damit ist das Night View in dieser Form nahezu nutzlos.

Eine Lösung zu Erstens ist im FPK, oberflächlich betrachtet, leicht zu realisieren. Da das gesamte Kombi ein Display ist, kann das NV-Bild auch auf der gesamten Fläche angezeigt werden. Diese Lösung führt jedoch zu Problemen mit der Darstellung der übrigen Anzeigeelemente, wie zum Beispiel die Geschwindigkeitsanzeige. In der aktuellen S-Klasse wird statt des analogen Rundinstrumentes, eine lineare Darstellung gewählt, Im Toyota Crown eine rein numerische. Der Fahrer muss sich also bei eingeschaltetem NV an eine andere Darstellung der Geschwindigkeit gewöhnen. Um alle anderen Anzeigen beizubehalten und die Anzeige des Night Vision dennoch zu maximieren wäre es möglich, das Night Vision mit den übrigen Anzeigeelementen zu überlagern (Abbildung 44).

Eine Lösung zu den Punkten zwei und drei ist, das Night Vision-Bild nur anzuzeigen, wenn Objekte oder Hindernisse erkannt wurden. Dies geht natürlich nur, wenn von einer sehr zuverlässigen Objekterkennung ausgegangen werden kann.

Das folgende Konzept ist eine Kombination aus einer vollflächigen Anzeige des Night Vision-Bildes bei erkannten Objekten und der herkömmlichen Anzeige (Abbildungen 43 und 44).

Animation Der Status des Night View (An) wird durch ein dezentes Symbol angezeigt. Erkennt die Objekterkennung ein Hindernis, wird das Night

View-Bild, zusammen mit einem Warnhinweis, ähnlich der schon beschriebenen Warnhinweise, vollflächig eingeblendet.

Die anderen Anzeigeelemente können transparent angezeigt werden. Zielführend wäre sicherlich auch, wenn sie ganz verschwinden würden, sodass die Warnmeldung mit voller Aufmerksamkeit wahrgenommen werden kann (Information Overload). Allerdings würde das geltenden gesetzlichen Vorgaben widersprechen. Außerdem würde der Fahrer durch die ungewohnte Anzeige sicher verwirrt.

Ist kein Objekt mehr zu erkennen, wird das Night View-Bild wieder ausgeblendet.

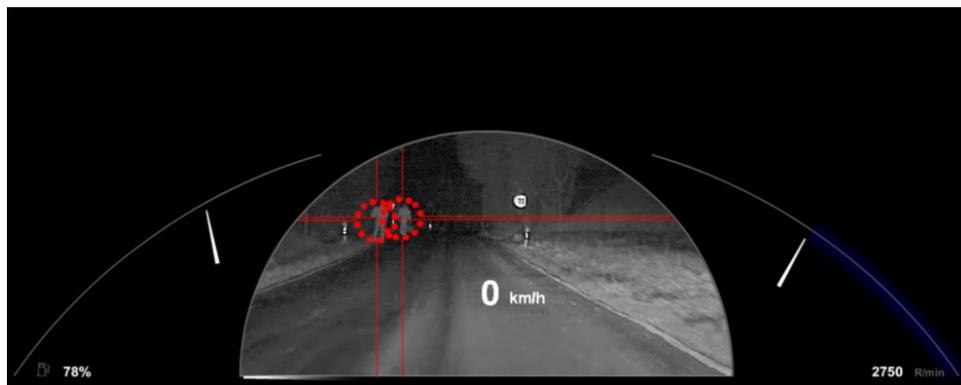


Abbildung 43: Night View mit Personenwarnung, klein

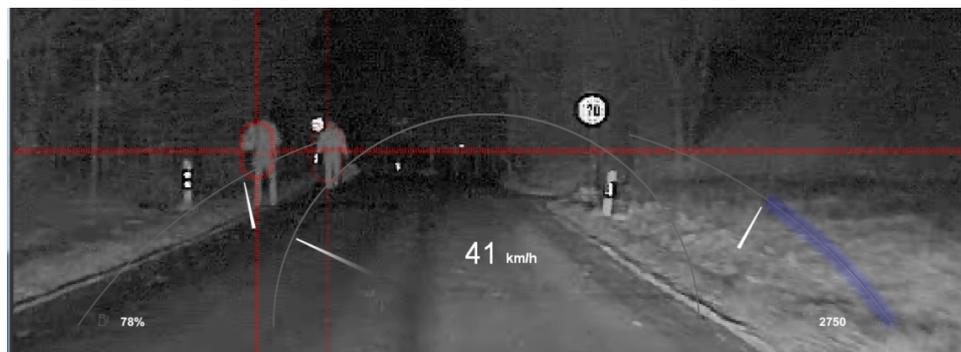


Abbildung 44: Night View mit Personenwarnung, vollflächig

Dieses Konzeptes sollte speziell auf folgende Faktoren getestet werden:

- Ablenkung durch das Einblenden der Vollflächigen Anzeige
- Lesbarkeit der übrigen Instrumente bei einer vollflächigen Anzeige des Night View.

Positionierung Im primären bis sekundärer Displaybereich.

7.8.8 Eco Guide 1

Der in Abschnitt 5.6.5 schon vorgestellte „Eco Guide“ ist ein gutes Beispiel für einen erweiterten Bordcomputer. Die vom Fahrzeug verfügbaren Verbrauchswerte werden so visualisiert, dass der Fahrer einen Eindruck über die Effizienz seiner Fahrweise erhält. Die Berechnung der Effizienz kann anhand bekannter Motordaten erfolgen. Die Automobilhersteller haben genaue Angaben über das bestmögliche Verhältnis zwischen Verbrauch und Reichweite. Weicht die Fahrweise, beispielsweise durch zu häufiges Beschleunigen und Bremsen, davon ab, bewirkt dies logischerweise eine Verschlechterung der Effizienz.

Die Grundlage für das folgende Konzept, bilden - ebenso wie auch in den anderen schon vorgestellten Konzepten - die Blätter einer Pflanze. Die anderen Konzepte sind hauptsächlich für kurze Fahrstrecken interessant, da nur eine geringe Anzahl von Blättern visualisiert werden kann. Für eine weiter gehende Analyse der eigenen Fahreffizienz ist eine Erweiterung der Blätteranalogie nötig. Es existiert eine Vielzahl von Algorithmen, mit denen das Wachstum verschiedener Pflanzen visualisiert werden kann. Dadurch könnte man die Effizienz eines Fahrzeuges über den gesamten Lebenszyklus darstellen.

Animation Zu Beginn (bei Auslieferung), wächst ein einzelner Stamm, mit vereinzelt Blättern. Der Stamm (komplette Baum) kann, aus Sicherheitsgründen, nur beim Stillstand betrachtet werden. Jedes Blatt symbolisiert eine bestimmte Anzahl umweltschonend gefahrener Kilometer (z.B. 100km). Der Fahrer kann sich das aktuelle Blatt im Kombi anzeigen lassen. Jedes neue Blatt ist zunächst neutral und wird umso grüner, je effizienter man fährt. Bei ineffizienter Fahrweise wechselt das Blatt wieder in Richtung neutral oder sogar nach Braun. Ist ein Blatt maximal grün, wird dies dezent angezeigt - beispielsweise durch kurzes pulsieren - und ein weiteres Blatt wird dem Stamm hinzugefügt. Wird es hingegen zu braun, fällt ein Blatt vom Baum. Das Wachsen/Abfallen wird in der Komplettansicht (Baum) animiert.

Positionierung Das Einzelblatt kann optional im sekundären oder tertiären Displaybereich angezeigt werden. Die Gesamtansicht, kann zusammen mit anderer Fahrzeugstatistik oder einzeln auf dem gesamten Displaybereich betrachtet werden.

Mögliche Erweiterungen/Alternativen

- Statt Bäumen wäre z.B. auch eine Sonnenblume denkbar. Die Pflanze wächst, pro 100km effizienter Fahrweise wächst ein Blatt, alle 1000km

- Je nach gewähltem Blatt/Kilometer-Verhältnis können Wälder oder Felder mit Blumen entstehen.
- In einer Listen- oder Kartendarstellung (siehe Abb.45) können die Effizienzwerte für einzelne Strecken, basierend auf den Informationen des Navigationssystems, angezeigt werden. Damit wäre es möglich die Stellen einer Strecke zu finden, an denen man besonders ineffizient fährt. Verknüpft man dies noch zusätzlich mit einem Mashup ¹¹ - beispielsweise mit Google Maps - kann man sich online auf jeder Strecke mit anderen Fahrern vergleichen.



Abbildung 45: Darstellung der Effizienz auf einer Karte von Google Maps

7.8.9 Eco Guide 2

Das zweite Konzept ist etwas sachlicher und hat die bestehenden Effizienzklassen - für elektronische Geräte, oder Häuser - der EU als Vorbild (siehe Abbildung 46).

Es ist davon auszugehen, dass ein großer Teil der europäischen Fahrer mit diesem Darstellungsparadigma bereits vertraut ist. Die abstrakten Angaben über die Fahreffizienz kann so mit bereits bekanntem verknüpft und somit gut gedeutet werden.

¹¹[http://de.wikipedia.org/wiki/Mashup_\(Internet\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Mashup_(Internet))

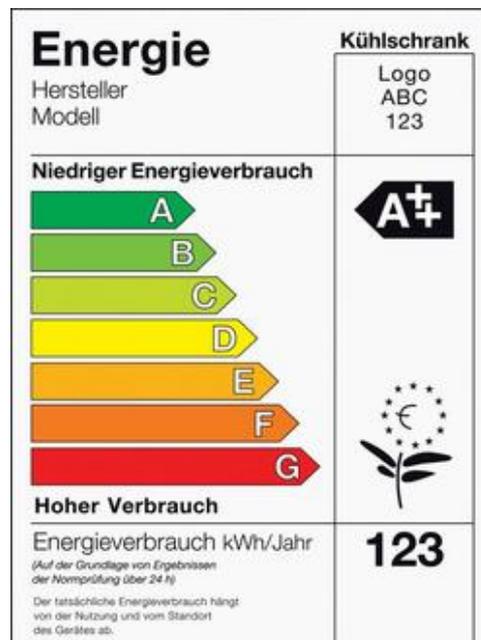


Abbildung 46: Vorbild für eine Version des Eco Guides, Effizienzklasse für Elektronische Geräte

Für die Animation der Effizienzklassen habe ich verschiedene Arten vorgesehen, welche im Folgenden näher beschrieben werden.

Animation 1 Alle verfügbaren Effizienzklassen werden übereinander geordnet dargestellt. Ein Zeiger, in dem die aktuelle Effizienz angezeigt wird, wandert je nach Anzeige nach oben (maximale Effizienz) oder entsprechend nach unten.

Animation 2 In der zweiten Möglichkeit werden alle Klassen in einem horizontalen Balken dargestellt. Dieser ist bei schlechter Fahrweise rot und verkürzt. Je besser die Fahrweise, desto größer und grüner wird er. Eine effiziente Fahrweise wird so durch Größe und Farbe direkt angezeigt.

Positionierung Je nach gewähltem Grunddesign (Standard-Modus, Eco-Modus, ...). Generell im sekundären oder primären Anzeigebereich.

Mögliche Alternative Wie schon erwähnt ist diese Art der Anzeige an den Energieverbrauch elektronischer Geräte angelehnt. Ein hoher Verbrauch wird durch einen großen Balken und zusätzlich durch die Farbe angezeigt. Genau so gut könnte man auch zurückhaltende Fahrweise quantitativ anzeigen; je effizienter man fährt, desto größer der Balken. Dadurch wäre der

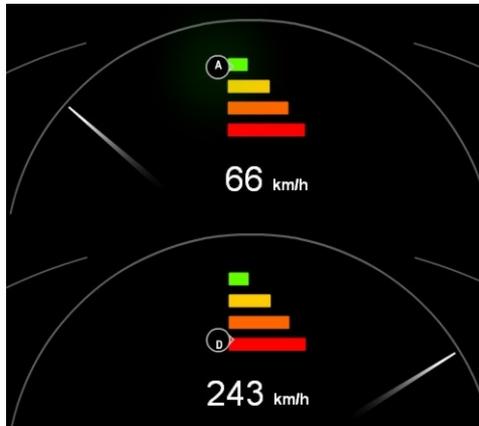


Abbildung 47: Effizienzklassendarstellung, Ablauf von Animation 1

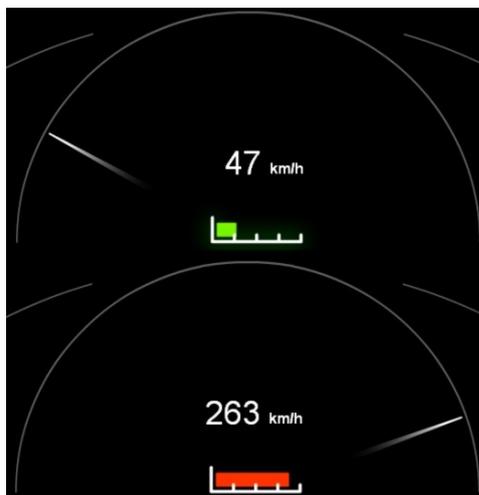


Abbildung 48: Effizienzklassendarstellung, Ablauf von Animation 2

„Belohnungseffekt“ für den Fahrer vermutlich größer. Die Anzeige würde allerdings auch den Bezug zu der ursprünglichen Darstellung teilweise verlieren.

Weitere Eco Guide-Anzeigen finden sich im Abschnitt 8. Dort wird die Funktion direkt vor den Testergebnissen erklärt um diese besser nachvollziehbar zu machen

7.8.10 Ganganzeige

Im manuellen Schaltbetrieb ist eine Schaltempfehlung sehr hilfreich. Diese fällt für den Sportmodus (Abbildung 49 obere Zeile) natürlich anders aus, als für den Eco-Modus (Abbildung 49 untere Zeile). In Grau wird jeweils der aktuelle Gang angezeigt, wenn dieser nicht ideal für sportliche, oder sparende Fahrweise ist. Der ideale Gang wird im Sportmodus rot und im Eco-Modus grün angezeigt.

Die rechte Anzeige, bildet eine Variante, in der der optimale Gang jeweils für Sport- und Eco-Modus gleichzeitig angezeigt wird. Diese Anzeige kann beispielsweise im Standard-Modus zum Einsatz kommen.

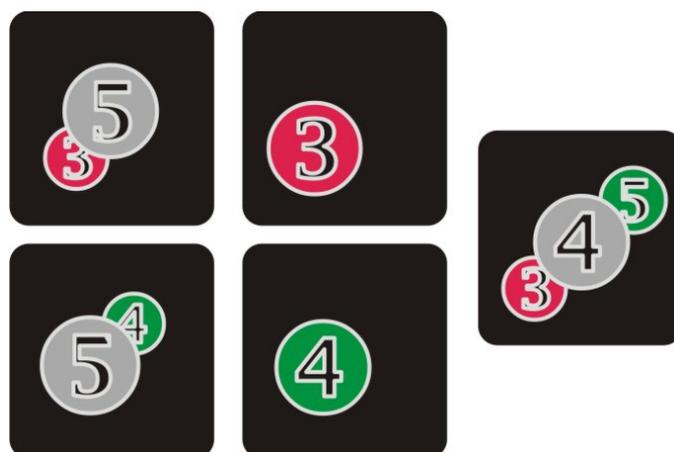


Abbildung 49: Skizze, Varianten Ganganzeige mit Schaltempfehlung

Im Automatik-Betrieb ist diese Anzeige wenig sinnvoll, da die Automatik den jeweils günstigsten Gang selbst wählt.

