
Informationsdesign im Fahrzeug –

Entwürfe und Prototypen von Bedien- und Anzeigekonzepten eines Fahrer-
informationssystems unter Berücksichtigung ergonomischer Richtlinien

Bachelor-Arbeit

eingereicht von:

Ulrike Pfeil (Matr.-Nr.: 12698)

Hochschule der Medien Stuttgart

Fachbereich 3: Information und Kommunikation

Studiengang Informationsdesign

Informationsdesign im Fahrzeug –

Entwürfe und Prototypen von Bedien- und Anzeigekonzepten eines Fahrer-
informationssystems unter Berücksichtigung ergonomischer Richtlinien

Bachelor-Arbeit

durchgeführt bei der

DaimlerChrysler AG,

Forschung und Technologie – Team HMI-Konzepte und -Evaluation,

Untertürkheim

eingereicht von:

Ulrike Pfeil (Matr.-Nr.: 12698)

Rosenstraße 6

70806 Kornwestheim

Tel.: 07154/186178

Mail: ulrikepfeil@gmx.net

1. Gutachter: Prof. Dr. Michael Burmester, HdM Stuttgart

2. Gutachter: Dr. Kay Schattenberg, DaimlerChrysler AG

Stuttgart, 28. März 2005

Inhaltsverzeichnis

<u>Abkürzungsverzeichnis</u>	<u>iii</u>
<u>Abbildungsverzeichnis</u>	<u>iv</u>
<u>Tabellenverzeichnis</u>	<u>viii</u>
<u>Abstract</u>	<u>ix</u>
<u>Zusammenfassung</u>	<u>x</u>
<u>1 Einleitung</u>	<u>1</u>
<u>2 Theoretische Grundlagen</u>	<u>3</u>
2.1 Hintergrund Fahrzeugführung	3
2.1.1 Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme	3
2.1.2 Aufgaben eines Fahrers	4
2.1.3 Die Aufmerksamkeit	5
2.1.4 Die Automatisierung von Fahraufgaben	6
2.1.5 Das Fahrerinformationssystem	7
2.1.6 Bedienelemente	8
2.2 Normen und Richtlinien	10
2.2.1 Die Schrift	11
2.2.2 Die Farbwahl	13
2.2.3 Grundsätze der Dialoggestaltung	14
2.2.4 Die Menühierarchie	17
2.2.5 Die Gestaltgesetze	18
2.2.6 Gestaltungsrichtlinien für berührungsempfindliche Bildschirme	20
2.3 Die Phasen der Produktentwicklung	23
2.3.1 Die Nutzungskontextanalyse	23
2.3.2 Die Konzeption	23
2.3.3 Das Erstellen von Prototypen	24
2.3.4 Die Evaluation	24
2.4 Überleitung	25

3 Umsetzung	26
3.1 Projektübersicht	26
3.1.1 Das Team HMI-Konzepte und -Evaluation	26
3.1.2 Beschreibung des Projekts	26
3.1.3 Rahmenbedingungen des Projekts	28
3.2 Anwendung der Normen	31
3.2.1 Die Schrift	31
3.2.2 Die Farbwahl	37
3.2.3 Die Menühierarchie	42
3.2.4 Gestaltungsrichtlinien für berührungsempfindliche Bildschirme	43
3.3 Die Konzeption	45
3.3.1 Grundlage	45
3.3.2 Vorgehen	46
3.3.3 Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm	47
3.3.4 Das Schalter-Konzept	83
3.3.5 Das Erstellen von Prototypen	100
4 Diskussion	123
4.1 Die Vorgehensweise	123
4.1.1 Angewandte Vorgehensweise	123
4.1.2 Optimierungsvorschlag	125
4.2 Der Umgang mit Richtlinien	128
4.3 Fazit	128
Literaturverzeichnis	130
Anhang	137

Abkürzungsverzeichnis

A/C	Air Conditioning
ACT-Modell	Adaptive Character of Thought-Modell
AM	Amplitudenmodulation
AUTOM.	Automatik
AUX	Auxilliary
BAK	Bedien- und Anzeigekonzept
CIE	Commission International de l'Eclairage
CD	Compact Disc
DIN EN ISO	Deutsches Institut für Normung, Europäische Norm, International Standards Organization
dpi	dots per inch
DVD	Digital Versatile Disc
EC	Economic
FM	Frequenzmodulation
GPS	Global Positioning System
HMI	Human-Machine-Interaction
LED	Light Emitting Diode
LW	Langwelle
MIC	Mikrofon
MONO	monaural
MW	Mittelwelle
PIN	Personal Identification Number
PLZ	Postleitzahl
PUK	Personal Unblocking Key
Pt	typografischer Punkt
PTY	Programmtyp
Px	Pixel
RDS	Radio Data System
TA	Traffic Announcement
TMC	Traffic Message Channel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeichengröße und Schwinkel.....	12
Abbildung 2: Zeilenabstand (Hermann, 2004).....	13
Abbildung 3: Gesetz der Nähe (Födisch & Schuster, 2004)	19
Abbildung 4: Gesetz der Geschlossenheit (Arnheim, 1983, S.64)	19
Abbildung 5: Gesetz der Ähnlichkeit (Födisch & Schuster, 2004)	20
Abbildung 6: Gesetz der guten Gestalt (Arnheim, 1983, S.65)	20
Abbildung 7: Bedienpaneel mit Displays	28
Abbildung 8: Versalhöhe (Hermann, 2004).....	32
Abbildung 9: Unterlänge (Hermann, 2004)	32
Abbildung 10: Schriftgröße (Hermann, 2004).....	33
Abbildung 11: XYZ-Farbwerte des roten Pixels über R-Wert (Command Level).....	39
Abbildung 12: Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche, rund	43
Abbildung 13: Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche, rechteckig.....	43
Abbildung 14: Berührungsempfindliche Schaltfläche	48
Abbildung 15: Statuszeile	48
Abbildung 16: Schieberegler	49
Abbildung 17: Bedienung mit Markierung und OK-Taste.....	50
Abbildung 18: Rolle mit berührungsempfindlichen Navigationsschaltflächen	51
Abbildung 19: Endgültige Listendarstellung	52
Abbildung 20: Vollständige Tastatur mit großen Tasten.....	54
Abbildung 21: Tastaturdarstellung in Zeilen	55
Abbildung 22: Tastaturdarstellung mit Scrollfunktion.....	56
Abbildung 23: Endgültige Tastaturdarstellung.....	57
Abbildung 24: Kontinuierliche Eingabe mit Pfeiltasten, eindimensional	58
Abbildung 25: Kontinuierliche Eingabe mit Pfeiltasten, zweidimensional.....	59
Abbildung 26: Kontinuierliche Eingabe mit Schieberegler, eindimensional	60
Abbildung 27: Kontinuierliche Eingabe mit Schieberegler, zweidimensional.....	60
Abbildung 28: Endgültige Darstellung der kontinuierlichen Eingabe, eindimensional	61
Abbildung 29: Endgültige Darstellung der kontinuierlichen Eingabe, zweidimensional.....	61
Abbildung 30: Diskrete Eingabe mit externer Kodierung.....	63
Abbildung 31: Diskrete Eingabe mit ovaler LED-Anzeige ohne Farbe	64
Abbildung 32: Diskrete Eingabe mit runder LED-Anzeige ohne Farbe	64

Abbildung 33: Diskrete Eingabe mit ovaler, farbiger LED-Anzeige.....	65
Abbildung 34: Diskrete Eingabe mit ovaler, farbiger LED-Anzeige unter der Beschriftung	65
Abbildung 35: Diskrete Eingabe mit runder, farbiger LED-Anzeige.....	66
Abbildung 36: Diskrete Eingabe mit farbiger Schrift und LED-Linien.....	67
Abbildung 37: Diskrete Eingabe mit farbigen Unterstreichungen.....	67
Abbildung 38: Diskrete Eingabe mit farbigen LED-Linien.....	67
Abbildung 39: Diskrete Eingabe mit in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integrierten Haken	68
Abbildung 40: Diskrete Eingabe mit in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integrierten Markierungen	68
Abbildung 41: Diskrete Eingabe mit farbiger Umrandung der berührungsempfindlichen Schaltflächen.....	69
Abbildung 42: Diskrete Eingabe mit flachen berührungsempfindlichen Schaltflächen	70
Abbildung 43: Diskrete Eingabe mit farbigen, gedrückten und hervorgehobenen berührungsempfindlichen Schaltflächen	71
Abbildung 44: Endgültige diskrete Eingabe	72
Abbildung 45: Menüanordnung in vier Zeilen.....	75
Abbildung 46: Menüanordnung in anwählbaren vertikalen Unterrubriken.....	76
Abbildung 47: Menüaufteilung in fünf Zeilen.....	77
Abbildung 48: Menüanordnung in vier Spalten	78
Abbildung 49: Menüanordnung in fünf anwählbaren horizontalen Unterrubriken	79
Abbildung 50: Menüanordnung in fünf Spalten	80
Abbildung 51: Menüanordnung in vier anwählbaren horizontalen Unterrubriken	81
Abbildung 52: Endgültige Menüanordnung.....	82
Abbildung 53: Bedienpaneel für die puristische Variante.....	84
Abbildung 54: Bedienpaneel für die funktionsreduzierte Variante	86
Abbildung 55: Die Taste.....	89
Abbildung 56: Statuszeile	89
Abbildung 57: Rolle mit einem Listeneintrag.....	90
Abbildung 58: Liste mit integrierten Pfeilen.....	91
Abbildung 59: Liste mit externen Pfeilen.....	92
Abbildung 60: Endgültige Liste	92
Abbildung 61: Horizontale kontinuierliche Eingabe, Skala.....	94

Abbildung 62: Horizontale kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe	94
Abbildung 63: Vertikale kontinuierliche Eingabe, Skala.....	95
Abbildung 64: Vertikale kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe	95
Abbildung 65: Endgültige kontinuierliche Eingabe, Skala	96
Abbildung 66: Endgültige kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe.....	96
Abbildung 67: Diskrete Eingabe mit <i>Radiobuttons</i>	97
Abbildung 68: Diskrete Eingabe mit LED-Lampen	98
Abbildung 69: Endgültige diskrete Eingabe	99
Abbildung 70: Startseite der Rubrik <i>TV/Video</i>	105
Abbildung 71: Startseite der Rubrik <i>Audio</i>	106
Abbildung 72: Startseite der Rubrik <i>Telefon</i>	106
Abbildung 73: Startseite der Rubrik <i>Klima</i>	106
Abbildung 74: Startseite der Rubrik <i>Navigation</i>	107
Abbildung 75: Rubrik <i>Navigation: Kartenanzeige</i>	107
Abbildung 76: Rubrik <i>Navigation: Zielspeicher</i>	107
Abbildung 77: Rubrik <i>Navigation: letzte Ziele</i>	108
Abbildung 78: Rubrik <i>Navigation: manuelle Zieleingabe</i>	108
Abbildung 79: Rubrik <i>Navigation: Zieleingabe per Karte</i>	108
Abbildung 80: Rubrik <i>Navigation: via-Route</i>	109
Abbildung 81: Rubrik <i>Navigation: Zwischenstopp</i>	109
Abbildung 82: Rubrik <i>Navigation: Routeneigenschaften</i>	109
Abbildung 83: Rubrik <i>Navigation: Sonderziele</i>	110
Abbildung 84: Rubrik <i>Navigation: Einstellungen Zielführung</i>	110
Abbildung 85: Rubrik <i>Navigation: Einstellungen Karte</i>	110
Abbildung 86: Rubrik <i>Navigation: Einstellungen Symbolanzeige</i>	111
Abbildung 87: Rubrik <i>Navigation: Ton-Einstellungen</i>	111
Abbildung 88: Puristisches Bedienpaneel	112
Abbildung 89: Funktionsreduziertes Bedienpaneel	113
Abbildung 90: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Navigation, Liste</i>	114
Abbildung 91: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Navigation, Zielführung</i>	114
Abbildung 92: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Audio</i>	115
Abbildung 93: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Telefon, Liste</i>	116
Abbildung 94: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Telefon, Meldung</i>	116
Abbildung 95: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich <i>Klima</i>	117

Abbildung 96: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Navigation, Liste</i>	117
Abbildung 97: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Navigation, Zielführung</i>	118
Abbildung 98: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Audio, Liste</i>	118
Abbildung 99: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Audio, Bandanzeige</i>	119
Abbildung 100: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Audio, CD-Auswahl</i>	119
Abbildung 101: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Telefon, Liste</i>	120
Abbildung 102: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Telefon, Meldung</i>	120
Abbildung 103: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich <i>Klima</i>	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektziele und Rahmenbedingungen.....	28
Tabelle 2: Vergleich der Konzepte.....	30
Tabelle 3: Farbkoordinaten von D65.....	37
Tabelle 4: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich <i>TV/Video</i>	101
Tabelle 5: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich <i>Telefon</i>	102
Tabelle 6: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich <i>Navigation</i>	103
Tabelle 7: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich <i>Audio</i>	104
Tabelle 8: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich <i>Klima</i>	105
Tabelle 9: Funktionsumfang puristisches Bedienpaneel.....	112
Tabelle 10: Funktionsumfang funktionsreduziertes Bedienpaneel.....	113

Abstract

In this Bachelor-thesis, control and display concepts for an onboard system in an automobile have been proposed and developed. Research previously conducted by the team *HMI-Concepts and -Evaluation* of the DaimlerChrysler AG resulted in a general framework for the system's functionality and ergonomics, as well as further development goals, which became the starting point for this thesis. Theoretical and ergonomical foundations, as well as established standards, which have to be applied to the design, have been gathered and discussed with respect to their influence on the design. For the onboard system, three different approaches for the user interface have been developed. The first of the variants proposed is a conception on the basis of a menu-driven touchscreen implementing the complete functionality. Two concepts using individual switches and dials, with functionality reduced increasingly, comprise the second part of the conception. For each interactive element to be included in the control and display concepts, different design alternatives have been developed, evaluated with respect to theory and compared to the applicable standards. Special care was taken to create a consistent design of all three alternatives and to comply with the relevant standards. On basis of the concepts developed, prototypes of each system have been developed, using the software environment Macromedia Director™ to produce fully interactive concepts of the onboard system.

Keywords

user interface, ergonomic guidelines, driver-information system, information design, conceptual design, prototypes.

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Bachelor-Arbeit wurden Bedien- und Anzeigekonzepte (BAK) für ein Fahrerinformationssystem in einem Kraftfahrzeug entworfen und ausgearbeitet. Aus den bereits geleisteten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an Fahrerinformationssystemen, sowie aus Erfahrungswerten des Teams *HMI-Konzepte und -Evaluation* der DaimlerChrysler AG, wurden funktionelle und ergonomische Rahmenbedingungen sowie weiterführende Zielsetzungen abgeleitet und dieser Arbeit zugrunde gelegt. Relevante theoretische und ergonomische Grundlagen, sowie die Konzeptionen betreffende Normen wurden zusammengestellt und ihre Bedeutung für die Konzeptionen herausgearbeitet. Ein Konzept wurde auf Basis eines berührungsempfindlichen Bildschirms mit vollem Funktionsumfang entwickelt. Zwei, in ihrem Funktionsumfang unterschiedlich stark reduzierte Schalter-Konzepte stellten den zweiten Teil der Konzeption dar. Für jede Darstellungsform wurden mehrere Entwürfe ausgearbeitet und auf Konformität zu den oben genannten Grundlagen hin untersucht. Bei der Konzeption wurde besonderer Wert auf eine konsistente Gestaltung, sowie auf die Einhaltung der relevanten Normen gelegt. Von den Konzepten ausgehend wurden drei Prototypen mit der Autorenumgebung Macromedia DirectorTM entwickelt, welche die Funktionalität der BAKs erfahrbar machen.

Schlagwörter

Bedien- und Anzeigekonzept, ergonomische Richtlinien, Fahrerinformationssystem, Informationsdesign, Konzeption, Prototypen.

1 Einleitung

Ein Projekt innerhalb des Forschungsteams *HMI-Konzepte und -Evaluation* der Daimler-Chrysler AG in Untertürkheim umfasst die Konzeption und Ausarbeitung von zwei unterschiedlichen Ansätzen für Bedien- und Anzeigekonzepte (BAK) eines Fahrerinformationssystems im Fahrzeug.

Fahrerinformationssysteme sind Systeme im Fahrzeug, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Fahrzeugführung stehen (Böttcher, Nirschl, Schlag, Voigtländer & Weller, 2004). Sie sollen die Bedürfnisse des Fahrers und mitfahrender Personen nach Komfort, Unterhaltung und Information befriedigen. Beispiele hierfür sind Radio, CD (Compact Disc) und Telefon.

Der Funktionsumfang von Fahrerinformationssystemen wächst stetig. Allerdings steigt mit der immer größer werdenden Funktionsvielfalt dieser Systeme auch der Bedienungsaufwand (Christ & Baur, 2003). Dies kann zu einer größeren Beanspruchung des Fahrers führen und es besteht die Gefahr, dass die Fahrleistung des Fahrers beeinträchtigt wird. Grundlegende Anforderungen an ein Fahrerinformationssystem sind Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten. So soll nach Bubb (2003) die Interaktion des Fahrers mit dem System klar und zweckgerichtet sein. Hamberger und Mauter (2003) weisen darauf hin, dass die Informationen, die das System bereit stellt, schnell erfassbar sein sollten, damit der Fahrer den Blick nicht zu lange von der Straße abwenden muss. Besonders visuelle Darstellungen im Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle beeinträchtigen nach Vollrath und Totzke (2001) die Güte der Fahrzeugführung. Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« beinhaltet Richtlinien für die Farbwahl und Schriftgröße visueller Anzeigen im Fahrzeug. Die strenge Einhaltung ergonomischer Richtlinien und Normen ist ein weiteres wichtiges Kriterium für die Erstellung von BAKs. Eine Vielzahl von Designparametern sind durch rechtlich bindende Normen festgelegt und müssen vom Entwickler bei der Konzeption und Umsetzung beachtet werden.

Die genannten Anforderungen sind für das Erstellen eines BAKs eine große Herausforderung. Diese Herausforderung soll in der vorliegenden Arbeit angenommen werden und das Ziel, den Fahrer ohne zusätzliche Belastung zu unterstützen, soll mit den erstellten BAKs eingehalten werden.

Auch die Frage nach dem optimalen Bedienelement im Fahrzeug ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten. Bis heute wurde die Bedienung von Fahrerinformationssystemen in

vielen Automobilen mit einer Anordnung von Schaltern umgesetzt. Die wachsende Funktionsvielfalt fordert aber auch eine wachsende Anzahl von Schaltern. Durch die große Menge an benötigten Schaltern schwindet der Platz für weiteren Bauraum in der Mittelkonsole und ihr Gebrauch, das heißt die Auswahl der benötigten Funktion und das Suchen, Finden und Betätigen des dazugehörigen Schalters aus der großen Vielzahl, ist für manche Fahrer eine zu große Ablenkung vom Straßenverkehr (Schattenberg & Debus, 2001).