Eine Umsetzung der Schaltempfehlung in Flash wurde nach dem Testen in den Eco-Modus V 4 integriert. Die Animation ist in Datei *EcoGangAnzeige.swf* zu finden. Im Folgenden wird der Ablauf anhand von Screenshots der Animation beschrieben:

In Abbildung 50 befindet sich das Fahrzeug im fünften Gang in effizienter Fahrweise. Dies um den Zusammenhang zwischen Gang und Effizienz zu verstärken, wird die blaue Corona auch um die Ganganzeige gezeichnet.



Abbildung 50: Ganganzeige bei effizienter Fahrweise

Abbildung 51 zeigt die Ganganzeige bei neutraler Effizienz. Der aktuelle Gang ist der vierte. Der optimale Gang wird darüber angezeigt. Wieder deutet die blaue Corona auf den optimalen Gang hin,



Abbildung 51: Ganganzeige bei neutraler Fahrweise

Hier (Abb. 52) befindet sich das Fahrzeug in einem sehr ineffizienten Gang (in diesem Beispiel der dritte Gang), signalisiert wird dies durch die rote Corona. Auch hier wird dem Fahrer der optimalen (fünften) Gang angezeigt.



Abbildung 52: Ganganzeige bei ineffizienter Fahrweise

7.8.11 Geschwindigkeitsmesser

Der Versuch das traditionelle Rundinstrument durch irgendeine andere Darstellung zu ersetzen wurde schon zu Zeiten versucht, in denen es keine Displays gab. Abwandlungen führten zu Halbkreisen, Linearen Darstellungen und auch zu zeigerlosen Digitalanzeigen. Alle Varianten haben

sich nie wirklich durchgesetzt. Es gilt zu untersuchen, warum die traditionelle Rundanzeige bevorzugt wird, obwohl andere Darstellungen möglich wären. Dazu muss zunächst definiert werden, welche Aufgaben der Geschwindigkeitsmesser erfüllt. Die triviale Aufgabe, die Geschwindigkeit anzuzeigen, erfüllen auch alle andere Konzepte. Eine gute Geschwindigkeitsanzeige muss also mehr bieten. Ein Fahrer, der sein Fahrzeug gut kennt, ist beispielsweise in der Lage, seine Geschwindigkeit, nur anhand des Zeigerwinkels zu schätzen, sodass er nicht laufend die Zahlen auf der Anzeige lesen muss. Diese Eigenschaft der Anzeige sorgt dafür, dass ein Fahrer ohne ständige Akkommodation seine Geschwindigkeit halten kann indem er die Geschwindigkeitsanzeige nur flüchtig betrachtet, oder sogar nur im sekundären Sichtfeld behält. Damit ist der wichtigste Vorteil gegenüber reiner Digitalanzeigen gefunden. In [GBS80] wurde außerdem gezeigt, dass die Ablenkung durch digitale Anzeigen größer ist als die durch analogen Anzeigen. Dies ist vermutlich auf die sprunghafte Änderung der Ziffern zurückzuführen.

Das Ablesen von Geschwindigkeitstendenzen ist beim Bandtacho wiederum möglich. Dieses Konzept hat jedoch einen anderen Nachteile. Um eine, mit einem Rundinstrument vergleichbare Anzeigegröße zu erhalten, muss man den Umfang des Kreises, als Länge nehmen. Bei einem Durchmesser von ca. 9 cm (gemessen in Peugeot 106), müsste der Bandtacho also gerundete 28 cm breit sein. Dies entspricht fast der Breite des Kombis. Um Tendenzen genau so gut abschätzen zu können, müsste die Zeigerlänge beibehalten werden. Ausgegangen von ca. 4 cm, würde ein Bandtacho, mit vergleichbaren Ableseeigenschaften eine Fläche von 112 cm² brauchen. Im Vergleich dazu ist das Rundinstrument ca. 64 cm² groß. Zur Anzeige der gleichen Information, wird also annähernd doppelt soviel Platz benötigt. In einigen Konzepten wurde daher der Zeiger stark verkürzt, was zu einem erschwerten Schätzen im sekundären Sichtfeld führt. Auch wenn der Fahrer die Geschwindigkeit genau ablesen will, ist eine lineare Anzeige von Nachteil. Der Bereich der Sehschärfe ist bei einem Abstand von ca. 100 cm Auge zu Kombi nur ca. 9 cm im Radius. Um eine Zahl zu lesen, muss der Fahrer zunächst von der Straße auf das Kombi schauen. Wenn sein Blick von keinen Reizen abgelenkt wird, schaut er in Richtung der Geschwindigkeitsanzeige. Beim Rundinstrument kann er die ganze Anzeige wahrnehmen und schnell die Zahl ablesen, auf der der Zeiger steht. Bei einem Bandtacho müsste er einen größeren Bereich absuchen.

Der größte Nachteil eines Rundinstruments, ist die ungenutzte Fläche im Zentrum der Anzeige (der Zeigerbefestigung). Um eine Positionierung von Displays an dieser Stelle zu ermöglichen, wurden beispielsweise Zeiger auf durchsichtigen Scheiben entwickelt. Im FPK reicht es, unerwünschte Teile einfach nicht zu zeichnen. Alles in allem komme ich also zu dem Schluss, dass ein Rundinstrument für die Geschwindigkeitsanzeige, einige Vorteile gegenüber anderer Anzeigeformen hat und verwende diese auch

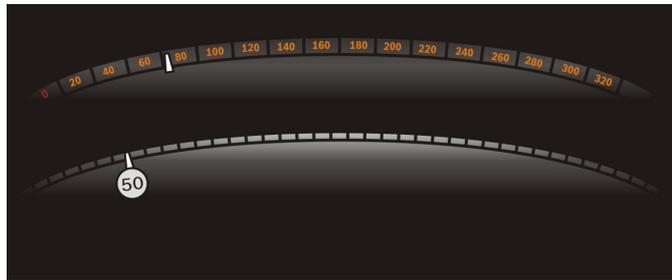


Abbildung 53: Skizze zwei Varianten eines bogenförmigen Bandtachos

im meinem i^2 -Cluster.

Der Geschwindigkeitsmesser muss immer sichtbar sein. Wegen der erstrebten Konsistenz sollte auch die Position und Form immer gleich sein. Eine Ausnahme sehe ich im Falle von wichtigen Warnmeldungen, bei denen die Geschwindigkeit nebensächlich wird. Es ist zu untersuchen, ob ein Fahrer in diesem Fall von einer anderen Positionierung profitieren würde, oder die Ablenkung zu einer verzögerten Reaktion auf die Warnung führt.

Tempomat an/aus Tempomat

Animation

Positionierung Wegen der häufigen Nutzung des Anzeigeelementes ist der optimale Anzeigebereich im primären bis sekundären Displaybereich.

7.8.12 Drehzahlmesser

Dieser ist hauptsächlich für den Sportmodus vorgesehen. Es gibt mehrere Varianten, in allen wird die Drehzahl durch Farbe und/oder Skalierung symbolisiert. Grundsätzlich können alle Varianten den optimalen Schaltpunkt durch aufblinker anzeigen.



Abbildung 54: Position Drehzahlmesser 1, hohe Drehzahl

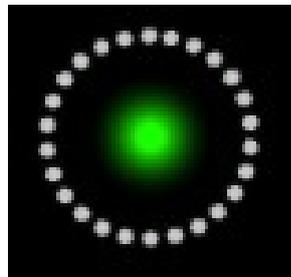


Abbildung 55: Drehzahlmesser 1, Detail bei niedrige Drehzahl

Animation 1

Animation 2 Die Anzeige wechselt von einem kurzen, grünen Balken für kleine Drehzahlen zu einem langen, roten Balken für hohe Drehzahlen. Diese Art der Darstellung kann auch bei schlechteren Displays (d.h. Displays mit schlechten Reaktionszeiten) verwendet werden, da dynamikbedingte Artefakte, wie bei Zeigerinstrumenten, nicht vorkommen können. Daher eignet sich diese Darstellung für einen Einsatz bei Tiefsttemperaturen.



Abbildung 56: Drehzahlmesser in Balkendarstellung

Animation 3 In dieser Darstellung wechselt der gesamte Hintergrund des Kombis die Farbe. Die optimale Drehzahl wäre zu erkennen, ohne direkt auf die Anzeige schauen zu müssen.



Abbildung 57: Drehzahlmesser, farblich wechselnder Hintergrund

7.8.13 Menüstrukturen

Menüstruktur eines Serienfahrzeuges Im Folgenden wird das Menü der aktuellen C-Klasse¹² beschrieben.

Die erste Menüebene wird durch die Taste links oder rechts betreten, sie beinhaltet folgende Inhalte:

- Reise
- Navi
- Audio
- Tel
- Service
- Einstellungen

Die erste Ebene liegt horizontal und mit links/rechts endlos durchscrollbar. In der Menüstruktur werden mehrere Gesetze der Softwareergonomie (siehe Abschnitt 7.1) gebrochen. Beispielhaft nenne ich die Funktion der Zurück-Taste: Befindet man sich im Menü Audio (Radiosender-Wahl),

¹²Eine interaktive Demo findet sich hier: <http://www4.mercedes-benz.com/manual-cars/ba/cars/w204/de/experience/multifunktion12.html>

bewirkt die Betätigung der Taste, dass man die komplette Menüstruktur verlässt, d.h. man geht zwei Ebenen zurück. Befindet man sich hingegen beispielsweise in Einstellungen im Punkt Kombiinstrument, bewegt man sich nur eine Ebene zurück, wenn man die Taste betätigt. Die Erwartungen des Fahrers werden also nicht erfüllt, die Funktion der Taste ist nicht konsistent.

In der im Folgenden beschriebene Menüstruktur wurde versucht die Gesetze der Softwareergonomie einzuhalten.

Funktionsbeschreibung Der Fahrer hat eine Auswahl aus verschiedenen Inhalten wie Telefonbuch oder Musiklisten, durch die er während der Fahrt navigieren können soll. Diese sollten in ihrer Reihenfolge adaptiv sein, damit der Fahrer möglichst kurze Wege zu seinen häufig genutzten Funktionen hat. Die Speicherung der Anzeigereihenfolge kann fahrerspezifisch im Fahrerprofil geschehen. Da das Eingabegerät wichtig ist, um Analogien der Eingabe zur Anzeige zu bilden, habe ich mich als Basis für die Steuerung für ein Lenkradkreuz (Abbildung 58).

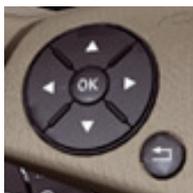


Abbildung 58: Referenz Lenkrad Kreuz (Daimler)

entschieden, wie es in heutigen Fahrzeugen von einer Vielzahl von Herstellern genutzt wird. Es bietet sechs Knöpfe (je zwei für 2D-Achsen, eine OK-Taste zur Bestätigung einer Auswahl und eine Taste um einen Schritt zurück zu navigieren).

Layout und Animation Als Basis für die Menüstruktur dient ein häufig verwendetes Karussell-Menü, das durch Drücken einer Taste aus der Inaktiv-Position in das Zentrum der Anzeige wandert und gleichzeitig vergrößert wird. Mit den Tasten für Links und Rechts, kann man das Karussell entsprechend drehen

Der aktive Menüeintrag ist hervorgehoben (z.B. weiß statt grau, und mit Pfeilen an den Rändern, die eine Analogie zum Lenkradkreuz bilden. Am jeweils aktiven Menüeintrag befindet sich ein vertikales Karussell, das mittels Pfeiltasten (oben/unten) bedient wird. Durch „OK“ öffnet man die jeweiligen Listen der Untermenüs.

Ist man beispielsweise im Menüpunkt CD, öffnet sich ein Listenfenster (siehe Abbildung 60). Mit „Zurück“ schließt dich die Liste. Nochmaliges Drücken beendet das Menü.



Abbildung 59: Karussellmenü, Aktiv



Abbildung 60: Karussellmenü, Aktiv

Das UML State Chart Diagramm (Abbildung 61) beinhaltet der Einfachheit halber nur drei Hauptelemente, eine Erweiterung um andere Elemente kann analog geschehen.

Positionierung Inaktiv am Rand der Anzeige, im tertiären Anzeigebereich.

Erweiterung der Menüstruktur Die Inhalte, wie z.B. Telefonbucheinträge, werden zentral angezeigt und ausgeblendet, sobald eine Auswahl getroffen wurde. Bei Inhalten wie beispielsweise Musiklisten, kann es sein, dass der Fahrer diese permanent in seinem Kombi angezeigt lassen will. Da der Bereich im Zentrum des Displays jedoch für wichtigere Anzeigeelemente vorgesehen ist, muss die Liste an eine andere Stelle, links oder rechts vom Zentrum, zu verschieben sein. Dazu wählt der Fahrer einfach einen Punkt aus dem 3D-Menü aus und bestätigt das Verschieben zur permanenten Anzeige an der Seite durch einen Doppelklick. Die permanente Liste wandert an ihren Platz zur Seite und im 3D-Menü entsteht ein neues Element auf dem das Kombilayout dargestellt ist. Auf dem Layout ist das Anzeigeelement an der Seite hervorgehoben, sodass ein Fahrer den Bezug leicht herstellen kann. Über den neu entstandenen 3D-Menüpunkt hat der Fahrer die Möglichkeit, durch Runterscrollen und „OK“ in das permanente Menü zu gelangen, oder es durch Hochscrollen und „OK“ wieder auszublenken. Mit diesem Prinzip wäre es theoretisch möglich, dem Fahrer zu ermöglichen, sein komplettes Layout selbst zu gestalten. Die Umsetzung eines solchen Systems ist jedoch sehr aufwändig, da sichergestellt werden muss, dass der Fahrer sich sein Layout nicht so ungünstig zusammen stellt, dass die Sicherheit gefährdet wäre. Ich halte die freie Positionierbarkeit eines listenförmigen Anzeigeelementes daher für ausreichend. Es ist zu testen, ob ein Fahrer nicht schon durch diese Möglichkeit überfordert wird.

Positionierung Verschiedene denkbar (Oben, Mitte, Unten), Sicherheitsoptimiert vermutlich oben

Um dem Fahrer die Möglichkeit zu geben, das Grundlayout etwas zu beeinflussen, wird in der Menüauswahl die Möglichkeit gegeben, ausgewählte Inhalte zentral oder seitlich anzuzeigen. Die Auswahl, wo etwas angezeigt werden soll, erfolgt über einmalige Klicks für die Darstellung im Zentrum oder Doppelklick für das Maximieren des ausgewählten Menüpunktes im Seitenbereich. Als Alternative zum Doppelklick wäre auch die Kombination von Klick und anschließender Auswahl der Richtung am Steuerkreuz denkbar. Der Fahrer hätte somit einen größeren Spielraum bei der Verteilung seiner gewünschten Displayelemente. Es ist zu untersuchen, ob ein Fahrer dieses System fehlerfrei bedienen kann.