Den Schaltern gegenüber steht ein integriertes Bedienkonzept, das viele Funktionen in einem System mit einem zentralen Bedienelement umfasst. Um eine einfache Bedienung zu gewährleisten, muss dieses System übersichtlich sein. In dem Bedien- und Anzeigesystem *iDrive* von BMW kann man sich durch Drehen, Drücken und Schieben des Bedienelements in den Menüs des Systems bewegen. Das Menü des *iDrive* umfasst annähernd alle Funktionen von der Navigation über Klimaeinstellungen bis hin zum Radio. Schattenberg & Debus (2001) kommen in einer vergleichenden Studie zu dem Ergebnis, dass ein integriertes Bedienkonzept zwar leicht bevorzugt wird, diesem subjektiven Vorteil jedoch beachtliche Nachteile in der zur Lösung einer Aufgabe benötigten Zeit gegenüberstehen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Konzeption von zwei grundsätzlich unterschiedlichen Ansätzen für ein Bedien- und Anzeigesystem im Fahrzeug.

Wie schon aufgeführt, bedingen die beiden Konzepte durch ihren Funktionsumfang, ihre Art der Interaktion und durch ihre Anzeigemöglichkeiten unterschiedliche Rahmenbedingungen, die zwangsweise auch zu unterschiedlichen Darstellungen und Interaktionsmodellen führen. Trotzdem ist es Ziel der Arbeit, die Darstellungen und die Interaktionsmodelle zwischen den beiden Konzepten möglichst konsistent zu gestalten. Ein entscheidender Teil der Arbeit beschäftigt sich daher mit dem Entwurf verschiedener Darstellungen für die einzelnen Anzeigeelemente. Hier gilt es eine optimale Synthese von Normkonformität, ergonomischem Design und praktischer Umsetzbarkeit zu erreichen. Um die Konzepte erfahrbar zu machen, hatte die Arbeit zum Ziel, Prototypen der Konzepte zu entwerfen. Moderne Autorenumgebungen, wie das in dieser Arbeit verwendete Programm Macromedia DirectorTM ermöglichen eine interaktive Modellierung der Konzepte.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Hintergrund Fahrzeugführung

Zu Beginn wird zunächst eine Einführung in den Bereich der Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme gegeben. Anschließend werden die Aufgaben, die ein Fahrer während der Fahrt zu bewältigen hat, genauer betrachtet. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Verteilung der Aufmerksamkeit des Fahrers, besonders bei der parallelen Aufgabenbewältigung, das heißt bei einer gleichzeitigen Bearbeitung von zwei oder mehr Aufgaben.

Da die vorliegende Arbeit Erstellungen von BAKs für ein Fahrerinformationssystem enthält, wird im Folgenden auf den Funktionsumfang dieser Systeme, die Einbeziehung von Nutzerwünschen und den generellen Zielen, die man bei der Entwicklung eines Fahrerinformationssystems im Auge behalten sollte, näher eingegangen. Für eine Konzeption unerlässlich ist natürlich auch die Betrachtung des Bedienelements. Forschungsergebnisse und Erkenntnisse über Bedienelemente im Fahrzeug werden daher aufgeführt.

2.1.1 Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme

Um unterschiedliche Systeme im Fahrzeug zu kategorisieren, unterscheidet man zwischen Fahrerassistenzsystemen und Fahrerinformationssystemen.

Fahrerassistenzsysteme sind Systeme, die in die Fahrzeugführung eingreifen können und den Fahrer bei der Ausführung seiner Fahraufgabe unterstützen. Dabei übernehmen sie aber nicht vollständig die Kontrolle (Böttcher et al., 2004). Fahrerassistenzsysteme sollen die Fahrsicherheit aktiv erhöhen, die Verantwortung der Fahrzeugführung bleibt aber stets beim Fahrer (Demmer, 2005). Beispiele für Fahrerassistenzsysteme sind unter anderem das Antiblockiersystem und der Abstandsregeltempomat. Auch Warnsysteme wie zum Beispiel die Einparkhilfe gehören zu den Fahrerassistenzsystemen (Haller, 2001). Bei Fahrerassistenzsystemen spielt der Sicherheitsaspekt eine große Rolle (Demmer, 2005).

Als Fahrerinformationssysteme werden Systeme bezeichnet, die nicht in einer direkten Verbindung mit der Fahraufgabe stehen. Vielmehr liefern Fahrerinformationssysteme zusätzliche Informationen (Böttcher et al., 2004). Sie sollen die Bedürfnisse des Fahrers und mitfahrender Personen nach Komfort, Unterhaltung und Informationen befriedigen. (Christ & Baur, 2003). Beispiele hierfür sind Radio, CD und Telefon.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Bedien- und Anzeigekonzept für ein Fahrerinformationssystem.

2.1.2 Aufgaben eines Fahrers

Um ein Fahrerinformationssystem zu konzipieren, ist eine Betrachtung des Nutzers und des Umfelds, in welchem das System eingesetzt werden soll, essentiell. Daher werden zunächst die Aufgaben des Fahrers näher erläutert. Diese lassen sich ihrer Wichtigkeit nach in drei Teilaufgaben gliedern: die primäre, die sekundäre und die tertiäre Aufgabe (Bubb, 2003).

Die primäre Aufgabe

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

- Ziel der *Stabilisierungsaufgabe* ist es, stehende und sich bewegende Objekte im Verkehrsraum nicht zu berühren. Dazu ist es wichtig, dass der Fahrer sein Fahrzeug innerhalb der Spurbegrenzungen der Fahrbahn bewegt und die seitliche Sollposition sowie die Position in Längsrichtung den aktuellen Bedingungen anpasst. Eine der Situation angepasste Regelung der Geschwindigkeit ist ebenfalls Teil der *Stabilisierungsaufgabe*.
- Die *Führungsaufgabe* befasst sich mit der Regelung des Kurses in unmittelbarer zeitlicher und örtlicher Nähe. Dabei bestimmt der Fahrer die nächsten Navigationsmanöver im Umkreis von 200 Metern. Bei seinen Entscheidungen und Handlungen muss er stets darauf achten, andere Verkehrsteilnehmer nicht zu gefährden.
- Inhalt der *Navigationsaufgabe* ist die Planung der Fahrtroute. Dazu gehören die Festlegung des Zielorts sowie die Wahl der Straßen, um dieses Ziel zu erreichen.

Während der Fahrt besteht die primäre Aufgabe des Fahrers darin, zu überprüfen, ob die Position seines Fahrzeugs mit den Bedingungen der *Stabilisierungsaufgabe*, der *Führungsaufgabe* und der *Navigationsaufgabe* übereinstimmt (Bubb, 2003).

Die sekundäre Aufgabe

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 (Bubb, 2003).

Die tertiäre Aufgabe

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 (Bubb, 2003).

2.1.3 Die Aufmerksamkeit

Bei der Fahrzeugführung sowie bei der Bedienung eines Fahrerinformationssystems müssen Informationen kontrolliert und bewusst verarbeitet werden. Der Fahrer muss seine Aufmerksamkeit auf die jeweilige Aufgabe richten. Die Kapazität der Aufmerksamkeit ist jedoch begrenzt und somit stößt auch das menschliche Informationssystem an seine Grenzen. Kognitive Ressourcen können bestmöglich genutzt werden, indem man die Aufmerksamkeit auf die wichtigen Informationen lenkt und die weniger wichtigen Informationen außer Acht lässt (Anderson, 1996).

Laut Wickens und Hollands (1998) kann man drei unterschiedliche Arten von Aufmerksamkeit unterscheiden:

- Bei der *selektiven Aufmerksamkeit* wird aus einer großen Informationsmenge die gewünschte Information ausgesondert und verarbeitet, während die restlichen Informationen nicht beachtet werden.
- Oft ist es schwierig, die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Information zu richten. Nicht die eigene Wahl, sondern Reize aus der Umwelt bestimmen bei der *fokussierten Aufmerksamkeit* die beachtete Information.
- Bei der *geteilten Aufmerksamkeit* stehen mehrere Informationen gemeinsam im Fokus. Die Ressourcen des menschlichen Informationsverarbeitungssystems werden somit aufgeteilt. Besonders bei der gleichzeitigen Ausführung zweier Aufgaben ist die geteilte Aufmerksamkeit von Bedeutung.

Die *Spotlight-Metapher* ermöglicht eine einfache Vorstellung der visuellen Aufmerksamkeit. Dabei beschreibt das *Spotlight* (Scheinwerfer) die Ausrichtung der Aufmerksamkeit. *Beleuchtete* Informationen werden verarbeitet, wobei die Breite des Lichtstrahls die geteilte und fokussierte Aufmerksamkeit darstellen und die Richtung des Lichtstrahls die selektive Aufmerksamkeit repräsentieren soll (Wickens & Hollands, 1998).

Bei der Fahrzeugführung muss der Fahrer oft zwei Tätigkeiten gleichzeitig ausführen und ist somit einer Doppelaufgabe ausgesetzt. Beispielsweise könnte es sein, dass er während

der Fahrt Einstellungen am Radiosender vornimmt. Die Hauptaufgabe, das heißt die Aufgabe, deren Ausführung am wichtigsten ist, ist hierbei die Fahrzeugführung, während die Nebenaufgabe das Einstellen des Radiosenders ist. Der Fahrer kann bei der Ausführung einer Doppelaufgabe auf mehrere kognitive Ressourcen zurückgreifen. Je nachdem, wie stark sich die Hauptaufgabe und die Nebenaufgabe überlagern, beanspruchen sie dieselben Ressourcen und erschweren somit die Bewältigung der Doppelaufgabe (Wickens & Hollands, 1998).

2.1.4 Die Automatisierung von Fahraufgaben

Der Einfluss von Automatisierung bestimmter Aufgaben eines Fahrers auf sein Fahrverhalten ist schon seit geraumer Zeit Gegenstand von Untersuchungen. Summala (2000) gibt einen Überblick über Befunde und Ergebnisse zum Thema Automatisierung und Aufmerksamkeit. Er stellt fest, dass geübte Fahrer bestimmte Aufgaben wie das Schalten, das Spurhalten und die Abstandskontrolle sehr gut automatisiert haben. Sie haben dadurch im Gegensatz zu Anfängern viel Kapazität für andere Aktivitäten frei. So richteten Fahrer in Tests von Hughes und Cole (1986), zitiert nach Summala (2000), bis zu 50 % ihrer Aufmerksamkeit auf Aktivitäten, die nicht zum Fahren gehörten. Anderson (1992) geht in seinem *Adaptive Character of Thought* (ACT) Modell davon aus, dass automatisierte Fähigkeiten bis zu einem gewissen Maß nicht durch nebenher ausgeübte Tätigkeiten beeinflusst oder verlangsamt werden. Studien der US Army haben gezeigt, dass geübte Panzerfahrer bis zu zehn bereits automatisierte Tätigkeiten gleichzeitig und nahezu unbeeinträchtigt ausführen können und sich zusätzlich noch unterhalten können (Pew & Mavor, 1998). Holt und Raynee (2002) weisen in ihren Studien allerdings darauf hin, dass dies nur für motorische Fähigkeiten uneingeschränkt gilt. Bei kognitiven Tätigkeiten, wie dem Ablesen eines Displays, werden besonders die Aufnahme und das Verständnis des Inhalts automatisiert. Hier kann ein geübter Fahrer bei gleicher Ablenkung vom Fahren mehr Informationen aufnehmen, als ein Anfänger. Diese Automatisierung von Tätigkeiten kann es demnach einem geübten Fahrer erleichtern, ein durchaus komplexes System während der Fahrt sicher zu bedienen. Allerdings führt die Automatisierung auch dazu, dass Fahrer sich überschätzen und zu wenig Aufmerksamkeit auf den Verkehr richten, obwohl die Situation dies eigentlich verlangt. Hier helfen akustische Meldungen, zum Beispiel von Navigationssystemen, um den Blick des Fahrers nicht zu sehr von der Straße abzulenken, oder Systeme, welche dem Fahrer ab einer bestimmten Geschwindigkeit oder in der Nacht nicht mehr zur Verfügung stehen (Summala, 2000).

2.1.5 Das Fahrerinformationssystem

Für die Konzeption und Entwicklung von Fahrerinformationssystemen ist es wichtig, genau zu definieren, welche Funktionen das System enthalten soll. Die Fragen, inwieweit eine Orientierung an den Nutzerwünschen möglich ist und welche wichtigen Aspekte bei der Konzeption nicht aus den Augen verloren werden dürfen, werden im Folgenden behandelt.

Der Funktionsumfang

Der Fahrzeuginnenraum umfasst eine Vielzahl von Bedien- und Anzeigeelementen, deren Anzahl mit neuen, modernen Automobilen stetig steigt. Besonders der Funktionsumfang von Systemen, die der Unterstützung der tertiären Fahreraufgabe dienen, wächst schnell. Fahrerinformationssysteme sollen die Bedürfnisse des Fahrers und mitfahrender Personen nach Komfort, Unterhaltung und Informationen befriedigen. Doch den positiven Aspekten steht mit der ebenfalls wachsenden Komplexität dieser Systeme auch ein negativer Punkt gegenüber. Mit der Funktionsvielfalt steigt auch der Bedienaufwand (Christ & Baur, 2003).

Die große Funktionsvielfalt und eine daraus resultierende komplexe Bedienung führen zu einer größeren Beanspruchung des Fahrers. Es besteht die Gefahr, dass die Fahrleistung des Fahrers dadurch beeinträchtigt wird. Besonders visuelle Darstellungen im Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle beeinträchtigen nach Vollrath und Totzke (2001) die Güte der Fahrzeugführung.

Die Orientierung am Nutzer

Ziele, die der Fahrer in und mit seinem Fahrzeug verfolgt, sind nur schwer zu spezialisieren oder einzugrenzen. Für manche Fahrer ist ihr Automobil ein reines Transportmittel, das zweckmäßig seinen Dienst verrichten soll. Für andere dient das Auto als Statussymbol, das eine weit über die Zweckmäßigkeit hinausgehende Bedeutung hat. Wiederum andere Fahrer legen Wert auf fortschrittliche Technologien rund um ihr Auto. »Die daraus resultierende Konzeption von Gestaltungsvarianten, die den individuellen Nutzerzielen Rechnung tragen muss, ist somit eine große Herausforderung« (Beier, Boemak & Renner, 2001, S.265).

Auch im engeren Bereich der Systembedienung ist es schwierig, spezielle Aufgaben- und Handlungsabfolgen von Fahrern zu definieren. Primär ist der Fahrer daran interessiert, seine Bedürfnisse zu befriedigen. Die Funktionen des Systems unterstützen ihn dabei. Die Bedienung des Systems ist also immer eine Folge von Bedürfnissen. Jedoch hat jeder Fahrer eine individuelle Art und Weise, seine Bedürfnisse zu befriedigen und formt sich seine

eigene Idee der Erreichung seines Ziels. Daraus folgen wiederum sehr individuelle Szenarien. Für die Konzeption von Menüstrukturen bedeutet dies, dass die Reihenfolge der gewünschten Funktionen und die Vorstellung von der geeigneten Hierarchie eines Menüs von Nutzer zu Nutzer individuell unterschiedlich sind. »Es gibt keine einzig richtige Reihenfolge innerhalb der Menüstrukturen« (Lilienthal, Müller & Wengelnic, S.150).

Ziele für die Umsetzung

Die Bedienung eines Fahrerinformationssystems darf keine zusätzliche Beanspruchung darstellen (Christ & Baur, 2003) und keine Einbußen in der Fahrzeugführung zur Folge haben (Totzke, Meilinger & Krüger, 2003). Das Erreichen des beabsichtigten Ziels sollte bei der Bedienung eines Fahrerinformationssystems immer in einem sinnvollen Verhältnis zu dem dafür nötigen Bedienaufwand stehen (Christ & Baur, 2003). Durch eine optimale Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, die an die Anforderungen und Fähigkeiten des Fahrers angepasst ist, wird eine minimale Beanspruchung des Fahrers erreicht und Beeinträchtigungen in der Fahrleistung vorgebeugt (Totzke, Meilinger & Krüger, 2003).

Ebenso darf die Sicherheit des Fahrers nicht beeinträchtigt werden. Um dies zu erreichen, sollte bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle auf eine leicht verständliche und eine intuitive Bedienbarkeit des Systems geachtet werden. Die Interaktion des Fahrers mit dem System sollte klar und zweckgerichtet sein (Bubb, 2003) und die Informationen, die das System bereit stellt, sollten schnell erfassbar sein, damit der Fahrer den Blick nicht zu lange von der Straße abwenden muss (Hamberger & Mauter, 2003).

Die Tatsache, dass immer mehr Funktionen in den Fahrzeuginnenraum eindringen und die Erkenntnis, dass man aufgrund der interindividuellen Unterschiede bei der Bedienung keine allgemeinen Handlungsabläufe ableiten kann, stellen für die Konzeption eines Fahrerinformationssystems eine große Herausforderung dar. Trotz dieser Herausforderung sollte das Ziel, den Fahrer ohne zusätzliche Belastung zu unterstützen, eingehalten werden.

2.1.6 Bedienelemente

Für die Entwicklung eines Bedien- und Anzeigekonzepts spielt das Bedienelement eine große Rolle, da es die Art der Interaktion des Fahrers mit dem System bestimmt. Im Folgenden werden mit den Varianten *Schaltervielfalt* und *integriertes Bedienkonzept* zwei gegensätzliche Konzepte vorgestellt und verglichen.

Die Schalervielfalt

Bis heute wurde die Bedienung von Fahrerinformationssystemen in vielen Automobilen mit einer Anordnung von Schaltern umgesetzt. Die wachsende Funktionsvielfalt fordert aber auch eine wachsende Anzahl von Schaltern. Das Bedienkonzept des BMW M5 umfasst insgesamt 98 Bedienelemente und im Mercedes E 500 sind im Cockpit 63 Tasten angebracht. Die zunehmende Funktionsvielfalt und Komplexität stellen für diese Art der Bedienung ein Problem dar, da die Schalteranzahl mit der Anzahl der Funktionen rapide steigt. Durch die große Menge an benötigten Schaltern schwindet der Platz für weiteren Bauraum in der Mittelkonsole und ihr Gebrauch, das heißt die Auswahl der benötigten Funktion und das Suchen, Finden und Betätigen des dazugehörigen Schalters aus der großen Anzahl ist für manchen Fahrer eine zu große Ablenkung vom Straßenverkehr. Es fehlt ein integriertes Bedienkonzept. Die Vielzahl der Schalter stellt eine zu große Beeinträchtigung einer sicheren Fahrzeugführung dar (Schattenberg & Debus, 2001).

Das integrierte Bedienkonzept

Der Schalervielfalt steht ein integriertes Bedienkonzept gegenüber, das viele Funktionen in ein System mit einem zentralen Bedienelement integriert. Um eine einfache Bedienung zu gewährleisten, muss dieses System übersichtlich sein. Den Anfang einer Entwicklung in diese Richtung haben Audi mit ihrem Modell A8 und BMW mit ihrer 7er Reihe gemacht. Dabei befindet sich in der unteren Mittelkonsole ein zentrales Bedienelement. Im oberen Bereich der Mittelkonsole ist ein Display angebracht, das die Inhalte wiedergibt. Die Bedienung verläuft ähnlich wie mit einer Computermaus. Im *iDrive*, dem Bedien- und Anzeigesystem von BMW, kann man sich durch Drehen, Drücken und Schieben des Bedienelements in den Menüs des Systems bewegen. Das Menü des *iDrive* umfasst annähernd alle Funktionen von der Navigation über Klimaeinstellungen bis hin zum Radio. Entwickler sehen sich damit für die Zukunft gewappnet, da man weitere, neue Funktionen gut integrieren kann (Geiger, 2004).