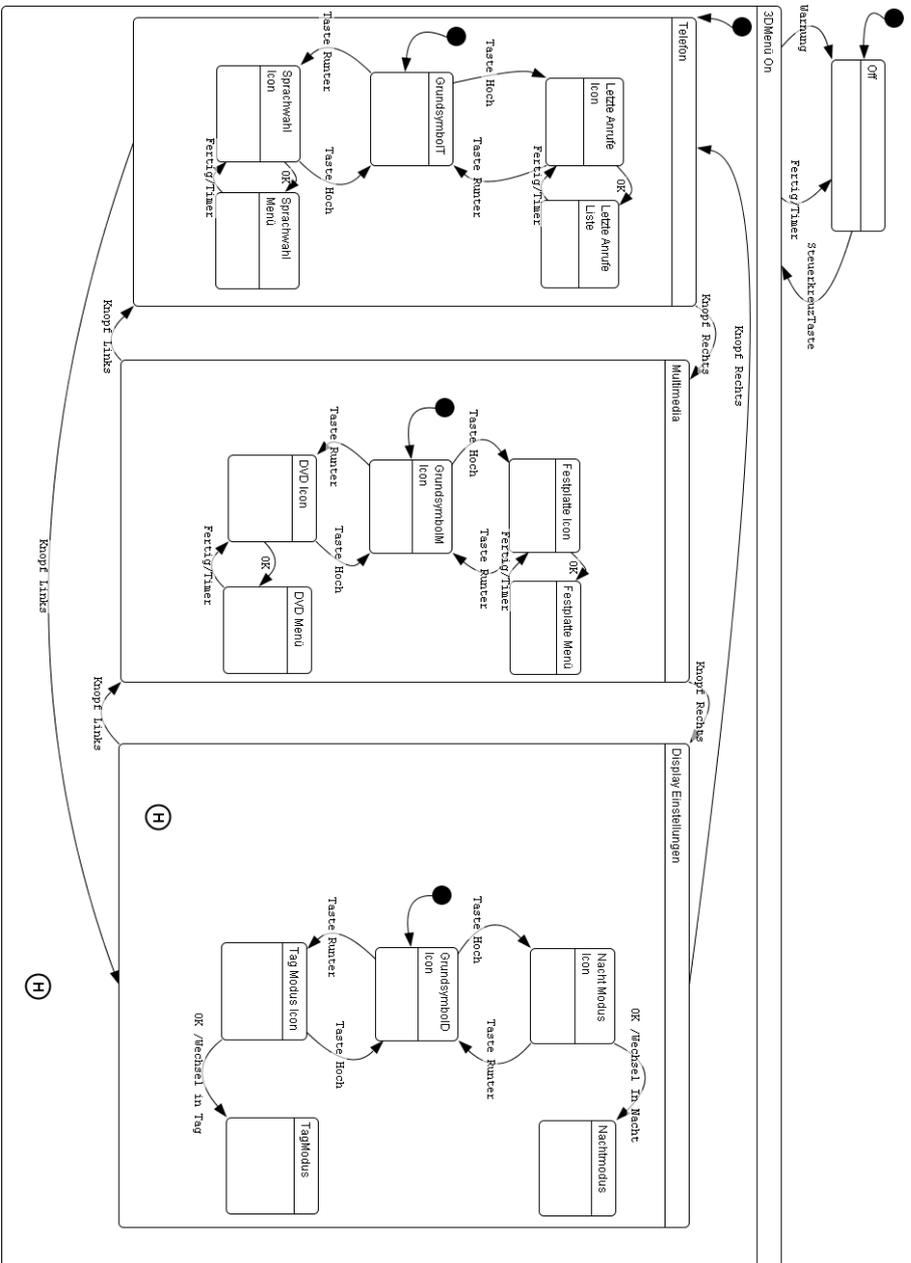


Abbildung 61: 3D Menü Statechart



Abbildung 62: Erweitertes Karussell Menü

Die Skizze in Abbildung 63 beschreibt einen Beispielablauf der Menüauswahl. Im Zentrum ist die Karte des Navigationssystems (1. Teilbild). Im darum laufenden Karussell-Menü, wird mittels Einfachklick die Telefonfunktion ausgewählt (2. Teilbild). Alternative wird durch den Doppelklick die Position der Anzeigeelemente getauscht (3. Teilbild).

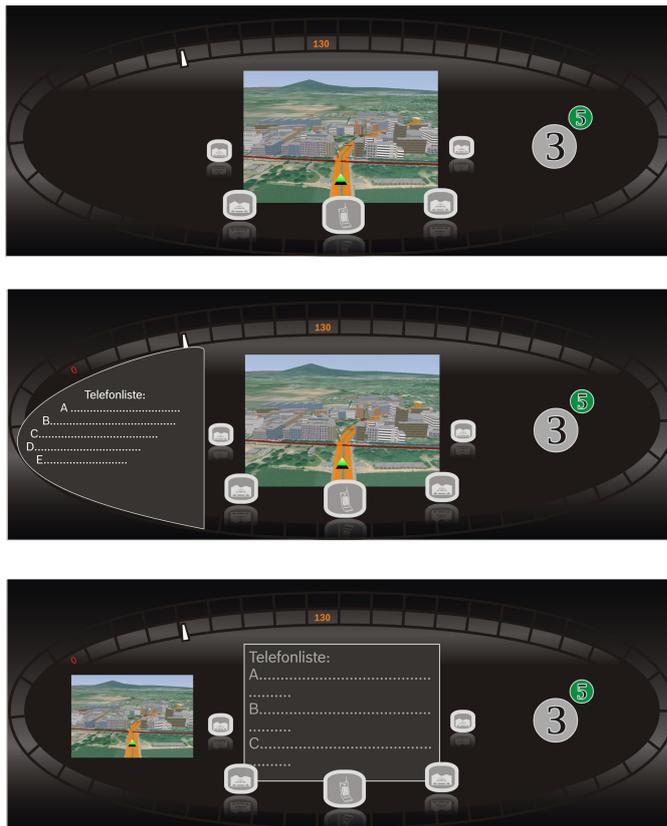


Abbildung 63: Menüauswahl Konzept

7.8.14 Zustandsanzeigen

Die Zustandsanzeigen (z.B. für die Lichtanlage) sollten in ihrer Grundsymbolik nicht verändert werden und sind teilweise auch durch gesetzliche Bestimmungen vorgegeben. In Einzelheiten sind jedoch Anpassungen möglich. Die bisherigen Zustände der Lichtanlage sind durch je eine Anzeige repräsentiert. Stellt man diese auf einem Display dar, können alle Anzeigen zu einer kombiniert werden, dadurch verringert sich der Platzbedarf für die Anzeigen.

- Fernlicht
- Fernlichtassistent (An/Aus)
- Licht an aus
- Standlicht
- Tagfahrlicht
- Nebelscheinwerfer
- Nebelschlussleuchte
- Leuchtweitenregulierung
- Kurvenlicht
- ...

7.8.15 Parkhilfen, Rückfahrkamera, Bird View

Die Bilder von diesen Systemen werden, wie auch das Night Vision, nicht im Kombi generiert. Generell kann jedoch gesagt werden, dass sich diese Systeme gut für die Anzeige im Kombi eignen. Auch die Anzeigen für Geschwindigkeit oder Drehzahl können verkleinert werden, weg geklappt oder ganz ausgeblendet sein um die Anzeigefläche für die Assistenzsysteme zu maximieren.

7.8.16 Kraftstoff (Vorrat)/ Batterie Kapazität

Diese Anzeige kann in Zukunft komplett wegfallen, da schon alle heutigen Fahrzeuge mit einer Restkilometer- sowie Verbrauchsangabe ausgestattet sind. Bei kritischen Füll-/Ladeständen, kann - beispielsweise durch eine animierte Tanksäule - darauf hingewiesen werden. Es ist möglich, dass der Wegfall der Anzeige von den Kunden nicht akzeptiert wird, gegebenenfalls müsste man dies durch Umfragen abklären. Aus genannten Gründen wurde diese Anzeige nicht umgesetzt.

7.8.17 Einfache Statusanzeigen

Für diese Elemente werden keine expliziten Konzepte erstellt, da sie hauptsächlich der Standardsymbolik herkömmlicher Kombis folgen.

- Motormanagementmodus - Motoröldruck

7.9 Kombi Gesamtkonzepte

7.9.1 Displaylayout

Als Grundlage für die Verteilung der gruppierten Elemente bediene ich mich der Erkenntnisse aus [TBK06]. Demnach ist das Cockpit in primäre, sekundäre und tertiäre Aufgabenbereiche, entsprechend der Wichtigkeit für die Fahrt, unterteilt. Wie auf der Abbildung 64 zu sehen, entspricht der primäre Bereich (1) der Windschutzscheibe; zum sekundären (2) gehören Lenkrad und Kombi; Zentraldisplay, Infotainment Klimaanlage etc. bilden den tertiären Bereich (3).

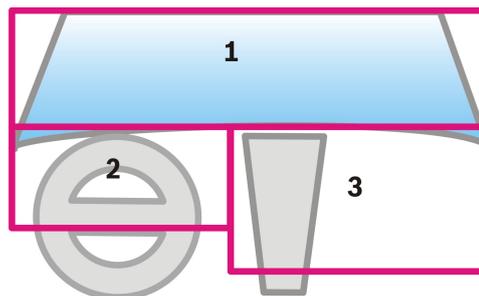


Abbildung 64: Aufteilung des Cockpits

Grundsätzliche Aufteilung in:

- Permanenter Bereich zur Geschwindigkeitsdarstellung
- Variabler Bereich für die Darstellung von Menüinhalten (Funktionen)
- Mehrere Bereiche für Statuszellen
- Vom Nutzer konfigurierbare Bereiche für Bordcomputer Informationen

Die wahrnehmungspsychologischen Gegebenheiten, im Bezug auf Warnmeldungen und Blickrichtung während der Fahrt, bringe ich bei der grundsätzlichen Aufteilung des i^2 -Cluster, mit ein. Zur gezielten Aufmerksamkeitssteuerung müssen feste Bereiche für verschiedene Aufgaben definiert werden.

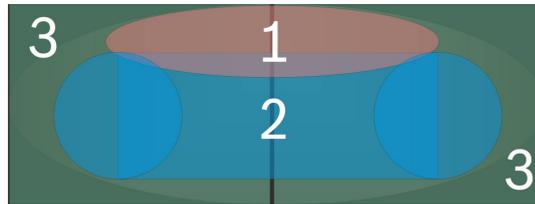


Abbildung 65: Grundsätzliche Displaybereiche

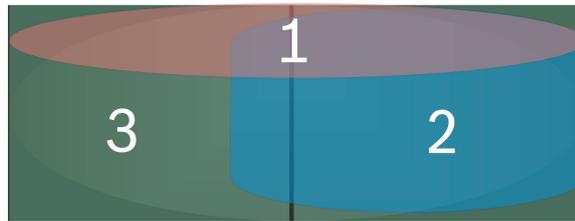


Abbildung 66: Asymmetrische Variante Displayaufteilung

Primärer Bereich (rot) Für Warnmeldungen und häufig benutzte Anzeigen, die schnell erkannt werden müssen. Animationen in diesem Bereich sind im Blickfeldrand schnell zu erkennen. Z.B. für Reifendruckwarnung.

Sekundärer Bereich (blau) Für häufig benutzte, permanente, großflächige Inhalte, größere Fläche als Primärer Bereich. Inhalte sind z.B. die Karte des Navigationssystems, Nachtsicht, ...

Tertiärer Bereich (grün) Für weniger wichtige, nicht häufig benötigte, aber permanente Informationen und für Inhalte, die in der realen Welt seitlich vom Fahrzeug zuzuordnen sind. Inhalte sind z.B. Tankfüllstand, Lichtstatus, Toterwinkelassistent, ...

Variable Positionierungen (vor allem automatisch ausgelöste) sollten vermieden werden, da diese gegen die Konsistenz verstoßen würden. Es ist jedoch zu untersuchen, ob ein Fahrer möglicherweise in der Lage ist, eigene Positionsänderungen ausgewählter Elemente, während der Fahrt, zu bewältigen. Ein Beispiel dafür findet sich in Abschnitt 7.8.13.

In [BDGP⁺04] wurden Probanden gebeten, eine Auswahl von Anzeigeelementen in verschiedenen Größen, nach Ihrem Belieben zusammenzustellen. Dabei wurden Ihnen verschiedene Szenarien vorgegeben:

- Fahrt zur Arbeit (viel Verkehr)
- Überlandfahrt
- Autobahn bei Nacht

Drei Beobachtungen sind dabei für diese Arbeit wichtig:

1. Die meisten Probanden ordneten die Anzeigeelemente wie in herkömmlichen Kombis an
2. Viele Probanden haben nur die wichtigsten Elemente angeordnet
3. Die meisten Probanden nutzten nur ein Drittel der Fläche für Anzeigeelemente. Kein Proband nutzte mehr als die Hälfte der Fläche.
4. Alle Probanden nutzten die Szenarien um einzelne Elemente auszutauschen.

7.9.2 Display Designs

Wurde das FPK im vorherigen Abschnitt nur grundsätzlich aufgeteilt, geht es hier um die Realisierung grundsätzlicher Fahrzustände. Mögliche Fahrzustände sind beispielsweise:

Standard Mode Ist der Standardmodus der für alle Situationen geeignet ist. Nicht jeder Fahrer wird von den Möglichkeiten des Skinings oder komplett anderer Layouts Gebrauch machen. Daher sehe ich diesen Zustand als den Wichtigsten an.

Eco Mode Kraftstoffsparmodus

Classic Sport Mode Klassische Rundinstrumente

Super Sport Mode Sportwagen/Formel-1 ähnliches Design



Abbildung 67: Designvorlage für den Standard Modus

Zusätzlich sollte die Anzeige automatisch zwischen jeweiligem Tag- und Nachtmodus wechseln. Ein Sonderzustand ist der Rückfahr- beziehungsweise Einparkmodus, da er in jedem aufgeführten Profil angezeigt werden könnte. Rückfahrkamera oder „Around View Monitor“ Around View zusammen mit einer visualisierten Einparkassistent (incl. Abstandswarner). Diese wird in Abschnitt 5.2 näher beschrieben.



Abbildung 68: Designvorlage für den Eco Modus



Abbildung 69: Designvorlage für den Classic Sport Modus

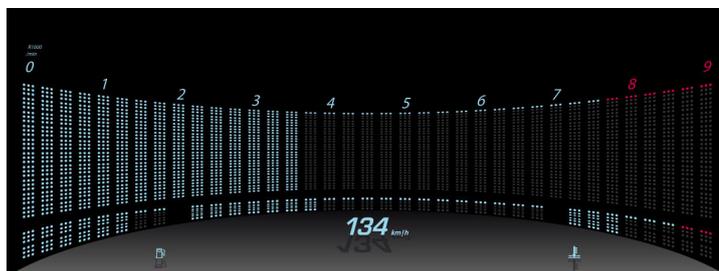


Abbildung 70: Designvorlage für den Supersport Modus

7.9.3 Predrive Screen

Im Folgenden werden die Inhalte der Anzeige vor der Fahrt beschrieben:

Die meisten PKW der Ober-/Luxusklasse verfügen mittlerweile über eine Funktion mit der man Fahrerprofile speichern und abrufen kann. In diesen Profilen werden beispielsweise Sitzposition und Stellung der Rückspiegel gespeichert. Wie die Profile aktiviert werden ist unterschiedlich. Einige PKW verfügen über verschiedene Schlüssel in denen Identifikationsnummern gespeichert sind, die dann verschiedenen Fahrerprofilen zugeordnet werden; alternativ kann man das Profil mittels Tasten (meist an der Fahrertüre) wählen.

Als erster Gedanke für eine mögliche Umsetzung kam mir der Startbildschirm von PC Betriebssystemen wie Windows-XP oder Ubuntu. Man kann einen Nutzer entweder durch ein entsprechendes Icon wählen oder aber den Nutzernamen eingeben. Beides ist jedoch im KFZ wenig praktikabel. Der Fahrer sollte nicht durch ein Auswahlménü belästigt werden wenn er eine Fahrt antreten will, aber dennoch die Wahlmöglichkeit haben.

Der „Welcome-screen„(Abbildung 71) besteht aus einer Begrüßung des zuletzt gefahrenen Fahrers und der Wahlmöglichkeit den Motor zu starten, oder alternativ im Menü ein anderes Fahrerprofil zu wählen. Eine Animation zeigt das Drücken des Startknopfes. Wählt man die andere Option, kann man entweder ein anderes Profil wählen (beispielsweise ein Standardprofil), oder ein neues Profil anlegen, indem er im Start-Ménü den Punkt Fahrerwechsel wählt. Der Fahrer wird dann durch eine Art Installationsménü geführt. Bei der Installation ist ein Tutorialmodus denkbar, der einem alle Neuerungen und Individualisierungsmöglichkeiten des FPK erläutert. Im Start-Ménü werden dem Fahrer Informationen präsentiert, die ihn auf seine Fahrt vorbereiten. Da zukünftige (und teilweise auch schon heutige) Fahrzeuge über eine Internetverbindung verfügen, könnten beispielsweise aktuelle Wetterwarnungen oder Verkehrsinformationen angezeigt werden.



Abbildung 71: Skizze Welcome Screen

7.9.4 3D im Kombi

Ein FPK bietet natürlich auch die Möglichkeit, alle Informationen in einer 3D-Darstellung anzuzeigen. Vorstellbar wäre etwa eine Visualisierung in der Art aktueller Computer-Rennspiele (siehe Abb. 72).



Abbildung 72: Spielszene aus Need for Speed Underground

Statt der simulierten Fahrbahn könnte das 3D-Navigationssystem angezeigt werden. Auch alle Warnsysteme - wie beispielsweise TW-Assistent - könnten bei diesem Display Layout in 3D angezeigt werden. Was auf den ersten Blick reizvoll erscheint versagt jedoch, wenn man sich die Fahraufgabe in Verbindung mit den Sichtbereichen vor Augen führt. Im Computerspiel ist das Display der primäre Sichtbereich; im Kontext einer realen Fahrt muss jedoch die Windschutzscheibe als primär angesehen werden.

Würde man die Computerspiel-Perspektive im Kombi einsetzen, wäre die Ablenkung vom primären Sichtbereich, sehr groß. Der Fahrer hätte vermutlich auch Schwierigkeiten beim Ablesen von Anzeigen wie Geschwindigkeitsmesser, da er dies aus dem bewegenden 3D-Hintergrund extrahieren müsste.

Die Erweiterung eines Kombis um Tiefeninformationen, sollte nur erfolgen, wenn dadurch ein Mehrwert für den Fahrer erzielt werden kann. Als Mehrwert sehe ich hier eine schnellere/genauere Lesbarkeit von Informationen, oder bessere Verknüpfung abstrakter Informationen mit der realen Welt. Oft ist eine Darstellung in 3D sogar schlechter, als die gleiche Darstellung in 2D. Bei einer Abstandsanzeige im 2D, hat man einen bes-

seren Eindruck über den Abstand zu voraus fahrenden Fahrzeugen. Die Sinnhaftigkeit von 3D muss also in jedem Anzeigeelement neu überlegt werden.

Es folgen einige Beispiele in denen meines Erachtens der Einsatz von 3D sinnvoll erscheint:

- Defektmeldungen (z.B. Reifendruckwarnung) anhand eines 3D-Modells des Autos, für eine bessere Verknüpfung der Warnung mit der realen Umgebung. Sicherlich wäre eine solche Anzeige auch in 2D gut abzulesen.
- Menüstrukturen lassen sich die verschiedenen Ebenen in 3D übersichtlich darstellen und gut bedienen. Als einfachstes Beispiel ist hier ein Karussell-Menü zu nennen. Die Verwendung von Icons ermöglicht auch das Erkennen von Menüpunkten die tiefer liegen, d.h. auch kleiner angezeigt werden.
- 3D-Kartendarstellung des Navigationssystems. Dieses Anzeigeelement profitiert am meisten von den Möglichkeiten einer dreidimensionalen Darstellung. Die 3D-Karte kann direkt mit der Umgebung verknüpft und abgeglichen werden.

8 Test der Konzepte

Die in Abschnitt 7.8 beschriebenen Anzeigeelemente, müssen durch Tests mit Nutzern evaluiert werden. Hauptsächlich gilt es zu Testen in wie weit die Konzepte intuitiv erkennbar sind und die Mechanismen zur Steuerung der Aufmerksamkeit funktionieren. Ein verlässlicher Test, ist nur in einer realen Fahrsituation möglich, da der Fahrer durch sehr viele Faktoren beeinflusst wird. Leider ist der Aufwand im Rahmen dieser Arbeit nicht zu erbringen. Einige Einzelheiten können auch ohne reale Fahrsituation getestet werden.

Mit der folgende Evaluation soll hauptsächlich die Selbstbeschreibungsfähigkeit ausgewählter Teilergebnisse untersucht werden. Bei der Zusammenstellung der Probanden wurde darauf geachtet, Autofahrer aus mehreren Alters- und Erfahrungsgruppen auszuwählen. Zusätzlich wurde besonderen Wert darauf gelegt, auch Personen mit geringer Erfahrung im Umgang mit Computern auszuwählen. In [BDGP⁺04] wurde bereits erkannt, dass es einen Unterschied zwischen Personen mit häufiger und seltener Nutzung des Mobiltelefons, im Bezug auf die Akzeptanz neuer Anzeigekonzepte gibt. Da der Hauptnutzerkreis ja in einem Durchschnittsalter von 54,8 Jahren liegt, muss die Erfahrung mit digitalen Medien also auch in dieser Evaluation berücksichtigt werden. Insgesamt haben 14 Probanden teilgenommen. Diese Anzahl reicht natürlich nicht aus, um allgemeingültige Feststellungen zu treffen, es können jedoch klare Tendenzen

und Grundsätze erkannt werden. Alle Probanden, haben den Test nach dem Formular **B** eigenständig und ohne Vorwissen bearbeitet. In der Einleitung des Formulars wurde lediglich kurz erklärt um was es sich bei einem FPK handelt. Als Bearbeitungsgrundlage diente die Datei *TestTeil1.swf*. Die Ergebnisse und eine darauf basierende Bewertung der Konzepte erfolgt jeweils nach der Beschreibung der Tests.

8.1 Test Teil 1.1: Startbildschirm

In dem entwickelten Startbildschirmkonzept auf Abbildung 73 werden mehrere Elemente evaluiert. Zum einen wollte ich die generelle Akzeptanz eines Startbildschirms untersuchen, zum anderen den Bedarf einzelner Informationsinhalte. Des Weiteren, sollte das Konzept des Karussell-Menüs grundsätzlich geprüft werden. Das Karussell Menü war nicht animiert, daher wurde die Funktion in einem kurzen Text erläutert. Die Probanden soll-



Abbildung 73: Testumgebung: Startbildschirm

ten die Menüform durch folgende Auswahlmöglichkeiten beurteilen:

1. Die hinteren Elemente sollten auch scharf zu sehen sein
2. Alle Elemente sollten ohne Menü zu sehen sein
3. Das Menü gefällt mit in dieser Form

Für 1. haben sich 7 Probanden entschieden, 2. wurde von keinem der Probanden gewählt, sechs Probanden gefiel das Menü in dieser Form. Interessant wird dieses Ergebnis erst, wenn man Alter und Erfahrung im Umgang mit dem PC der Probanden berücksichtigt. Von den sechs Personen, denen das Menü in dieser Form zusagte, waren fünf im Alter von 21-35 und schätzten sich als erfahren, im Umgang mit dem PC ein.

Für 1. haben sich drei Personen zwischen 31 und 50 mit großer Erfahrung im Umgang mit dem PC, sowie drei Personen über 50, mit geringer Computererfahrung entschieden.

Daraus kann geschlossen werden, dass diese Art Menü, vor allem Zuspruch von Personen erhält, die mit dieser Art Menüform bereits durch Ihre Computererfahrung vertraut sind. Eine generelle Abneigung der anderen

Personen kann jedoch auch nicht erkannt werden. Die Menüform scheint also für einen Einsatz im FPK geeignet. Da das Menü nicht animiert war, konnte die Interaktion leider nicht getestet werden.

Zu den Informationsinhalten des Menüs wurden die Probanden gebeten anzugeben, in wieweit sie die Inhalte für sinnvoll halten. Zusätzlich konnten die Probanden eigene Vorschläge für gewünschte Informationen machen. Alle Probanden sahen die Anzeige aktueller, standortbasierter Stauinformationen als sehr sinnvoll an. Lediglich die beiden Vielfahrer¹³ unter den Probanden, befanden die Wetterinformationen vor Fahrtantritt für sinnvoll. Die neun Wenigfahrer legen vermutlich hauptsächlich Kurzstrecken zurück, daher ist für sie hauptsächlich das aktuelle Wetter wichtig. Auf Langstrecken, kann sich die Wettersituation stärker ändern, sodass eine Vorhersage für die Vielfahrer sinnvoller ist.

Der Fahrerwechsel wurde nur von drei Probanden für sinnvoll erachtet. Fahrzeuge werden, von Leih- oder Firmenwagen abgesehen, meist von dem gleichen Fahrer verwendet, sodass dieses Ergebnis nicht verwunderlich ist. Laut Aussage einiger Probanden, war ihnen die Funktion dieses Punktes ohnehin nicht bekannt, eventuell hätte dies vorher erklärt werden müssen.

Beachtlich ist die Bewertung der generellen Sinnhaftigkeit eines Startbildschirms; obwohl alle Probanden die Stauinformation vor Fahrtbeginn als sehr Sinnvoll erachteten, befanden nur sechs einen Startbildschirm für zweckmäßig. Nachfragen haben ergeben, dass einige der Probanden befürchten, dadurch vom unmittelbaren Losfahren gehindert würde. Es ist bei einer Umsetzung des Startbildschirms also darauf zu achten, dass ein Fahrer das Fahrzeug ohne Verzögerung starten kann.

Im letzten Punkt zum Thema Startbildschirm wurden die Probanden gebeten, eigene Ideen für Inhalte des Startbildschirms zu benennen. Gleich drei Probanden nannten eine Statusanzeige die angeben sollte, dass das Fahrzeug ordnungsgemäß funktioniert. Zusätzlich nannten zwei Probanden eine Tankanzeige, die ja auch nur eine Element eine Statusanzeige darstellen würde. Die Gruppe der Probanden, die eine solche Anzeige wünschten war nicht signifikant. Der Bedarf für eine solche Anzeige ergibt sich meiner Meinung nach aus der Konvention, dass herkömmliche Kombis bei der Zündung einen Funktionstest der Warnlampen durchlaufen. Für den Fahrer ist mit dem Erlöschen der Warnlampen also das Fahrzeug „OK“. Obwohl kein logischer Bedarf für diese Anzeige (Ausnahme ist der Kraftstoffvorrat) besteht - das Fahrzeug meldet schließlich wenn in Defekt vorliegt, sollte über eine Umsetzung dieser Anzeige nachgedacht werden. Möglicherweise kann dadurch die Akzeptanz eines FPK gesteigert werden.

Weitere gewünschte Inhalte:

- Fahreffizienz

¹³Über 30.000km/Jahr

- Navigationssystem mit Eingabe der Zielführung
- Kalenderfunktion mit aktuellen Terminen
- Newsticker

8.2 Test Teil 1.2: Eco Guide

Um dieses Element ausführlich zu testen, wäre ein nahezu fahrtüchtiger Prototyp nötig, indem ein Proband alle Faktoren beeinflussen kann, die den Verbrauch eines Fahrzeuges beeinflussen können (Beschleunigung, Getriebeübersetzung, etc.) Dies ist im Rahmen dieser Arbeit leider nicht möglich. Um dennoch eine Aussage über die Nutzbarkeit des Elements treffen zu können, habe ich untersucht, in wie weit die verschiedenen Eco Guide Konzepte intuitiv erkannt werden können.

8.2.1 Intuitive Erkennbarkeit V1-V5

Die Probanden wurden gebeten den abgebildeten Animationen (Abbildungen 74, 75, 76, 77) mögliche Funktionen zuzuweisen. Dabei konnte zwischen den Funktionen Warnmeldung, Tankfüllstand, Drehzahlmesser, Kraftstoffverbrauch, ökologischer Effizienz der Fahrweise und „Keine Ahnung“ ausgewählt werden. Alle dargebotenen Anzeigen sollten die ökologische Fahreffizienz anzeigen.



Abbildung 74: Testumgebung, V 1



Abbildung 75: Testumgebung V 2



Abbildung 76: Testumgebung V 3, a



Abbildung 77: Testumgebung V 3, b

Die höchste Erkennungsrate hatte **V 1** (Abb. 74), dieses Konzept konnten zehn der 14 Probanden richtig deuten. In der Altersgruppe 18-30 Jahre war die Erkennungsrate mit $\frac{5}{6}$ am größten. Das Vorbild für diese Anzeige (Abb. 46) sorgt auch für eine hohe Erkennungsrate in der Altersgruppe 31+. Für eine genauere Aussage müsste die Zahl der Probanden jedoch höher sein.

V 2 (Abbildung 75) ist eine etwas abstraktere Form von V 1. Dennoch ist die Erkennungsrate über alle Probandengruppen mit 6 von 14 auch hier recht hoch, wenn man bedenkt, dass es außer der richtigen Funktion auch fünf andere Möglichkeiten zur Wahl standen. Im Vergleich mit einer umgedrehten Animation **V 2'**¹⁴ in der gleichen Art war kein eindeutiger Unterschied zu erkennen.

Die Funktion von **V 3** (Abbildungen 76, 77), wurde nur von drei Probanden erkannt. Es ist zu vermuten, dass die Erkennungsrate in allen Versionen noch höher ausgefallen wäre, wenn die tatsächliche Fahrweise, in einer realistischen Fahrsituation, durch die Anzeige repräsentiert würde.

8.2.2 Intuitive Erkennbarkeit V 5

Die folgenden Versionen der Effizienzanzeige bestehen aus mehrere Teilen, die im Testbogen (Anhang B) durch einzelne Fragen behandelt werden. So soll entschieden werden können, ob die Zusammenhänge der Einzelteile

¹⁴Der grüne Bereich ist als langer Balken und der rote Bereich als kurzer Balken

erkannt werden. Auf Abbildung 78 ist die Effizienzanzeige V 5 mit der Blattanalogie dargestellt. Die rechte Seite der Anzeige, mit der Naturabbildung oben, dem Smog unten und einem Zeiger, der im Naturbereich grün wird, soll die aktuelle Fahreffizienz anzeigen. Der Zeiger geht von Smog auf Natur und die Blätter der Pflanze Wachsen. Bei 1000km erscheint eine Blüte, die dann zur „Eco-Score-Anzeige“ an den unteren Rand wandert.

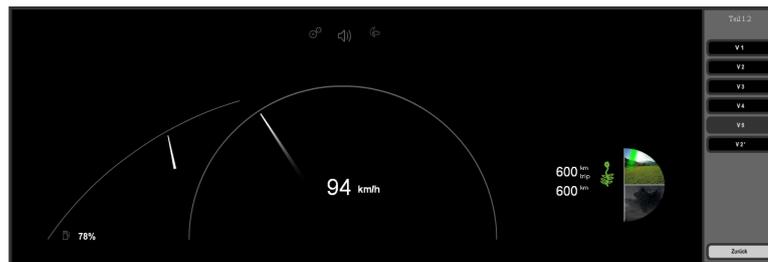


Abbildung 78: Testumgebung V 5

Mit dem Hinweis, dass die Anzeige aus zwei Teilen besteht, wurden die Probanden gefragt, was die Animation mit der grünen Grafik bedeutet beziehungsweise was das halbkreisförmige Zeigerinstrument anzeigt.