Allerdings ist das Bedien- und Anzeigekonzept des *iDrive* auch heftig kritisiert worden. Eine zu ausgeprägte Menünavigation, unverständliche Menübezeichnungen und die Notwendigkeit, für das Aufrufen einfacher Funktionen in einen regelrechten Dialog mit dem System treten zu müssen, wurden bemängelt (Stegmaier & Vogt, 2002) »Während der Fahrt ist die Menüsteuerung [...] kaum ohne Ablenkung möglich«, urteilt Kerbl über das System (Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club, 2003).

Ein Vergleich

In einem Experiment verglichen Schattenberg & Debus (2001) das Bordsystem einer S-Klasse (W 140), das ausschließlich mit Schaltern bedient wurde, mit einem integrierten Bedien- und Anzeigekonzept, das denselben Funktionsumfang umfasste. Aufgabe beider Systeme war es, Manipulation von Schaltzuständen einzelner Systemkomponenten zu ermöglichen und den jeweiligen Systemstatus darzustellen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass auch ein integriertes Bedien- und Anzeigekonzept Probleme aufwirft. Zwar wurde das integrierte System von Probanden gegenüber der Schalterbedienung subjektiv tendenziell bevorzugt, Ergebnisse objektiver Variablen zeigten aber deutliche Nachteile des integrierten Systems. So war die Anzahl der zur Bedienung nötigen Blicke doppelt so hoch wie für die Bedienung des Schaltersystems. Damit war auch die gesamte Blickzuwendungszeit höher.

Bei der Anzahl der bearbeiteten Aufgaben wies das integrierte System im Vergleich zu der Schalterbedienung ebenfalls Nachteile auf. Trotz des Mehraufwands an Blickzuwendungen wurden mit dem integrierten System weniger als die Hälfte der Aufgaben bearbeitet, die mit der Schalterbedienung bearbeitet wurden.

Offenbar kann die Position der einzelnen Schalter gut im Gedächtnis behalten werden, während die Menünavigation mit einem zentralen Bedienelement eine erhebliche visuell-mentale Belastung darstellt. »Die Vorteile des integrierten Systems gegenüber einem Schaltersystem sind also nicht belegbar« (Schattenberg & Debus, 2001, S.189).

Sowohl die Schaltervielfalt als auch vollständig integrierte Bedien- und Anzeigekonzepte weisen Problemfelder und Grenzen auf. Tatsache ist, dass neue, komplexe Systeme Funktionen anbieten, für die eine displaybasierte Darstellung unumgänglich ist. Die alphanumerische Eingabe ist hierfür ein Beispiel. Die Integration aller Schalter in eine Menüstruktur ist jedoch auch keine optimale Lösung, da der manuelle Direktzugriff auf fahrrelevante Funktionen wichtig ist. Vielmehr ist eine Kombination von Schaltern und displaybasierten, integrierten Systemen anzustreben, die sowohl einen schnellen Direktzugriff auf wichtige Funktionen, als auch eine übersichtliche Einbindung der wachsenden Funktionsvielfalt ermöglicht (Schattenberg & Debus, 2001).

2.2 Normen und Richtlinien

Ein wichtiges Kriterium für die Erstellung von Bedien- und Anzeigekonzepten ist die strenge Einhaltung ergonomischer Richtlinien. Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenz-

systemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« beschäftigt sich mit den Richtlinien für die Displaygestaltung speziell in Fahrzeugen. Für die vorliegende Arbeit sind insbesondere die Norm für die Schrift und die Norm für die Farbwahl relevant. Darüber hinaus ist die Beachtung der Norm DIN EN ISO 9241-10 (1996) »Grundsätze der Dialoggestaltung« für die Konzeption jeglicher interaktiver Produkte unerlässlich. Auch generelle Richtlinien und Untersuchungsergebnisse zu bestimmten, für die Konzepte relevanten Themen sind hilfreich. Im folgenden Kapitel werden daher neben den Bestimmungen aus den Normen die wichtigsten Erkenntnisse über die Menühierarchie und die Gestaltgesetze aufgeführt. Da eines der beiden Konzepte auch mit einem berührungsempfindlichen Bildschirm umgesetzt wird, werden zusätzlich auch spezifische Richtlinien für die Gestaltung berührungsempfindlicher Bildschirme aufgeführt.

2.2.1 Die Schrift

Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« legt Richtlinien für die Schriftgröße, das Verhältnis von Zeichenbreite zu Zeichenhöhe, das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe, den Zeichenabstand, den Wortabstand und den Zeilenabstand fest. Diese Kriterien werden im Folgenden genauer erläutert. Die Auslegung der vorgestellten Richtlinien für die Schrift innerhalb der in dieser Arbeit angefertigten Konzeptionen wird in Kapitel 3.2.1 erläutert.

Die Schriftgröße

Alle Größenparameter für Zeichen und Buchstaben werden in der Winkelgröße Bogenminuten angegeben, die sich aus dem Betrachtungswinkel des betrachteten Objekts vom Auge des Beobachters aus ergeben (siehe Abbildung 1). Dabei wird festgelegt, dass eine Zeichenhöhe von 18 Bogenminuten akzeptabel ist, wenn Farbe nicht als Unterscheidungsmerkmal eingesetzt wird. Wird Farbe doch als kodierende Größe eingesetzt, so empfiehlt die Norm eine Zeichenhöhe von 20 Bogenminuten (DIN EN ISO 15008, 2003). Aus dem Winkel in Bogenminuten abgeleitet, ergibt sich nach Gleichung (1) ein Winkel in Radiant. In Gleichung (1) ist x der Winkel in Radiant, α der Winkel in Bogenminuten.

$$x = \frac{\alpha}{180 \cdot 60} \cdot \pi \quad (1)$$

Aus dem Winkel α in Radiant und dem Abstand zum Betrachter kann man nach Gleichung (2) näherungsweise die empfohlene Zeichenhöhe Z in mm berechnen:

$$Z = d \cdot \alpha \quad (2)$$

In Gleichung (2) ist Z die Zeichenhöhe, d der Abstand zum Betrachter und α der Winkel in Radiant. Eine Ableitung der Gleichung erfolgt in Kapitel 3.2.1, Gleichungen (4) und (5). Für einen Schwinkel von 18 Bogenminuten ergeben sich 0,00524 Radiant, für eine Zeichenhöhe von 20 Bogenminuten 0,00582 Radiant. Als Zeichenhöhe ist dabei die Versalhöhe eines Großbuchstaben definiert (DIN EN ISO 15008, 2003).

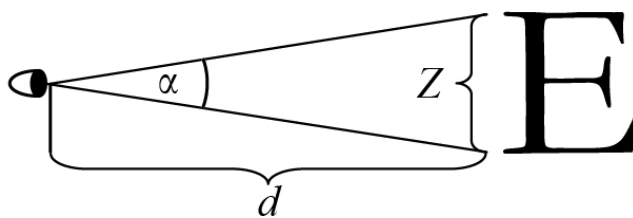


Abbildung 1: Zeichengröße und Schwinkel

In Abbildung 1 ist α der Schwinkel in Bogenminuten, Z die Zeichenhöhe in mm und d der Abstand des Zeichens vom Auge in mm.

Das Verhältnis von Zeichenbreite zu Zeichenhöhe

Laut DIN EN ISO 15008 (2003) sollte das Verhältnis von Zeichenbreite zu Zeichenhöhe zwischen 0,6 und 0,8 liegen. Ein größerer Bereich von 0,5 bis 1,0 ist akzeptabel, insbesondere wenn Faktoren wie die Länge der Zeile oder der proportionale Zeichenabstand eine wichtige Rolle spielen. Maßgebend für dieses Verhältnis ist der Großbuchstabe M.

Das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe

Das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe sollte zwischen 0,08 und 0,16 liegen (DIN EN ISO 15008, 2003).

Der Zeichenabstand innerhalb eines Worts

Gemäß DIN EN ISO 15008 (2003) sollte der Zeichenabstand zwischen Buchstaben innerhalb eines Worts bei einer Schrift ohne Serifen mindestens eine Strichbreite dieser Schrift betragen.

Der Zeichenabstand zwischen Wörtern

Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) empfiehlt für den Zeichenabstand zwischen Wörtern die Mindestbreite von einer Zeichenbreite dieser Schrift. Der Großbuchstabe N soll für dieses Maß ein Anhaltspunkt sein.

Der Zeilenabstand

Der Zeilenabstand einer Schrift entspricht dem Abstand zwischen zwei Grundlinien, das heißt der Schriftgröße zuzüglich des Durchschusses (siehe Abbildung 2). Der Durchschuss heißt dabei der Zwischenraum zwischen dem höchsten Punkt eines Großbuchstabens und dem niedrigsten Punkt der Buchstaben der darüber liegenden Zeile (Echterhoff, 2004). Die Norm empfiehlt einen Durchschuss von mindestens einer Strichbreite der Schrift. So sollte der Zeilenabstand mindestens so groß wie das Ergebnis der Addition von Schriftgröße und Strichbreite der jeweils verwendeten Schrift sein. Zuzüglich zu der Schriftgröße muss dabei auch auf diakritische Zeichen (zum Beispiel bei \hat{A} oder \ddot{A}) geachtet werden (DIN EN ISO 15008, 2003).



Abbildung 2: Zeilenabstand (Hermann, 2004)

2.2.2 Die Farbwahl

Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« legt Richtlinien für den Farbabstand und den Kontrast von Vordergrund- und Hintergrundfarben fest. Diese Kriterien werden im Folgenden genauer erläutert. Die Bedeutung dieser Richtlinien für die Farbwahl innerhalb der in dieser Arbeit angefertigten Konzeptionen wird in Kapitel 3.2.2 erläutert.