Beide Anzeigen konnten von fünf der sechs Teilnehmern zwischen 21 und 30 Jahren erkannt werden. Von den acht älteren Teilnehmern ab 31 Jahre, erkannte nur ein Teilnehmer die Funktion der Zeigeranzeige und zwei die der Pflanze. Dieses recht auffällige Ergebnis weist darauf hin, dass diese Version - bezogen auf die intuitive Erkennbarkeit - kaum für die designierte Zielgruppe geeignet ist, für eine jüngere Zielgruppe jedoch durchaus.

8.2.3 Intuitive Erkennbarkeit V 4

Im nächsten Teil der Evaluation wurden die Komponenten von V 4 auf ihre Erkennbarkeit getestet. In den Abbildungen 79, 80, 82 und 81 werden verschiedene Stadien in einem möglichen Ablauf der Anzeige dargestellt. Es folgt eine kurze Erklärung der Animationen anhand der Abbildungen.

Abbildung 79 zeigt die Anzeige im Zustand des ökologischen Fahrens (blaue Corona). Die Weltkarte ist halb zu sehen, was bedeutet, dass der Fahrer schon eine längere Strecke effizient zurückgelegt hat.

Abbildung 80 zeigt die Anzeige in einem neutralen Zustand (keine Corona).

Für effizient gefahrene Langstrecken füllt sich die Weltkarte komplett, und es gibt einen Punkt (Abb. 81). Dafür animiert die Weltkarte (Skalierung und Translation) an eine Position unten links. Die folgende Abbildung zeigt einen Zwischenstand der Animation.

Auf Abbildung 82 befindet sich das Fahrzeug im ineffizienten Bereich (rote Corona). In diesem Zustand nimmt die Weltkarte ab. Zusätzlich ist



Abbildung 79: Testumgebung V 4 Animation A



Abbildung 80: Testumgebung V 4 Animation B



Abbildung 81: Testumgebung V 4 Animation C

ein Eco-Punkt (unten links) zu sehen.



Abbildung 82: Testumgebung V 4 Animation D

Die Probanden sollten den einzelnen Elementen: Corona, Weltkarte und Punkt ihren Funktionen: Ökologie der aktuellen Fahrweise, Kurzstrecke und Langstrecke zuordnen.

Bei der Zuweisung zwischen Anzeigeelementen und ihrer Funktion haben fünf von sechs Probanden aus der jungen Altersgruppe (≤ 30 Jahre) alle Elemente erkannt, bei den acht Probanden über 30 Jahren gelang dies nur drei Personen. Daraus lässt sich deuten, dass diese Art der Anzeige besonders für eine jüngere Zielgruppe geeignet ist.

Bei der Frage was die Farbe Rot symbolisieren soll haben dies 10 der 14 Probanden richtig als unökologisches Fahren erkannt, obwohl die Einzelkomponenten nur von maximal acht Probanden erkannt wurden.

Bei der Frage in welcher Anzeige (V1-V5) die Probanden die aktuelle Fahrweise gut oder sehr gut erkannten, entschieden sich 13 Probanden für V 1 und 10 für V 2. Diese Tendenz war unabhängig von der Nutzergruppe. Die rein subjektive Präferenz der Probanden lag insgesamt bei Anzeige V 2. Je acht Probanden gefielen die Anzeigen V 1, V 2' und V 4.

Durchgesetzt hat sich also die Anzeige, die eine Kombination aus einer intuitiven Visualisierung, mit einer minimalistischen Darstellung. Dies entspricht auch dem, was während der Fahrt zu einer optimalen Lesbarkeit beitragen würde. Der Großteil der Probanden bevorzugt in diesem Fall also eindeutig eine Schlichte Visualisierung.

8.3 Test Teil 1.3: Verschiedenes

8.3.1 Blinker

In T 1 wurde den Probanden die Anzeige meines Blinkerkonzeptes gezeigt. Da dieser in Form, Frequenz und Farbe vorgeschrieben ist muss ermittelt werden, ob auch eine in der Form geänderte Darstellung von den Probanden erkannt wird.

Bei der Frage was die blinkende Anzeige darstellen soll, konnten nur 8 der 14 Probanden einen Blinker erkennen. Von diesen Probanden waren

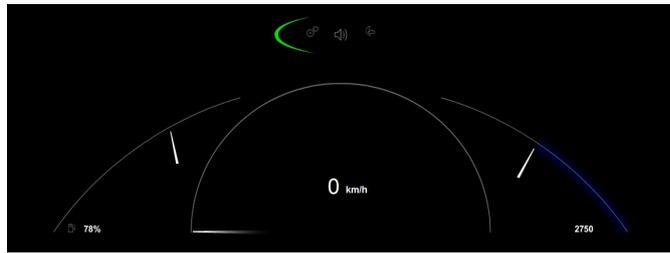


Abbildung 83: Blinkerdarstellung in Punkt T 1 in TestTeil1.swf

nur drei in der Altersgruppe über 30 Jahre und nur einer in der Gruppe der Vielfahrer. Es scheint also ein großer Zusammenhang zwischen Erfahrung und Konvention im Falle standardisierter Anzeigeelemente zu geben. Somit ist allgemein davon abzuraten, etablierte Symbolik zu ändern, auch wenn diese Änderung so gering ausfällt wie im Beispiel der Blinkeranzeige.

8.3.2 TW-Assistent

Der TW-Assistent wurde wie auf Abbildung 38 zu sehen durch eine Animation angezeigt. 10 der Probanden gaben an, das dadurch vermutlich eine Warnung vor einem Auto im toten Winkel angezeigt werden soll. Bedenkt man, dass wenige der Probanden über Erfahrungen mit diesem Assistenzsystem verfügen, kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil der Probanden das System nur anhand der Art der Darstellung erkennen konnten. Für eine genauere Bewertung der Animation, muss sie jedoch mit den vorhandenen Anzeigen¹⁵ verglichen werden.

8.3.3 2D vs. 3D am Beispiel der Reifendruckwarnung

In diesem Experiment werden zwei 2D-Darstellungen (Draufsicht und Seitenansicht) mit der 3D-Darstellung verglichen. Die zum Testen verwendeten Animationen wurden zur besseren Vergleichbarkeit alle mittels UI-Composer erstellt. Bei der Erstellung wurde besonders darauf geachtet, dass die Art der Animation (Einfliegen des Autos von oben/rechts und Transparenzen) und die Endgröße (Fläche) einander entsprechen.

Die Animation der Reifendruckwarnung befindet sich in der Datei *TestTeil1.swf* im Untermenü Teil 1.3 -> T 3. Von den 14 befragten Probanden sagten 10 aus, dass sie den Reifen in der Draufsicht am besten erkennen würden, nur zwei bevorzugten die perspektivische Darstellung. Dennoch kann durch dieses Ergebnis nicht ausgeschlossen werden, dass die Probanden rein subjektiv die dreidimensionale Darstellung gewählt hätten. Es

¹⁵Symbol im Seitenspiegel

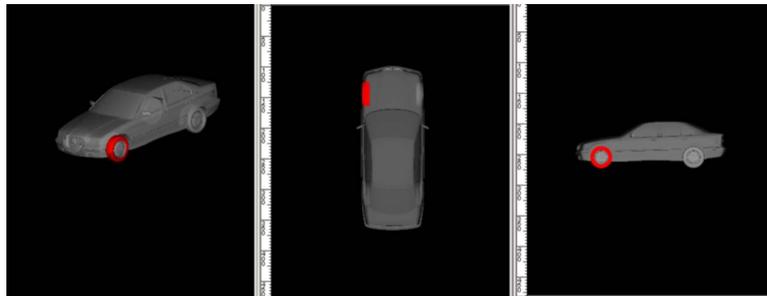


Abbildung 84: Verschiedene Darstellungsformen des Fahrzeuges für die Reifendruckwarnung

kann also festgestellt werden, dass die Verwendung von dreidimensionalen Darstellungen aus Gründen der Lesbarkeit grundsätzlich in Frage zu stellen ist.

8.4 Test Teil 3: Animierte Warnmeldung am Beispiel von Night View

Um eine schnellere und sichere Erkennung von Warnmeldungen - wie beispielsweise einer Personenwarnung des Night Vision - zu gewährleisten, habe ich die Steuerung der Aufmerksamkeit, durch Animationen im peripheren Sichtfeld vorgeschlagen. Das Prinzip und die Wirksamkeit sind zwar schon hinreichend untersucht, dennoch kann es sein, dass die Animation auf Grund der Geometrie¹⁶, nicht nötig ist, um die Aufmerksamkeit zu lenken. Bei bestehenden Systemen werden Rechtecke um die erkannten Personen gezeichnet und/oder eine blinkende Umrandung verwendet. Es muss untersucht werden, ob die bestehenden Visualisierungen eventuell ausreichen und eine Animation in diesem Fall keine Verbesserung bringt. Die Visualisierung eines Objekterkennungssystems, vergleichbar mit dem des Toyota Crown (Abb. 14), wird der Erweiterung um eine Animation ähnlich der Warnmeldungen, gegenübergestellt.

8.4.1 Aufbau, Umsetzung

Windschutzscheibenspiel Im primären Sichtfeld der Testperson befindet sich in einiger Entfernung eine Beamerprojektion, die den Bereich der Windschutzscheibe abdeckt. Damit die Testperson, entsprechend einer realen Fahrt, auch primär auf diesen Bereich schaut, soll sie ein animiertes „X“ mit der Maus anklicken. Um die visuellen Ablenkungen der Umgebung zu simulieren, werden zusätzlich zu dem X, an unterschiedlichen Stellen zufällige Symbole¹⁷ angezeigt. So soll der Proband visuell und mo-

¹⁶Displaygröße in Bezug zur Umgebung und Sitzposition des Fahrers

¹⁷Symbole sind z.B. roter Kreis, grüner Stern ...

torisch gefordert werden.

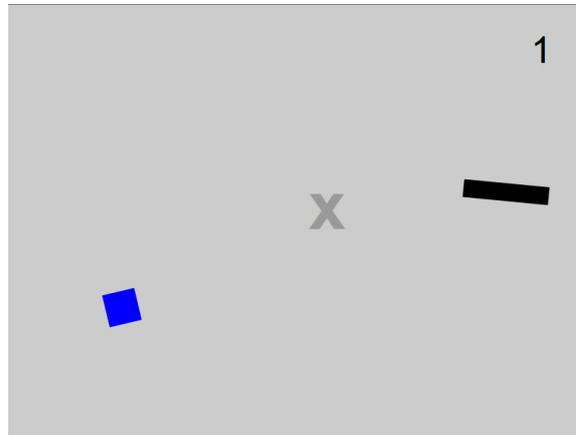


Abbildung 85: Windschutzscheibenspiel, Beamerprojektion

Das Spiel wurde in Flash und Actionscript 2.0 umgesetzt und ist unter der Datei *TestSpielWindschutzscheibe.fla* zu finden. Die Ausgaben des Spiels sowie der Darstellung des FPK können nur durch das *.fla* genutzt werden. Der Aufbau ist sehr einfach:

Der erste Layer *ASZeit* dient der Synchronisation mit dem NV-Video. der Layer enthält Framemarkierungen und Zeitausgaben. Im 2. Layer *Action* ist das Actionscript für die Behandlung von Eingaben der Probanden enthalten.

Listing 1: Beispielcode des X-Spiels

```
1 var hit:Number=0;
2 var sec:Date=new Date();
3 var PersonHit:Number=0;
4 btn.onPress= function ():Void{
5     hit+=1;
6     points_txt.text=hit;
7
8     trace("X_nummer_" + hit + "_getroffen_an_Sec_" +
9     Math.round(_currentFrame / 60));
10
11 };
12
13 function onKeyDown(){
14 if (Key.isDown(Key.SPACE)){
15     PersonHit+=1;
16
17     trace("Person_nummer_" + PersonHit + "_erkannt!
18     An_Sekunde_" + Math.round(_currentFrame / 60));
```

```
19 }  
20 }  
21 Key.addListener( this );
```

Das Zielobjekt *X* ist ein Flashobjekt vom Typ *Button*. Wird diese getroffen, wird eine Funktion ausgeführt, die die Punktezah erhöht und das Ergebnis sowie den gerundeten Zeitpunkt des Treffers in Sekunden (Framerate/60) ausgibt.

Um mögliche Fehler durch den Betrieb zweier Flashplayer auszuschließen, wurde hier auch die die Funktion implementiert, die ausgibt wann ein Proband durch drücken von *SPACE* eine Person im NV-Video erkannt hat. Auch hier wird die Gesamttrefferzahl und der Gerundete Zeitpunkt ausgegeben.

Die übrigen Layer dienen der Animation des Button *X* und der zur konstanten Ablenkung bestimmten anderen Objekte.

Darstellung für das FPK Ein handelsüblicher 15,4" Laptop wurde für die Anzeige des FPK verwendet. Die Größe des dargestellten FPK entspricht recht genau einem Display, das für das FPK zum Einsatz kommen kann. Es befindet sich im Abstand von ca. 15 Grad unterhalb der Beamerprojektion. Die Entfernung zwischen Proband und Display liegt bei ca. 100 cm, was einem durchschnittlichen Wert im Fahrzeug entspricht.

Zur Anzeige des FPK wird die Datei *TestenTeil2 fla* verwendet. Im FPK werden drei aufeinander folgende NV-Videos gezeigt. Diese sind folgendermaßen aufgebaut:

Während einer Fahrzeit von 15 Sekunden laufen 8 Personen an oder über die Fahrbahn. Wenn die Personen von der Objekterkennung erfasst werden, erscheinen unter ihnen weiße Ziffern:

Person Ziffer 1 nach ca. 4,5 Sekunden

Person Ziffer 0 nach ca. 7,4 Sekunden

Person Ziffer 3 nach ca. 9,8 Sekunden

Person Ziffer 5 nach ca. 11,6 Sekunden

Person Ziffer 1 nach ca. 22,6 Sekunden

Person Ziffer 0 nach ca. 25,4 Sekunden

Person Ziffer 3 nach ca. 27,2 Sekunden

Person Ziffer 5 nach ca. 29,3 Sekunden

Die Personenerkennung wird im NV-Video in den drei schon erwähnten Versionen **86** gezeigt:

- Nur ein blinkendes Rechteck um die Personen
- Zusätzlich blinkende Umrandung um das gesamte Video(vlg. Toyota Crown, Abbildung 14)
- Animierte Warnmeldung (in Abschnitten 7.2.3 und 7.8.7)

Um eine Vergleichbarkeit der Konzepte zu erreichen, wird die Animation der Warnmeldung erst ausgelöst, wenn die Objekterkennung (blinkendes Rechteck um Person) ein Objekt erkannt hat.



Abbildung 86: 3 Versionen der Personenwarnung

Bei der Auswahl der Probanden für einen Test der peripheren Wahrnehmung muss auf einen möglichst breite Verteilung an Altersgruppen

geachtet, da von einer starken altersbedingten Abhängigkeit ausgegangen werden muss (Abschnitt 7.4.1).

Ablauf Die Fahrscenen des Night Vision-Systems werden im Kombi abgespielt, während der Proband das interaktive Spiel im Windschutzscheibenbereich spielen soll. Die X-Trefferzahl gibt einen Eindruck über die Aufmerksamkeit des Probanden auf die „Fahrbahn“. So kann erkannt werden, ob ein Proband eventuell nur das Kombi im Blick hat.

Die Probanden haben die Anweisung möglichst viele X mit dem Mauszeiger zu treffen, sollen aber auch auf mögliche Personen auf dem Night View Video achten. Erkennt ein Proband eine Person, sollte er dies durch Tastendruck¹⁸ signalisieren. Die Zeit des Tastendrucks wird gemessen, die Zeit zu der die Personen signalisiert werden ist festgelegt, damit können Fehltreffer erkannt werden. Als gültige Treffer (in den Tabellen 91 und 90 als „Personen richtig“ bezeichnet) gilt, wenn die Bestätigung durch Tastendruck unmittelbar auf die Personenwarnung folgt.

Ergebnisse Durch die zu schnelle Abfolge der Personen im Night View Video, ist eine Auswertung der Reaktionszeit zu ungenau. Teilweise waren auch mehrere Personen zu sehen. Einige Probanden reagierten dann auch mehrfach, obwohl die Person noch nicht von der Personenerkennung erfasst wurde. Bei der Auswertung der Testdaten kann diesem Problem begegnet werden, indem nur die jeweils erste Person in den Abfolgen zur verwendet wird. Nach 8.4.1 wären das die beiden Personen mit Nummer 1. Werden nur diese beiden Personen berücksichtigt, werden alle Zufalls-treffer eliminiert, die vor allem dann auftraten, wenn mehrere Personen auf dem Video zu sehen waren.

Tabelle 90 fasst die Ergebnisse aller Probanden zusammen. Die linke Spalte zeigt Alter und Geschlecht der Probanden. Nach rechts ist die Anzahl der erkannten Personen, die Anzahl der richtig erkannten Personen und die Anzahl der getroffenen X aus dem Windschutzscheibenspiel, für jede Version des Night View Videos angegeben. Für jede Altersgruppe (24-27, 32-34 und 41-65 Jahre) und über alle Probanden wurde ein Mittelwert und Prozentsatz jeder Anzahl errechnet. Der Prozentsatz errechnet sich aus dem Maximalwerten und den Tatsächlich erreichten Wert. Der Maximalwert pro Video für Personen beträgt acht. Es können Maximal zwölf X in jedem Video getroffen werden. Die Unterschiede zwischen erkannten Personen und richtig erkannten Personen ist auf Frequenz und Anordnung der auftauchenden Personen zurückzuführen. Es ist davon auszugehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass keine Fehltreffer auftreten wenn die Personen auf den Videos mit einem größeren Abstand erscheinen. Wichtig für die Auswertung bleibt nun noch die Anzahl der richtigen

¹⁸Bewegung, als Analogie zum Bremsen

Personen und die Anzahl getroffener X. Das Diagramm in [Abbildung 87](#) zeigt die durchschnittlich richtig erkannten Personen abhängig von Altersgruppen und Video. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Visualisierungen ist deutlich zu erkennen. Das in dieser Arbeit erdachte Konzept einer animierten Warnmeldung, scheint einfachem Blinken im Falle von Personenwarnungen überlegen.

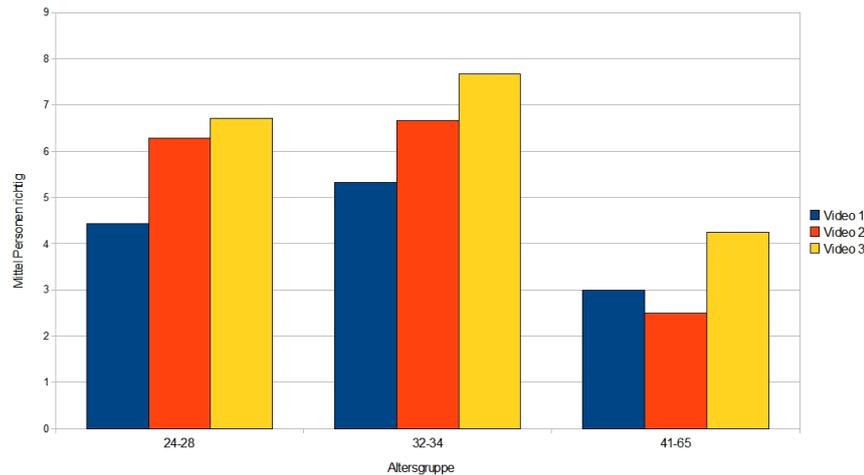


Abbildung 87: Mittelwerte Richtiger Personenerkennung der Probanden

Über alle Probanden ergibt sich die Erkennungsrate:

$$\left(\frac{\sum \text{richtigerkannte Personen}}{\sum \text{erkennbare Personen}} * 100 \right) \quad (1)$$

Video 1: 52,68%

Video 2: 66,07%

Video 3: 77,68%

Ein möglicher Lerneffekt durch die gleichen Videos ist nahezu auszuschließen. Keinem Probanden ist die Gleichheit der Personenabfolge aufgefallen, sie keine Gelegenheit hatten sich die Videos in Ruhe anzuschauen.

Um Fehler durch die zu hohen Frequenz der Personen ([siehe 8.4.1](#)) auszuschließen. Wurden im folgenden Diagramm nur die beiden Personen mit der Nummer Eins berücksichtigt. Vor diesen Personen war mindestens 4,5 Sekunden keinerlei Warnmeldung aktiv, sodass die meisten Probanden ausschließlich mit dem Wunschutzscheibenspiel beschäftigt waren. Wie schon erwähnt können bei diesen Personen, Zufallstreffer nahezu ausgeschlossen werden. Wenn die Warnmeldung nicht funktioniert, wird ein Proband die Person nicht erkennen. Dies wird auch durch die Ergebnisse im [Diagramm 88](#) der Evaluation bestätigt.

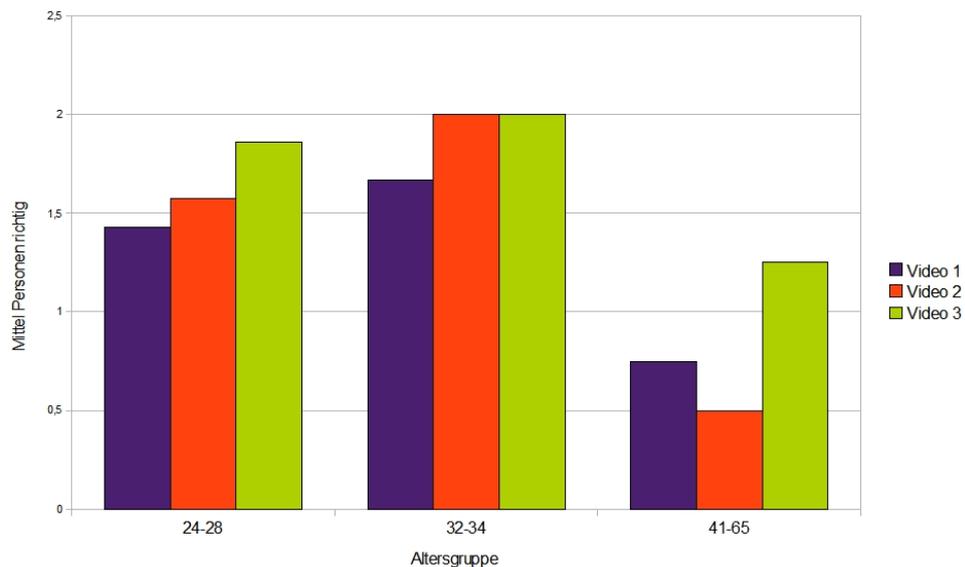


Abbildung 88: Mittlere Erkennungsrate bezogen auf Person 1

Zwar ist in der Altersgruppe 32-34 Jahre kein Unterschied zwischen Video zwei und drei zu erkennen, die beiden anderen, größeren Altersgruppen belegen jedoch eine deutlich höhere Erkennungsrate mit der animierten Warnmeldung in Video 3.

Beachtlich ist, dass die Probanden mit einer Blickführung (in Video 3) nicht nur mehr Personen richtig erkennen, sondern gleichzeitig auch mehr X treffen konnten. Ein Proband lieferte nach dem Test eine plausible Erklärung: In Video drei hat er sich ganz auf das Windschutzscheibenspiel konzentrieren können, da die Warnmeldung so Eindeutig war, dass er kaum auf die Night View Anzeige geachtet hat. Die animierte Warnmeldung steigert also nicht nur die Erkennungsrate, sie mindert durch ihre Eindeutigkeit auch die Belastung des Fahrers. Man könnte auch vermuten, dass die Probanden durch einen Lerneffekt eine Verbesserung der X-Treffer erreicht haben, einige Zahlen sprechen jedoch gegen einen Lerneffekt. [Abbildung 89](#) zeigt die prozentuale X-Trefferquote:

$$\left(\frac{\sum \text{getroffene } X}{\sum \text{treffbare } X} * 100 \right) \quad (2)$$

Altersgruppe 32-34 Jahre ist zu klein um den Lerneffekt auszuschließen. Die Werte der anderen Gruppen sind zu sprunghaft, als dass es sich um einen Lerneffekt halten könnte. Außerdem ist zwar die Anzahl der X in jedem Video gleich, die Animationen unterscheiden sich jedoch leicht.

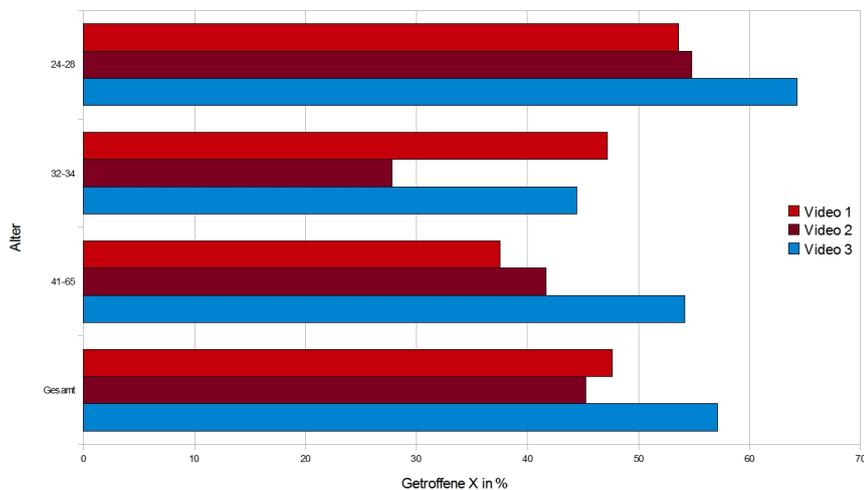


Abbildung 89: Getroffene X

9 Zusammenfassung und Ausblick

Im folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst und entsprechende Ansatzpunkte für weitere Arbeiten gegeben. Aufgrund der Vielfalt werden die Themenkomplexe in Einzelabschnitten behandelt.

9.1 Hard- und Softwareplattform

Anhand der durch das Projekt vorgegebenen Anforderungen ließ sich keine exakte Aussage über die idealen Plattformen machen. Spezifiziert werden muss vor allem, ob echte 3D-Inhalte angezeigt werden müssen, da davon abhängt, ob eine Hardware mit 3D-Beschleunigung verwendet werden muss. Die Anforderungen deuteten darauf hin, dass alle Anzeigeelemente auch in 2,5D umgesetzt werden können und durch vorgerenderte 3D-Animationen komplettiert werden können. Die in Adobe Flash entwickelten Konzepte sind prinzipiell auf der ermittelten Hard- / Software-Plattform lauffähig. Sobald die Plattform feststeht, sollte die Performance der Animationen darauf getestet werden.

9.1.1 Sicherheitsaspekte

Im Falle von Kombis ist großer Wert auf die Verlässlichkeit der Anzeige zu legen. Bei sicherheitsrelevanten Anzeigen muss eine korrekte Anzeige sichergestellt sein. Offensichtlich bedeutet dies eine priorisierte Anzeige. Es bedeutet aber auch, dass Anzeigeelemente getrennt werden müssen. Besonders wichtige Anzeigeelemente sollten in einem eigenen Prozess laufen, um eine Unabhängigkeit von Systemfehlern herzustellen. Beim Einsatz von Adobe Flash könnte das durch die Verwendung mehrerer Flashplayer

umgesetzt werden. Für einzelne Elemente ist sogar sicherzustellen, dass die Anzeige korrekt im Framebuffer ankommt. Eine vergleichbare Überwachung in herkömmlichen Kombis findet beim Start des KFZ statt. Alle Warnlampen werden auf Funktion geprüft. Selbst wenn bei der Software auf alle Eventualitäten geachtet wurde, können extreme Bedingungen auftreten, mit denen man in der Entwicklung am PC weniger Kontakt hat. Die Grundfunktionalitäten müssen beispielsweise auch bei einem Leistungsabfall oder sogar Ausfall der GPU erhalten bleiben. Dem kann man beispielsweise mit einem „Backuplayout“ begegnen, das keine hohen Rechenleistungen hat und dadurch auch ohne GPU funktionieren kann.

9.1.2 Toolbox für den Aftermarket

Das FPK bietet die Möglichkeit das Layout des Kombis in beliebigen Abschnitten eines Fahrzeuglebens zu ändern. Voraussetzung dafür ist die Entwicklung einer lückenlosen Toolchain, die das Entwerfen eigener Konzepte und direkte Umsetzung auf Target-Hardware ermöglicht. Der Käufer hat somit die Möglichkeit bei der Bestellung aus verschiedenen Vorgaben zu wählen, oder sich ein personalisiertes Kombi, mit dem Händler zusammen zu erstellen, oder aber sogar selbst zu Hause zu erstellen und das Kombi nachträglich seinen Wünschen anzupassen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Möglichkeiten soweit eingeschränkt werden, dass nur Konzepte entstehen, die gesetzlichen Vorgaben entsprechen sodass die Sicherheit erhalten bleibt.

9.2 Anzeigekonzepte

9.2.1 Animierte Warnmeldungen

Die Wirksamkeit der entwickelten Warnmeldung zur Steuerung der Aufmerksamkeit, wurde anhand eines Nutzertests in einer Simulation bestätigt. Die Warnmeldung und andere entwickelte Konzepte, sind nur in einem FPK umzusetzen. Damit wird gezeigt, dass der Einsatz eines FPK zu einer erhöhten Sicherheit und besserer Bedienbarkeit führen kann. Das FPK sollte jedoch nicht isoliert vom restlichen HMI betrachtet werden, damit seine Möglichkeiten voll ausgeschöpft werden können.

Eine mögliche Erweiterung der Warnmeldung, ist die Verknüpfung mit schon jetzt existierenden Systemen zur Überwachung des Fahrers. Diese können die Blickrichtung des Fahrers ermitteln. Verbindet man diese Informationen mit einem FPK, kann man eventuell anzuzeigenden Meldungen auf die Blickrichtung anpassen. Im Folgenden werden einige Anwendungsbeispiele ausgeführt:

- Kann anhand der Blickrichtung ermittelt werden, dass der Fahrer in Richtung der Gefahr schaut, kann komplett auf eine Animation der

Meldung verzichtet werden. Wegen möglicher Fehler der erkannten Blickrichtung sollte aber eine Minimaldarstellung der Meldung angezeigt werden.

- Die Warnmeldung können auch Stufenweise verstärkt werden, bis die Blickrichtung darauf deutet, dass der Fahrer die Warnmeldung erkannt hat.
- Die Richtung der Animation ist speziell bei großen Displays wichtig. Blickt der Fahrer oben links an der Warnung vorbei, lenkt eine Animation von oben links den Blick des Fahrers auf die richtige Stelle des Displays.

9.2.2 Einbeziehung Normen und Richtlinien zu Displays im Kraftfahrzeug

Die Einhaltung wahrnehmungspsychologischer Gegebenheiten und Aspekten der Softwareergonomie, hat in einigen Fällen nicht ausgereicht um eine intuitive Erkennung von Anzeigeelementen zu gewährleisten. Daher sollte bei zukünftigen Konzepten mehr auf existierende Normen geachtet werden. ISO/DIS 15005 15006 15007 15008 sollen die Gestaltung der HMI in Kfz vereinheitlichen. Gegebenenfalls ist darauf zu achten, dass die entworfenen Konzepte diese Normen einhalten. Im Falle eines FPK sollte speziell ISO/DIS 15008 genauere Beachtung finden; in dieser werden Empfehlungen über die Gestaltung visueller Informationen gegeben. ISO/DIS 15007 beschreibt die Methode und Apparatur zur Messung des Blickverhaltens bei der Nutzung von Fahrerinformationssystemen. In ISO/DIS 15005 werden generelle Dialogprinzipien beschrieben. ISO/DIS 15006 beschreibt die Gestaltung auditiver Informationen.