Der Farbabstand

Die Unterscheidbarkeit zweier Farben für das Auge wird durch den Farbabstand ausgedrückt. Der Farbabstand wird nach der Commission International de l'Eclairage (CIE) (1986) mit ΔE_{uv}^* bezeichnet. Die Indizierung mit *uv* bezeichnet die für die Berechnung

verwendeten Farbwerte u und v , wie sie in CIE (1986) beschrieben sind. Diese Farbwerte beschreiben die Farbigkeit, während die Größe L die Leuchtkraft der Farbe beschreibt. Diese Farbkoordinaten haben die besondere Eigenschaft, dass Farbunterschiede, die vom Auge als gleich groß empfunden werden, auch gleich große Unterschiede in den Farbwerten haben. * in ΔE_{uv}^* weist darauf hin, dass bei der Bestimmung des Farbabstandes die Umgebungsbeleuchtung mit einbezogen wurde. Hierfür wird meistens eine weiße Standardlichtfarbe verwendet. Die Farbwerte L , u und v können aus den Farbwerten einer Bildschirmfarbe berechnet werden (siehe Kapitel 3.2.2 und Green & McDonald, 2002). Um eine ausreichende Lesbarkeit zu garantieren, muss der minimale Farbunterschied zweier Farben nach DIN EN ISO 15008 (2003) mindestens 20 betragen, wie in Gleichung (3) angegeben.

$$\Delta E_{uv}^* \geq 20 \quad (3)$$

Der Kontrast

Als weiteres Maß für die Beurteilung der Lesbarkeit wird der Leuchtdichtekontrast verwendet. Er wird nach CIE (1986) mit K bezeichnet und beschreibt das Verhältnis der Leuchtdichte der helleren Farbe zur Leuchtdichte der dunkleren Farbe. Das Verhältnis der Leuchtdichten der Farben sollte mindestens

- 5:1 bei Nachtbedingungen
- 3:1 bei Tageslichtverhältnissen
- 2:1 bei Sonnenlichtverhältnissen

betragen (DIN EN ISO 15008, 2003).

2.2.3 Grundsätze der Dialoggestaltung

Die Norm DIN EN ISO 9241-10 (1996) »Grundsätze der Dialoggestaltung« beinhaltet ergonomische Richtlinien für die Gestaltung interaktiver Systeme. Diese sind unabhängig von einem bestimmten Dialogsystem und daher auch auf ein Fahrerinformationssystem im Fahrzeug übertragbar.

Die Norm

Laut DIN EN ISO 9241-10 (1996) »Grundsätze der Dialoggestaltung« sollten interaktive Systeme

- aufgabenangemessen,
- selbstbeschreibungsfähig,

- steuerbar,
- erwartungskonform,
- fehlertolerant,
- individualisierbar und
- lernförderlich sein.

Im Folgenden werden diese Kriterien und ihre Bedeutung für die Konzeption und Gestaltung näher betrachtet.

Die Aufgabenangemessenheit

»Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen« (DIN EN ISO 9241-10, 1996, S.4).

Effektivität bedeutet, dass der Nutzer sein Ziel möglichst genau und vollkommen erreichen kann. Das System stellt dem Nutzer dabei die für das Erreichen seines Ziels nötigen Komponenten zur Verfügung und unterstützt ihn bei der Bewältigung seiner Aufgaben.

Effizienz ist ein Parameter für die Zeit, die der Nutzer für die Erledigung einer Aufgabe benötigt. Pflicht des Systems ist hierbei, eine gute Nutzerführung und Navigation anzubieten. Auch technische Komponenten, wie die Ladezeit von Bildschirminhalten, spielen eine Rolle für die Effizienz. Das System sollte daher Schritte zur Erreichung des Ziels in sinnvoller Reihenfolge anbieten und dabei möglichst kurze Ladezeiten beanspruchen (Borsutzky, 2002).

Die Selbstbeschreibungsfähigkeit

»Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird« (DIN EN ISO 9241-10, 1996, S.5).

Ein System soll dem Nutzer eine intuitive Bedienung ermöglichen, damit dieser genau erkennen kann, welche Funktionen das System anbietet, welche Informationen es vermittelt und wohin er sich begeben muss, um sein Ziel zu erreichen. Eine besondere Rolle spielen dabei aussagekräftige Bezeichnungen einzelner Rubriken (Borsutzky, 2002). Allgemeine Begriffe, wie zum Beispiel *Ziel* in einem Navigationsmenü, sind nicht dazu geeignet, dem Nutzer zu beschreiben, was ihn innerhalb dieser Rubrik erwartet. Besser wäre in diesem Fall: *manuelle Zieleingabe*, *Zieleingabe per Karte* oder *letzte Ziele*.

Die Steuerbarkeit

»Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist« (DIN EN ISO 9241-10, 1996, S.6).

Das interaktive Produkt sollte dem Nutzer mehrere Möglichkeiten anbieten, auf das System und den Verlauf des Dialogs Einfluss zu nehmen. Die Option, eine aktuelle Aktion abbrechen, ist hierfür ein Beispiel (Borsutzky, 2002).

Die Erwartungskonformität

»Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, zum Beispiel den Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, der Ausbildung und der Erfahrung des Benutzers sowie den allgemein anerkannten Konventionen« (DIN EN ISO 9241- 10, 1996, S.6).

Das Verhalten des Systems sollte den Erwartungen des Nutzers gerecht werden. Erfahrungen, die der Nutzer mit diesem oder ähnlichen anderen Systemen gemacht hat, sollten bei der Bedienung des Systems hilfreich sein (Borsutzky, 2002).

Die Fehlertoleranz

»Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand durch den Benutzer erreicht werden kann« (DIN EN ISO 9241- 10, 1996, S.7).

Das System sollte möglichst keine Fehlerquellen zulassen oder die Anzahl dieser zumindest minimieren. Macht ein Nutzer bei der Bedienung einen Fehler, so sollte das System ihm produktive Hilfestellungen zur Korrektur geben. Der Aufwand, einen Fehler zu korrigieren, sollte möglichst gering sein. Ein wichtiges Kriterium für die Fehlerrobustheit sind Fehlermeldungen in verständlicher Sprache (Borsutzky, 2002).

Die Individualisierbarkeit

»Ein Dialog ist individualisierbar, wenn das Dialogsystem Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe, individuelle Vorlieben des Benutzers und Benutzerfähigkeiten zulässt« (DIN EN ISO 9241- 10, 1996, S.8).

Sind für die Bewältigung einer Aufgabe individuelle Eingaben oder Einstellungen vonnöten, so sollte das System individualisierbar sein (Borsutzky, 2002).

Die Lernförderlichkeit

»Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt und anleitet« (DIN EN ISO 9241- 10, 1996, S.9).

Ein interaktives System sollte so gestaltet sein, dass dem Nutzer das Erlernen der Bedienung leicht fällt und er zu dem Umgang mit dem System ermutigt wird (Borsutzky, 2002).

2.2.4 Die Menühierarchie

Da die Menühierarchie in der späteren Konzeption eine Rolle spielt, wird diesem Thema Aufmerksamkeit gewidmet. In diesem Kapitel werden Erkenntnisse zur optimalen Gestaltung einer Menühierarchie und zur Menüanordnung aufgezeigt. Die Bedeutung dieser Erkenntnisse für die in dieser Arbeit angefertigten Konzeptionen wird in Kapitel 3.2.3 erläutert.

Die Menübedienung als Hauptaufgabe

Kriterien für die optimale Menühierarchie sind hauptsächlich die Tiefe und die Breite eines Menüs. Stellt die Menüauswahl für die Versuchspersonen eine Hauptaufgabe dar, während der keine Nebenaufgaben durchgeführt werden, schneiden breite Menüs gegenüber vergleichbaren tiefen Menüs generell besser ab (Norman, 1991). Breite Menüs bedingen zwar eine längere Suchzeit und eine erhöhte Reaktionszeit bis es zur Auswahl innerhalb einer Menüebene kommt und bei tiefen Menüs nehmen die Such- und die Reaktionszeiten pro Menüebene ab. Berücksichtigt man aber alle Schritte bis zum Erreichen des gewünschten Ziels, schneiden breite Menüs in diesen Kriterien jedoch trotzdem besser ab als tiefe Menüs, da bei tiefen Menüs mehr Auswahlsschritte vonnöten sind. Besonders in sukzessiven Menüs, bei denen jeweils nur ein Ausschnitt des Menüs sichtbar ist, liefern breite Menüs bessere Ergebnisse (Zaphiris, Shneiderman & Norman, 2002). Eine günstige Menübreite beträgt 3 bis 12 Menüeinträge (Norman, 1991), optimal sind jedoch 7 ± 2 Auswahloptionen pro Menüebene (Lee & MacGregor, 1984, zitiert nach Totzke, Rauch & Krüger, 2003). Je tiefer die Menüstruktur, desto häufiger treten bei Nutzern Orientierungsprobleme auf und sie wissen nicht mehr, an welcher Stelle im Menü sie sich aktuell befinden (Paap & Cooke, 1997). Auch begrifflich ungenaue Menübezeichnungen führen besonders in tiefen Menüs zu Bedienfehlern (Miller & Remington, 2002, zitiert nach Totzke, Rauch & Krüger, 2003). Die optimale Menütiefe beträgt 2 bis 3 Menüebenen (Miller, 1981, zitiert nach Totzke, Rauch & Krüger, 2003). Bei einer Erhöhung des Funktionsumfangs ist eine Verbreiterung der Menüebenen besser als eine Vertiefung des Menüsystems durch zusätzliche Menüebenen (Totzke, Rauch & Krüger, 2003).

Der Nachteil von breiten Menüs besteht darin, dass zu viele Menüeinträge auf einem Display dicht und überfüllt wirken und zu Verwirrungen führen können. Aber die Präsenz von vielen Menüeinträgen hat den Vorteil, dass man sehr viele Funktionsmöglichkeiten auf ei-

nen Blick erfassen kann. Einer zu hohen Dichte kann man entgegenwirken, indem man zusammengehörige Menüeinträge nebeneinander anordnet und die Objekte gemäß ihrer Funktionen gruppiert (Wickens & Hollands, 1998).

Wickens und Hollands (1998) zeigen, dass die Erfassung vieler verwertbarer Informationen auf einmal verglichen mit der Erfassung weniger Schlagwörter zwar eine längere Zeit zur Verarbeitung benötigt, aber dafür bei der Bedienung weniger Fehler gemacht werden.

Die Menübedienung als Nebenaufgabe

Betrachtet man die Menühierarchie unter der Bedingung, dass die Bedienung des Menüs im Rahmen einer Nebenaufgabe simultan zu einer Hauptaufgabe ausgeführt wird, so ändern sich die Empfehlungen für die Gestaltung der Menühierarchie. Totzke, Rauch und Krüger (2003) untersuchten den Kompetenzerwerb bei der Bedienung von Menüsystemen und verglichen dabei ebenfalls breite und tiefe Menüs. Dabei stellte sich heraus, dass bei der Menübedienung als Zweitaufgabe tiefe Menüs schnellere Bedienzeiten erreichten als vergleichbare breite Menüs. Die Anzahl der notwendigen Blicke, um eine Aufgabe zu erfüllen, war zwar bei beiden Menüs ähnlich, die längere Blickdauer und deren größere Variation bei breiten Menüs zeigten aber, dass breite Menüs eine höhere visuelle Belastung für den Nutzer bedeuten. Da in breiten Menüs eine große Menge an Informationen gleichzeitig dargestellt wird, führt dies zu einer höheren Beanspruchung des Nutzers. Ist die Menübedienung also eine Nebenaufgabe, wie es im Fahrzeug der Fall ist, wenn der Fahrer während der Fahrt das Menüsystem bedient, so ist ein tiefes Menü besser geeignet als ein breites Menü, da beim breiten Menü stärkere Interferenzen zwischen Fahrzeugführung und Systembedienung zu erwarten sind (Totzke, Rauch & Krüger, 2003).

Die Anordnung der Menüpunkte

Menüs, in denen die Menüpunkte in Spalten angeordnet sind, werden schneller bedient als Menüs, deren Menüpunkte in Zeilen sortiert sind. Vorteilhaft für die Bedienzeit wirkt sich auch ein Abstand zwischen den einzelnen Menügruppen innerhalb einer Menüebene aus. So kann der Menüpunkt schneller gefunden werden, da die Abgrenzung der Menügruppen deutlich ist (Parkinson, Sisson & Snowberry, 1985).

2.2.5 Die Gestaltgesetze

Die Gestaltgesetze sind verallgemeinerte Grundsätze, die die Funktionsweisen und Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung anschaulich darstellen. Sie beinhalten Gesetzmäßigkeiten über die Wahrnehmung bestimmter Gestaltungselemente (Thissen, 2004). Die

Erklärungen, wie Menschen visuelle Ordnungen wahrnehmen, sind für das Gestalten eines Produkts von großer Hilfe. Wichtige Gsgestaltgesetze sind:

- das Gesetz der Nähe,
- das Gesetz der Geschlossenheit,
- das Gesetz der Ähnlichkeit und
- das Gesetz der guten Gestalt.

Das Gesetz der Nähe

Elemente, die nah beieinander angeordnet sind, werden vom Menschen als Einheit wahrgenommen und deshalb als Gruppe gesehen (Thissen, 2004) (siehe Abbildung 3).

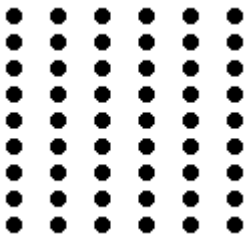


Abbildung 3: Gesetz der Nähe (Födisch & Schuster, 2004)

Das Gesetz der Geschlossenheit

Der Mensch besitzt Erfahrungswissen über manche Figuren. Wird eine solche Figur nun unvollständig dargestellt, werden unsichtbare Teile der Figur in der Wahrnehmung ergänzt (Thissen, 2004) (siehe Abbildung 4).

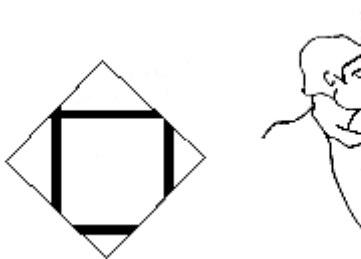


Abbildung 4: Gesetz der Geschlossenheit (Arnheim, 1983, S.64)

Das Gesetz der Ähnlichkeit

Elemente, die sich ähnlich sind, werden als zusammengehörig wahrgenommen (Thissen, 2004) (siehe Abbildung 5).

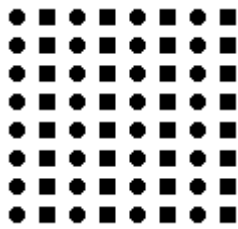


Abbildung 5: Gesetz der Ähnlichkeit (Födisch & Schuster, 2004)

Das Gesetz der guten Gestalt

Die menschliche Wahrnehmung sucht stets die einfachsten, einprägsamsten, deutlichsten und regulärsten Ergebnisse innerhalb einer Figur. In Abbildung 6 werden anstatt zwei Vierecken ein Dreieck und ein rechteckiger Balken wahrgenommen (Thissen, 2004).

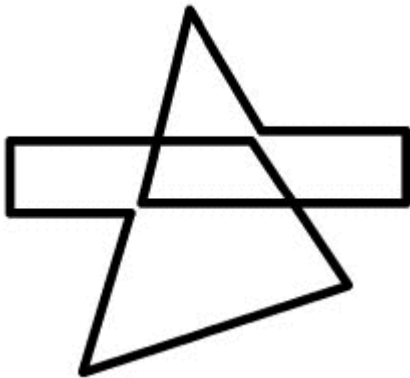


Abbildung 6: Gesetz der guten Gestalt (Arnheim, 1983, S.65)

2.2.6 Gestaltungsrichtlinien für berührungsempfindliche Bildschirme

Da eines der beiden Konzepte der vorliegenden Arbeit einen berührungsempfindlichen Bildschirm für die Bedienung vorsieht, werden im Folgenden zu beachtende Besonderheiten der Interaktion mit einem berührungsempfindlichen Bildschirm aufgeführt. Dazu werden zunächst Vor- und Nachteile eines solchen genannt und daraufhin Kriterien für die Größe einer berührungsempfindlichen Schaltfläche, für den minimalen Abstand zwischen zwei berührungsempfindlichen Schaltflächen und für den Einsatz der vielfältigen Bedienmöglichkeiten eines berührungsempfindlichen Bildschirms aufgeführt. Die Auslegung dieser Normen und Empfehlungen für die in dieser Arbeit angefertigten Konzeptionen wird in Kapitel 3.2.4 erläutert.

Vor- und Nachteile von berührungsempfindlichen Bildschirmen

Ein gewünschtes Objekt durch Berühren mit dem Finger zu aktivieren, ist einer der natürlichsten Wege, es auszuwählen. Daher ist die Bedienung des berührungsempfindlichen Bildschirms eine der einfachsten, natürlichsten und direktesten Interaktionen. Durch Umsetzung eines interaktiven Systems mit Hilfe des berührungsempfindlichen Bildschirms kann man die Vorteile dieser angenehmen Auswahlmethode nutzen, indem man dem Nutzer die Möglichkeit gibt, das erstrebte Objekt durch einfaches Berühren auszuwählen (Sears & Shneiderman, 1989). Berührungsempfindliche Bildschirme bieten eine große Kontrollmöglichkeit und eine direkte Manipulation. Ein Display mit verschiedenen Auswahlmöglichkeiten zu berühren, erfordert wenig kognitive Kapazität und ist eine Interaktionsform, die leicht zu lernen ist. Berührungsempfindliche Bildschirme sind die schnellsten Zeigegeräte und die Koordination von Hand und Auge ist bei ihnen leichter als bei der Bedienung von Mäusen oder Tastaturen. Darüber hinaus benötigt der berührungsempfindliche Bildschirm keinen zusätzlichen Platz für Bedienelemente (Shneiderman, 1993).

Doch der Einsatz eines berührungsempfindlichen Bildschirms führt auch Einschränkungen mit sich. Da Finger eine bestimmte Größe haben, sollten auch Objekte, die auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm mit dem Finger ausgewählt werden, bestimmte Größenanforderungen erfüllen. Daher gibt es Mindestgrößenanforderungen an berührungsempfindliche Schaltflächen auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm. Aufgrund der geforderten Größe der berührungsempfindlichen Schaltflächen wird der Platz auf dem Bildschirm schnell knapp.

Weiterhin ist es schwierig, eine sequentielle Eingabe mit dem berührungsempfindlichen Bildschirm zu tätigen, da nur ein Finger zum Auswählen benutzt wird und sich die Eingabe gegenüber der Tastatureingabe verlangsamt. Der berührungsempfindliche Bildschirm ist daher nicht für eine ausführliche alphanumerische Eingabe geeignet, da lang andauernde Eingaben von Buchstaben zu Ermüdungen führen.

Ein weiterer Nachteil, den der berührungsempfindliche Bildschirm gegenüber der Mausbedienung aufweist, ist die fehlende Anzeige für den Zustand *mouse-over*. Während der Nutzer bei der Bedienung mit der Maus eine Rückmeldung erhält, wenn der Mauszeiger auf dem Bildschirm sich über einem anwählbaren Objekt befindet, ist eine solche Rückmeldung bei der Bedienung eines berührungsempfindlichen Bildschirms selten möglich. Weiterhin kann Unsicherheit bei der Bedienung eines berührungsempfindlichen Bildschirms entstehen, da der Nutzer während der Bedienung mit seiner Hand Informationen auf dem Bildschirm

verdeckt. Dies führt dazu, dass die Bedienung eines berührungsempfindlichen Bildschirms im Vergleich mit der Bedienung einer Maus oder Tastatur ungenauer ist.