9.2.3 Entwicklung von Anzeigekonzepten für das gesamte HMI

Die entwickelten Konzepte dieser Arbeit zeigen einige Möglichkeiten auf, die durch herkömmliche Kombis nicht realisierbar wären. Die vom übrigen HMI des Fahrzeugs isolierte Betrachtungsweise, führt jedoch zu einer Einschränkung der Möglichkeiten. Eine gesamtheitliche Betrachtung in der das Kombi als Teil des HMI zusammen mit den restlichen Anzeigesystemen eines HMI gesehen wird, birgt ein großes Potential. Als Beispiel kann die animierte Personenwarnmeldung dienen. Bleibt diese nicht auf das Kombi beschränkt, ist eine noch stärkere Verbesserung der Erkennungsrate möglich. Ein HUD als Erweiterung des FPK ermöglicht eine noch bessere Lenkung der Wahrnehmung auf Warnmeldungen. Da das HUD seine Bilddaten ohnehin vom Kombi erhält, ist diese Verbindung relativ leicht umzusetzen.

9.3 Test HMI-Gesamtssystem

In der Umfrage konnte die intuitive Erkennbarkeit einzelner Konzepte teilweise bestätigt oder widerlegt werden. Die Anzeigekonzepte könnten aus gegebenen Gründen nur in Teilen getestet werden. Um eine genauere Aussage über deren Einsetzbarkeit im Serienbetrieb treffen zu können, muss ein Testsystem geschaffen werden, das alle Elemente enthält, die den Fahrer während der Fahrt beeinflussen. In konkreten Fahrsituationen sind die Bedienung der Interaktiven Elemente (z.B. Menüs) und die Wirksamkeit der Assistenzsysteme zu testen. Dafür muss vor allem in praxisnahen Extremsituationen¹⁹ getestet werden, in wie weit der Fahrer beim Erledigen der Fahraufgabe unterstützt, oder im schlechtesten Fall, abgelenkt wird. Es muss großen Wert auf die Vollständigkeit des gesamten HMI gelegt werden, damit evtl. auftretende Wechselwirkungen zwischen den Einzelkomponenten²⁰ erkannt werden können. Visuelle, haptische und auditive Ein- und Ausgaben müssen zu einem HMI-Gesamtssystem verknüpft werden. Zur Gestaltung eines gesamten HMI, schlage ich die Klassifizierungen nach AIDE (Abschnitt 7.7.2) vor. Damit können zunächst abstrakte Repräsentationen des HMI erstellt werden. Als Basis dienen die verfügbaren Komponenten (wie Ein-/Ausgabegeräte, Daten aus den Assistenzsystemen, ...). Anhand verschiedener Szenarien, kann dann ein Gesamtsystem erstellt werden, dass in jeder Situation eine optimale Darstellung liefert. Die Szenarien könne dann als Basis von Evaluationen genutzt werden. Bevor konkrete Funktionalitäten umgesetzt werden ist es sinnvoll zunächst mittels der Technik des Wizard of Oz Prototyping zu testen. Damit können Probleme im HMI schon vor der Implementierung erkannt werden. Es ist jedoch fraglich, ob reines Wizard of Oz Prototyping in einem so komplexen HMI umzusetzen ist.

9.4 Nicht weiter verfolgte Konzepte

Der folgende Abschnitt enthält Konzepte die wegen der Zeitlichen Einschränkung der Arbeit nicht umgesetzt werden konnten.

- Interaktiver Demomodus, als Ersatz für Bedienungsanleitung des Kombis und/oder Fahrzeuges.
- 3D-Effekt durch Ermittlung der Augenposition (Vergl. „Wii 3D Display“)
- Augmented Reality in den Videobasierten Anzeigen (z.B. Night View)

¹⁹z.B. Nachtfahrt mit eingeschaltetem Night View und Navigationssystem, der Fahrer nimmt Menüeinstellungen vor, während die Personenerkennung aktiv wird

²⁰HUD, Zentraldisplay, Kombi

- Konzepte für die Anzeige alternativer Eingabegeräte wie Sprach- und Gestenbedienung

Literatur

- [AAPE05] AMEDITIS, ANGELOS, LUISA ANDREONE, ARIS POLYCHRONOPOULOS und JOHAN ENGSTRÖM: *Design and development of an adaptive integrated driver-vehicle-interface: Overview of the AIDE-Project*. Technischer Bericht, Institute of Communications and Computer Systems, 2005.
- [Aré00] ARÉVALO, DR. LUIS: *Das Kfz-Cockpit*. In: *Konferenz Innovative Sicherheitssysteme im Kfz*, 2000.
- [BDGP⁺04] BELLOTTI, F., A. DE GLORIA, A. POGGI, L. ANDREONE, S. DAMIANI und P. KNOLL: *Designing configurable automotive dashboards on liquid crystal display*, Seiten 247–265. Springer, 2004.
- [BJ88] BOFF, K.R. und LINCOLN J.E.: *User's Guide Engineering Data Compendium Human Perception and Performance*. Technischer Bericht, Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1988.
- [Bub03] BUBB, H: *Fahrerassistenz primär ein Beitrag zum Komfort oder für die Sicherheit?*, Seiten 25–33. *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme (S.)*. Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag., 2003.
- [Bur05] BURGARD, ESTHER: *Fahrkompetenz im Alter, Die Aussagekraft diagnostischer Instrumente bei Senioren und neurologischen Patienten*. Doktorarbeit, Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München, 2005.
- [Bur08] BURMEISTER, MICHAEL: *Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug, Benutzerzentrierte Gestaltung von Benutzungsschnittstellen*, Seiten 321–336. Verlag Vieweg, 2008.
- [BW92] BABER, C und J WANKLING: *An experimental comparison of test and symbols for in-car reconfigurable displays*. *Applied Ergonomics* Vol 24 Nr. 4, Seiten 255–262, 1992.
- [Coh01] COHEN, A.: *Leistungsanforderungen und Möglichkeiten der Senioren als Fahrzeuglenker*. Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B.

- (Hrsg.). *Mobilität älterer Menschen*. Opladen (Leske und Budrich), Seiten 241–258, 2001.
- [Dag08] DAGENBACH, S.: *Gesetzliche Regelungen bei KI*, 2008.
- [EN06] ERICSSON, TOMAS und MONIKA NILQUIST: *A Personalized Car*. Diplomarbeit, Linköping University, 2006.
- [FDFT06] FRICKE, DIPL.-PSYCH. N., DR. RER. NAT. M. DE FILIPPIS und PROF. DR. PHIL. M. THÜRING: *Zur Gestaltung der Semantik von Warnmeldungen*. VDI-Berichte Nr. 1960, 2006.
- [GBS80] GALER, M., A. BAINES und G. SIMMONDS: *Ergonomic aspects of electronic dashboard instrumentation*. D. J. Obourne & J. A. Lewis (Eds.) *Human Factors in Transport Research (Volume 1)*, 1980.
- [GH08] GRAF, RALF und JÜRGEN HELLBRÜCK: *Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug, Informationsverarbeitung beim Menschen*, Seiten 337–348. Verlag Vieweg, 2008.
- [Gre95] GREEN, PAUL: *Vehicle Malfunction Warnings*. Technischer Bericht, University of Michigan Transportation Research Institute, 1995.
- [HM03] HAMBERGER, W und G MAUTER: *Audi MMI*. VDI-Berichte Nr. 1768, 2003.
- [Js03] JACKO, JULIE A. und ANDREW SEARS: *The Human-Computer Interaction Handbook*, Seiten 245–330. Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
- [Kat63] KATZ, D.: *Gestaltpsychologie*. Basel Stuttgart: Schwabe, 1963.
- [KDN⁺06] KLAUER, S.G., T. A. DINGUS, V. L. NEALE, J.D. SUDWEEKS und D.J. RAMSEY: *The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data*. Technischer Bericht, Virginia Tech Transportation Institute 3500 Transportation Research Plaza (0536) Blacksburg, Virginia 24061, 2006.
- [KP93] KARWOWSKI, W. und B. PEACOCK: *Automotive ergonomics*. Taylor & Francis Washington, DC, 1993.
- [KW03] KÖNIG, WINFRIED und THOMAS WITTIG: *ADAS: A Survey of HMI Aspects*. In: *4th ADASE II Workshop on Sensors & Actuators*, 2003.

- [MAAA03] MEIER-ARENDT, DIPL.-PSYCH. G., DR. H.-B. ABEL und SIEMENS VDO AUTOMOTIVE AG: *Zukünftige Fahrerinformationssysteme im Kraftfahrzeug - Ergonomische Optimierung des Human Machine Interfaces*. VDI-Berichte Nr. 1768, 2003.
- [Mer08] MEROTH, ANSGAR: *Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug*, Seiten 79–114 and 338–355. Verlag Vieweg, 2008.
- [NB99] NOYES, JANET M. und CHRISTOPHER BABER: *User-centered Design of Systems*. Springer, 1999.
- [Ray98] RAYNER, K: *Eye movements in reading an information processing: 20 years of research*. Psychological Bulletin, 124, Seiten 372–422, 1998.
- [RH07] RIEGER, WOLFGANG und MICHAEL HEIMRATH: *Neue Anzeigetechnologien für Fahrerassistenzsysteme*. Aachener Kolloquium: Fahrzeug- und Motorentechnik, 16, 2007.
- [RR08] ROMERA RUÉ, MARIA: *AIDE Use cases & Design Scenarios at AIDE final workshop 15.-16. April in Gothenburg*. Technischer Bericht, SEAT, 2008.
- [Sch02] SCHATTENBERG, KAY: *Fahrzeugführung und gleichzeitige Nutzung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen*. Doktorarbeit, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2002.
- [Sch06] SCHLIEP, DR.-ING FRANK: *Frei programmierbares Projektions-Kombiinstrument*. ATZ elektronik 03, 2006.
- [Sch07] SCHMIDT, DR.-ING MARTIN: *Innovative Anzeigesysteme im Automobil*. VDI-Berichte Nr. 2000, 2007.
- [SMRR78] SHINAR, D, E.D. MCDOWELL, N.J. RACKOFF und T.H ROCKWELL: *Field dependence and driver visual search behavior*. Human Factors 20, 1978.
- [SOW⁺02] SCHMIDT, LUDGER, OLAF OEHME, STEFAN WIEDENMAIER, ANDREAS BEU und PHILIPP QUÄT-FASLEM: *Usability Engineering für Benutzer-Interaktionskonzepte von Augmented-Reality-Systemen*. RWTH Aachen, User Interface Design GmbH München, 2002.
- [TBK06] TÖNNIS, MARKUS, VERENA BROY und GUDRUN KLINKER: *A Survey of Challenges Related to the Design of 3D User Interfaces for Car Drivers*. IEEE Symposium on 3D User Interfaces, 2006.

A Übersicht der Anzeigeelemente

A.1 Gesetzlich vorgeschriebene Anzeigen

Airbag Bereitschaft des Airbag-Systems, Funktionskontrolle der Kontrollleuchte beim Start des Motors vorgeschrieben

AIR BAG OFF signalisiert, dass Beifahrerairbag abgeschaltet ist, muss vom Beifahrersitz aus erkennbar sein, darf nicht für AIR BAG-Betriebsbereitschaft verwendet werden.

Ganganzeige Anzeige der selektierten Fahrstufe

Fernlicht Wird eine Betätigungseinrichtung für mehrere Funktionen verwendet, so darf sie durch ein oder mehrere Symbole gekennzeichnet sein. USA: Auch Blau oder Grün

Begrenzungsleuchte Wird eine Betätigungseinrichtung für mehrere Funktionen verwendet, so darf sie durch ein oder mehrere Symbole gekennzeichnet sein, wenn nicht mit Hauptschalter kombiniert. Entfällt bei Handbetätigung an der Lenksäule oder Fußbetätigung. Nicht erforderlich, wenn Beleuchtung der Instrumententafel nur zugleich mit den Begrenzungsleuchten eingeschalten werden kann

Kraftstoffzusatzheizung Anzeige des Betriebszustandes: Eine deutlich sichtbare Betriebsanzeige im Sichtfeld des Betreibers muss darüber informieren, wann das Heizgerät ein- oder ausgeschaltet ist.

Nebelscheinwerfer Wird eine Betätigungseinrichtung für mehrere Funktionen verwendet, so darf sie durch ein oder mehrere Symbole gekennzeichnet sein. Sind Anzeiger und Kontrollleuchte kombiniert, so darf für beide zusammen ein gemeinsames Symbol verwendet werden. Kontrollleuchte ab 02/98 vorgeschrieben.

Nebelschlussleuchte Kontrolleinrichtung vorgeschrieben. Wird eine Betätigungseinrichtung für mehrere Funktionen verwendet, so darf sie durch ein oder mehrere Symbole gekennzeichnet sein. Sind Anzeiger und Kontrollleuchte kombiniert, so darf für beide zusammen ein gemeinsames Symbol verwendet werden.

Fahrtrichtungsanzeiger Optisch oder akustisch in der EG. Frequenz Blinker an/aus $1,5Hz \pm 0,5Hz$. Fahrtrichtungsanzeiger brauchen ihre Funktion nicht zu erfüllen, solange sie Warnblinklicht abstrahlt. Min 18 mm^2 Fläche

Fahrtrichtungsanzeiger Anhänger Optisch, außer wenn über Zugfahrzeug Funktion eindeutig erkennbar

Warnblinkanlage Rote Kontrollleuchte kann gemeinsam mit Blinker funktionieren. Kann in den USA entfallen, wenn bei getrennten Blinker-Warnleuchten beide Warnleuchten gemeinsam blinken. Frequenz Blinker an/aus $1,5Hz \pm 0,5Hz$

Feststellbremsanlage Kann in Funktionsstörung Bremsanlage integriert sein

Funktionsstörung Bremsanlage Für ABS Überwachung nicht zulässig. In USA nicht gefordert, aber bei Verwendung einer gemeinsamen Kontrollleuchte mit Feststellbremse oder Stand der Bremsflüssigkeit ist Schriftzug BRAKE erforderlich, Schrifthöhe 3.2 mm in Großbuchstaben. Australien, wie USA, jedoch auch ISO Symbol erlaubt. Funktionskontrolle bei Zündung ein.

ABS Fehlfunktion des ABS, Geberbruch/-ausfall. Eine andere Schriftform ist zulässig. Schrifthöhe 3.2 mm in Großbuchstaben

Sicherheitsgurt USA: Akustische Kontrolle, alternativ zu Symbol kann ein Schriftzug angezeigt werden

Saudi Arabien: Symbol und/oder akustische Anzeige EG : optional (zulässig) Japan : vorgeschrieben Australien : vorgeschrieben akust. Warn. + rote Kontrollleuchte, wenn Gurtschloss nicht geschlossen, oder Schriftzug: Fasten seat belts oder Fasten belts, Funktionskontrolle vorgeschrieben. Darf nicht an der selben Stelle wie Fernlicht, Bremse oder Blinker angezeigt werden

Funktionsstörung Reifen Low tire pressure warning telltale: in USA für Neuzulassungen vorgeschrieben. Anzeige, dass Reifen zu wenig Druck aufweist, oder welcher Reifen zu wenig Druck aufweist. Auch als: Funktionsstörung Reifendrucküberwachungssystem; dann eine Minute blinkend nach Zündung ein, danach dauernd ein.

Funktionsstörung Reifendrucküberwachungs-system Dauernd an, wenn Funktionsstörung am Tire Pressure Monitoring System vorliegt. Funktionskontrolle bei Zündung ein. Alternative: Kontrollleuchte Funktionsstörung Reifen für eine Minute blinkend nach Zündung ein, danach dauernd ein.

Vorglühen Leuchtet während des Vorglühvorgangs (Dieselfahrzeuge)

Motorkühlmitteltemp. Leuchtet bei zu hoher Kühlmitteltemperatur oder zu niedrigem Kühlmittelstand. Statt der Kontrollleuchte kann ein Anzeigegerät verwendet werden. Anzeigegerät mit Bildzeichen beziehungsweise Schriftzug muss beleuchtet sein.

Kraftstoff (Vorrat) Statt der Kontrollleuchte kann ein Anzeigegerät verwendet werden. Anzeigegerät mit Bildzeichen bzw. Schriftzug muss beleuchtet sein.

Batterieladeanzeige Statt der Kontrollleuchte kann ein Anzeigegerät verwendet werden. Anzeigegerät mit Bildzeichen bzw. Schriftzug muss beleuchtet sei. Leuchtet wenn Batterie nicht geladen wird.

Motorcheck Kontrollleuchte, nicht rot, Beschriftung, oder vergleichbare Worte (dann spezielle Freigabe erforderlich) Funktionskontrolle bei Zündung ein.

Tachometer Die Anzeige des Geschwindigkeitsmessers muss sich im direkten Sichtfeld des Fahrers befinden, und der Anzeigewert muss sowohl bei Tag als auch bei Nacht eindeutig erkennbar sein. Der Anzeigebereich muss so groß sein, dass er die vom Fahrzeughersteller angegebene Höchstgeschwindigkeit enthält. Die angezeigte Geschwindigkeit darf nie unter der tatsächlichen Geschwindigkeit liegen. Bei Geschwindigkeitsmessern, die keine Digitalanzeige haben, sondern eine Skala, muss diese eine deutliche Teilung haben. Die Teilstriche der Skala müssen nach eins, zwei, fünf oder zehn *km/h* fortschreiten. Die Geschwindigkeitswerte sind auf der Skala wie folgt anzugeben: Überschreitet der höchste Wert auf der Skala 200 *km/h* nicht, so sind die Geschwindigkeitswerte in Intervallen von nicht mehr als 20 *km/h* anzugeben. Überschreitet der höchste Wert auf der Skala 200 *km/h*, so können die Geschwindigkeitswerte in Intervallen von 30 *km/h* angegeben werden. Die angezeigten Geschwindigkeitsintervalle brauchen nicht gleichförmig zu sein.

Wegstreckenzähler USA: Beschriftung „km“ oder „KILOMETERS“, wenn Anzeige in *km*, sonst ohne. Darf nicht rückwärts zählen (Staat New York) und muß bis 999 999 zählen (Australien). Genauigkeit $\pm 4\%$

Fahrdynamikkontrolle Systemfehler Symbol kann auch einen Fehler zugehöriger Systeme/Funktionen, die gleiche Komponenten wie das ESC nutzen, u.a. Traktionskontrolle, Bremssteuerung andeuten. Herstellerbedingt kann ESC Symbol auch beim Starten kurz aufleuchten um Operation des ESC anzudeuten. Ab Sept 2011: Symbol muss im Auto und klar sichtbar für den Fahrer eingebaut sein. Symbol darf nur noch erleuchten und muss weiter dauerhaft erleuchtet bleiben, wenn ein Systemfehler vorliegt. Symbol muss bei einer Kontrolle der Leuchtfunktion auch bei nicht angelassenem Motor erleuchten (Check control).

Fahrdynamikkontrolle Symbol muss bei manuellem Ausschalten des ESC erleuchten. Ab Sept 2011: 'ESC OFF' Symbol muss im Auto und klar sichtbar für den Fahrer eingebaut sein. Symbol muss dauerhaft erleuchtet bleiben, insofern das System einsatzbereit, nicht aber auf Betriebsmodus AN steht. Symbol muss bei einer Kontrolle der Leucht-

funktion auch bei nicht angelassenem Motor erleuchten (Check control).

Motoröldruck Statt der Kontrollleuchte kann ein Anzeigegerät verwendet werden. Anzeigegerät mit Bildzeichen bzw. Schriftzug muss beleuchtet sein. Kombination des Motoröldrucks und dem Symbol der Motorkühlmitteltemperatur ist erlaubt.

A.2 Optional angezeigte Elemente

Bremsbeläge

Tempomat an/aus

Tempomat *km/h*

Navigation

ACC

Spurassisten

Batterie Kapazität

Rückfahrkamera

Night View

Bird View

Side View

Fernlichtassistent

TW-Assistent

Alarmanlage

Bordcomputer \emptyset -*km/h* Ab Start, Ab Reset, Lebenszeit \emptyset -Verbrauch (Momentan, Start, Ab Reset, Lebenszeit) Restreichweite

Tankdeckel offen/geschlossen

Türen offen/geschlossen

Wetterwarnung

Kurvenwarnung

Erweiterte Kollisionserkennung

Infotainment

B Dokumente Evaluation



Robert Bosch GmbH
Postfach 16 61
71226 Leonberg
Besucher:
Daimlerstraße 6
71229 Leonberg
Telefon 0711 811-0
www.bosch.com

Stefan Burghardt,
Telefon +49 711 811 37729
burghardt@uni-koblenz.de
external.Stefan.Burghardt@de.bosch.com

09. März 2009

Evaluation der Anzeigekonzepte für "FPK"

Sehr geehrte Damen und Herren,

diese Untersuchung ist Teil meiner Diplomarbeit zum Thema "Anzeigekonzepte für frei programmierbare Kombiinstrumente". Ein Kombiinstrument umfasst alle Anzeigen und Instrumente, die sich in einem KFZ hinter dem Lenkrad befinden (beispielsweise der Drehzahlmesser). In Zukunft wird man diese Anzeigen vermehrt durch vollflächige Displays realisieren. Für diesen Fall habe ich Anzeigeelemente entwickelt, deren Tauglichkeit ich mit Ihrer Hilfe testen möchte.

Ich bedanke mich für Ihre Teilnahme und wünsche viel Spaß mit den Tests.

Stefan Burghardt


Teil 1:

09. März 2009

Seite 2 von 7

Im Ersten Teil können Sie die Fragen eigenständig bearbeiten. Bitte öffnen Sie dazu als erstes die Datei >> TestTeil1.exe <<.

Auf dem Bildschirm erscheint eine Anzeige mit einem Hauptbereich, für die Anzeige der Tests, und einem Menübereich (rechts) der nur zur Navigation durch die Aufgaben gedacht ist.

Anhand der Aufgabenstellungen bedienen Sie die Anzeige. Bitte beachten Sie die Reihenfolge der Bearbeitung.

1.1 Startbildschirm

Diese Anzeige würde bei aktiver Zündung (vor dem Motorstart) angezeigt.

Verschiedene Anzeigen (Wetter, Stauinfo und Fahrerwechsel) sind dreidimensional angeordnet (ein sog. Karussell-Menü). Im Fahrzeug würde man die Anzeigen mit einem Schalter am Lenkrad drehen können, um beispielsweise das Wetter in den Vordergrund zu bringen.

Wie beurteilen Sie diese Menüform?

Die hinteren Elemente sollten auch scharf zu sehen sein

Alle Elemente sollten ohne Menü zu sehen sein

Das Menü gefällt mit in dieser Form

Bitte geben Sie an, in wie weit Sie die einzelnen Anzeigen für sinnvoll halten:

	sehr	neutral	wenig
Wetter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stauinfo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrerwechsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Startbildschirm (gesamt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haben Sie evtl. Vorschläge für eine zusätzliche Anzeige im Startbildschirm?

(Wenn nicht bitte leer lassen)



1.2 Varianten einer neuartigen Anzeige

09. März 2009

Seite 3 von 7

Wechseln Sie im Menü rechts bitte auf Teil 1.2. Sie befinden sich nun in Version 1 (V 1).

Über oder neben der Geschwindigkeitsanzeige ist eine Animation zu sehen. Welche Funktion zeigt die jeweilige Anzeige Ihrer Meinung nach an?

(Hinweis, stellen Sie sich vor das Auto ist gerade unterwegs, Geschwindigkeits- und Drehzahlanzeige sind jedoch irrelevant)

Animation Funktion	V 1	V 2	V 3
Warnmeldung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tankfüllstand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drehzahlmesser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kraftstoffverbrauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ökologische Effizienz der Fahrweise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Ahnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

V 5 (im rechten Teil des Kombiinstrumentes) besteht aus 2 Teilen:

Was bedeutet,
die Animation mit grüner Grafik?

die Halbkreisförmige Anzeige, rechts daneben?



V 4

09. März 2009

Seite 4 von 7

Vermutlich haben Sie schon erraten, dass alle Anzeigen **V1-V3** anzeigen wie ökologisch die Fahrweise ist (Verbrauch im Verhältnis zur Wegstrecke). Dies trifft auch auf **V 4** zu. Bitte schauen Sie sich zunächst die Animation an.

(Bitte ändern Sie Ihre Antworten nicht nachträglich, das würde die Ergebnisse unbrauchbar machen)

Bitte weisen Sie den einzelnen Elementen die Funktion zu, die Sie erkennen können:

Funktion Element	Aktuelle Fahrweise	Kurzstrecke ökologisch	Langstrecke ökologisch	Keine Ahnung
Weltkarte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blaue/Rote Corona	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blau/grauer Punkt unten Links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Was zeigt die Farbe Rot in diesem Beispiel an?

Bitte vergleichen Sie V2 mit V2'.

Welche Anzeige würden Sie bevorzugen?

V2

V2'

Gesamtbewertung der Ökoeffizienzanzeigen

Die aktuelle Fahrweise erkennt man:

	sehr gut	gut	neutral	nicht
V1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

V5

Die ökologische Fahrweise auf Kurzstrecke erkennt man:

09. März 2009

Seite 5 von 7

sehr gut gut neutral nicht

V4

V5

Die ökologische Fahrweise auf Langstrecke erkennt man:

sehr gut gut neutral nicht

V4

V5

Wie haben Ihnen die einzelnen Anzeigen rein subjektiv gefallen?

V1 sehr gut gut neutral überhaupt nicht

V2

V2'

V3

V4

V5

Teil 1.3

T 1

Was stellt die grün blinkende Anzeige dar?

T 2

Was soll durch die Animation (links) angezeigt werden?

T 3

In welcher Darstellung können Sie die Position des defekten Reifens besser erkennen?

Perspektive

Draufsicht

Seitenansicht

Zur Auswertung benötige ich noch ein paar persönliche Angaben:

Alter

Geschlecht männlich
weiblich

Fahrerfahrung
Pro Jahr fahre ich durchschnittlich (in Tausend Kilometer).

Ihr derzeitiges Fahrzeug gehört am ehsten zu:

Oberklasse (Z.B. Daimler S-Klasse)

Mittelklasse(Z.B. Audi A4)

Unterklasse(Z.B. VW Polo)

Computererfahrung: Sie sind eher Profi
Durchschnitts User
unerfahren

Bitte speichern Sie Ihr Formular und senden Sie es an burghardt@uni-koblenz.de.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

C Evaluation des Night View, Tabellen für die Auswertung

Person	Video 1		Video 2		Video 3		X Gefroffen	X Gefroffen	X Gefroffen	Personen richtig	Personen richtig	Personen richtig	X Gefroffen	X Gefroffen
	Personen erkannt	Personen richtig	X Gefroffen	Personen erkannt	Personen erkannt	Personen erkannt								
W 28	1	1	3	10	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8
M 27 1 von 2	6	5	7	5	5	7	5	5	7	8	8	6	6	6
M 27 2 von 2	9	7	8	8	8	6	8	10	8	8	10	8	10	10
M 26	4	4	4	5	5	6	4	4	4	4	4	4	4	4
M 27	4	4	10	4	4	5	4	5	7	7	7	7	9	9
M 24	7	5	8	8	7	10	5	5	5	5	5	5	9	9
M 25	9	5	5	9	7	5	7	10	7	10	7	7	4	4
<30_Gesamt	40	31	45	49	44	46	44	52	47	54	47	54	54	54
Mittel	5,71	4,43	6,43	7	6,29	6,57	6,29	7,43	6,71	7,71	6,71	7,71	7,71	7,71
Prozentsatz M		55,36	53,57	87,5	78,57	54,76	92,86	83,93	83,93	64,29	83,93	64,29	64,29	64,29
M 33	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	6	6
M 34	7	6	6	8	7	2	7	9	8	9	8	3	3	3
M 32	5	5	6	8	8	3	8	8	8	8	8	8	7	7
<40_Gesamt	17	16	17	21	20	10	20	24	23	23	23	16	16	16
Mittel	5,67	5,33	5,67	7	6,67	3,33	6,67	8	7,67	5,33	7,67	5,33	5,33	5,33
Prozentsatz M		66,67	47,22	87,5	83,33	27,78	100	95,83	95,83	44,44	95,83	44,44	44,44	44,44
M 65	0	0	2	3	3	4	3	2	2	2	2	4	4	4
M 46	4	4	7	7	3	7	3	8	8	5	11	11	11	11
M 58	3	3	9	2	2	6	2	5	4	5	4	5	5	5
M 41	6	5	0	2	2	2	2	8	6	6	6	6	6	6
>40_Gesamt	13	12	18	14	10	20	10	23	17	26	17	26	26	26
Mittel	3,25	3	4,5	3,5	2,5	5	2,5	5,75	4,25	6,5	4,25	6,5	6,5	6,5
Prozentsatz M		37,5	37,5	31,25	31,25	41,67	53,13	53,13	54,17	54,17	54,17	54,17	54,17	54,17
Gesamt	70	59	80	84	74	99	74	99	87	96	87	96	96	96
Mittel	5	4,21	5,71	6	5,29	5,43	5,29	7,07	6,21	6,86	6,21	6,86	6,86	6,86
Prozentsatz M		52,68	47,62	66,07	66,07	45,24	77,68	77,68	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14

Abbildung 90: Werte der NV Evaluation

Person	Video 1		Video 2		Video 3	
	Personen richtig erkannt	X Getroffen	Personen richtig erkannt	X Getroffen	Personen richtig erkannt	X Getroffen
W 28	0	3	2	7	2	8
M 27 1 von 2	2	7	1	7	2	6
M 27 2 von 2	2	8	2	6	2	10
M 26	1	4	1	6	2	8
M 27	1	10	1	5	2	9
M 24	2	8	2	10	1	9
W 25	2	5	2	5	2	4
Mittel	1,43	6,43	1,57	6,57	1,86	7,71
Prozentsatz	71,43	53,57	78,57	54,76	92,86	64,29
M 33	2	5	2	5	2	6
M 34	1	6	2	2	2	3
M 32	2	6	2	3	2	7
Mittel	1,67	5,67	2	3,33	2	5,33
Prozentsatz	83,33	47,22	100	27,78	100	44,44
M 65	0	2	1	4	0	4
M 46	1	7	0	7	1	11
M 58	1	9	0	6	2	5
M 41	1	0	1	3	2	6
Mittel	0,75	4,5	0,5	5	1,25	6,5
Prozentsatz	37,5	37,5	25	41,67	62,5	54,17
Gesamt						
Mittel	1,29	5,71	1,36	5,43	1,71	6,86
Prozentsatz	64,29	47,62	67,86	45,24	85,71	57,14

Abbildung 91: Werte der NV Evaluation bezogen auf Person 1