Durch das ständige Berühren des Bildschirms kann es darüber hinaus zu Verschmutzungen auf dem Display kommen, die das Erkennen des Inhalts erschweren (Waloszek, 2000).

Die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche

Bei der Gestaltung von berührungsempfindlichen Bildschirmen spielt die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche eine wichtige Rolle. DIN EN ISO 9241-9 (2000) »Anforderungen an Eingabemittel – ausgenommen Tastaturen« stellt folgende Norm für die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche auf einem berührungsempfindlichen Bildschirm auf:

»Bei Systemen der Erstkontaktberührungstechnik sollte die Größe der berührungsempfindlichen Fläche mindestens gleich der Größe der Gelenkbreite des Mittelfingers bei 95. Percentil, männlich sein. Die berührungsempfindliche Fläche sollte vergrößert werden, wenn eine Parallaxe zu einer Verschlechterung der Leistung führt« (DIN EN ISO 9241-9, 2000, S.23).

Der Abstand zwischen berührungsempfindlichen Schaltflächen

Eine weitere ergonomische Richtlinie betrifft den Mindestabstand, der zwischen zwei aneinander liegenden berührungsempfindlichen Schaltflächen auf einem berührungsempfindlichen Bildschirm eingehalten werden muss. Für den Mindestabstand gilt laut DIN EN ISO 9241-9 (2000) »Anforderungen an Eingabemittel – ausgenommen Tastaturen« folgender Wert: »Bei Touchscreens¹, die für eine Betätigung durch Erstkontaktberührung angelegt sind, sollte eine inaktive Fläche von mindestens 5 mm Breite um jedes Zielobjekt herum vorgesehen werden. Bei Touchscreens, die für eine Betätigung durch Letztkontaktberührung ausgelegt sind, kann die Breite der inaktiven Fläche weniger als 5 mm betragen« (DIN EN ISO 9241-9, 2000, S.23).

Die Bedienmöglichkeiten

Auch die Bedienmöglichkeiten eines berührungsempfindlichen Bildschirms verlangen im Vorfeld eine genauere Betrachtung. Zum Einen kann man ein Objekt auf einem berührungsempfindlichen Bildschirm durch Berühren mit dem Finger auswählen, zum Anderen besteht aber auch die Möglichkeit, Funktionen auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm durch Schieben des Fingers über den Bildschirm zu bedienen. Bei kontinuierlichen

¹ Touchscreen: Berührungsempfindlicher Bildschirm

Eingaben wie zum Beispiel der Lautstärkeregelung wäre eine solche Bedienung durch Schieben des Fingers denkbar, da es eine analoge Repräsentation für die Bedienung eines realen Schiebereglers darstellt. Shneiderman (1993) sieht in der Bedienung durch Schieben des Fingers große Chancen. Durch Einbinden dieser Komponente in die Bedienung des berührungsempfindlichen Bildschirms könnten neue interaktive Bedienmöglichkeiten eingesetzt werden. Waloszek (2000) empfiehlt jedoch, eine Bedienung durch das Schieben des Fingers auf dem Bildschirm bei berührungsempfindlichen Bildschirmen zu vermeiden. Als Gründe führt er eine ungenaue und langsame Bedienung sowie eine stärkere Verschmutzung des Bildschirms auf. Seiner Meinung nach sollte die Bedienung eines berührungsempfindlichen Bildschirms wenn möglich nur durch Zeigen mit dem Finger erfolgen.

2.3 Die Phasen der Produktentwicklung

Die nach Burmester und Görner (2003) entscheidenden Phasen der Produktentwicklung werden im Folgenden kurz vorgestellt:

- Nutzungskontextanalyse
- Konzeption
- Erstellen von Prototypen
- Evaluation

2.3.1 Die Nutzungskontextanalyse

Das Verstehen des Nutzungskontexts und das daraus folgende Ableiten von Anforderungen an das interaktive Produkt sind Bestandteil einer Nutzungskontextanalyse. Ziel ist es, Informationen über die Nutzer, die Aufgaben, technische Randbedingungen und Arbeitsbedingungen einzuholen und festzuhalten. Von den Beschreibungen der Aufgabe, der Benutzer und der Umgebung werden schließlich Anforderungen an das zu gestaltende Produkt abgeleitet (Burmester & Görner, 2003).

2.3.2 Die Konzeption

In der Konzeption wird zunächst mit der Grobgestaltung des interaktiven Produkts begonnen. Dabei sind folgende Punkte essentiell:

- das Festlegen einer Navigationsstruktur, basierend auf den zuvor ermittelten Funktionen,
- das Erzeugen einer Informationsarchitektur, die eine konsistente Struktur der Informationen sicherstellt, und

- das Ausarbeiten von Metaphern, die eine Erhöhung der Vertrautheit und eine Erleichterung der Bedienung bewirken.

Anschließend an die Grobgestaltung folgt die Feingestaltung, in der die grafische Gestaltung und die Interaktion aller Elemente spezifiziert werden (Burmester & Görner, 2003).

2.3.3 Das Erstellen von Prototypen

Für eine erfolgreiche Entwicklung und Gestaltung eines interaktiven Produkts ist ein frühzeitiges Erstellen von Prototypen eine enorme Hilfe. Dabei werden schon während der Entwicklungsphase angedachte Gestaltungsideen visualisiert und erfahrbar gemacht. Die Einbeziehung eines Prototyps stellt sicher, dass alle Beteiligten einen gemeinsamen Anhaltspunkt für Diskussionen haben und eventuelle Missverständnisse schnell bereinigt werden können (Burmester & Görner, 2003). Stry (2000) beschreibt die Vorteile des frühen Einbeziehens von Prototypen in die Konzeptionsphase wie folgt:

- ein Prototyp hilft Systemingenieuren, das Umfeld und die Anforderungen, die gestellt sind, besser zu verstehen,
- ein Prototyp zeigt die aktuellen technischen Möglichkeiten auf und macht deutlich, an welchen Punkten noch Schwachstellen liegen,
- ein Prototyp ist ein geeignetes Mittel, um das Anliegen des Designs dem Entwickler gut zu vermitteln,
- ein Prototyp ermöglicht dem Entwickler, früh mit der Zeitplanung für das endgültige Produkt zu beginnen,
- ein Prototyp erlaubt das Austesten des Systems durch zukünftige Nutzer in einem frühen Stadium,
- ein Prototyp zeigt den zukünftigen Nutzern, was bis zu diesem Zeitpunkt möglich ist und fördert kreative Einfälle für zukünftige Systeme und
- ein Prototyp bietet die Möglichkeit, eine Analyse des Systems vorzunehmen und ist ein Mittel, um Systemanforderungen festzulegen und einzubinden.

2.3.4 Die Evaluation

Bei der Evaluation wird das Produkt geprüft und der eventuelle Optimierungsbedarf aufgedeckt. Die zentrale Frage ist, wie gut es gelungen ist, die in der Nutzungskontextanalyse festgelegten Anforderungen und Ziele mit der Gestaltung des interaktiven Produkts umzusetzen. Die Arbeitsergebnisse werden bewertet und gründlich daraufhin untersucht, inwieweit gesteckte Ziele erreicht wurden und wo Verbesserungen vorgenommen werden müs-

sen. Dabei sind sowohl quantitative, als auch qualitative Bewertungskriterien von Nutzen (Burmester & Görner, 2003). Es gibt unterschiedliche Evaluationsmethoden, die teilweise während der Entwicklung oder nach Beendigung der Systementwicklung zum Einsatz kommen können.

2.4 Überleitung

Die vorgestellten theoretischen Grundlagen dienten als Ausgangspunkt für die Umsetzung der Konzeptionen. Das Hintergrundwissen über die Fahrzeugführung sowie die vorgestellten Normen und Richtlinien gingen in die Konzeption ein und einzelne Phasen der Produktentwicklung wurden durchlaufen. Für die Entwicklung der beiden Konzepte und der dazugehörigen Prototypen wurden einige dieser Grundlagen weiter ausgearbeitet und in praktische Handlungs- und Entwicklungsempfehlungen umgesetzt. Diese Empfehlungen und die konkrete Umsetzung der beiden Konzepte auf Grundlage dieser Empfehlungen sind im Folgenden dargestellt.

3 Umsetzung

3.1 Projektübersicht

Das folgende Kapitel gibt eine Einführung in das Projekt, in dem die vorliegende Arbeit entstanden ist. Ein Überblick über das Tätigkeitsfeld des Teams sowie die Beschreibung der Ziele des Projekts und der damit verbundenen Rahmenbedingungen für die Umsetzung werden aufgeführt.

3.1.1 Das Team HMI-Konzepte und -Evaluation

Die vorliegende Arbeit wurde im Bereich *Forschung und Technologie/Fahrzeugaufbau und Antrieb* im Team *HMI-Konzepte und -Evaluation* der DaimlerChrysler AG in Stuttgart Untertürkheim angefertigt. Das Team gestaltet und bewertet innovative Konzepte und Systeme für die Mensch-Maschine-Kommunikation im Fahrzeug. Zu den Tätigkeitsbereichen des Teams gehört zunächst die Aufgabe, herauszufinden, welche Anforderungen zukünftige Produkte aus Sicht der Nutzer erfüllen müssen. Danach gilt es, Ideen zu entwickeln, wie man die gewünschten Funktionen nach ergonomischen Gesichtspunkten mit möglichst hohem Komfort umsetzen könnte. Dazu werden systemische und gestalterische Konzepte ausgearbeitet, die in Versuchen mit potentiellen Nutzern geprüft und mithilfe der daraus gewonnenen Erkenntnisse optimiert werden. Das Cockpit ist das zentrale Bindeglied zwischen Fahrzeug und Fahrer und damit von großer Bedeutung bei der Interaktion des Fahrers mit dem Fahrzeug. Die Konzepte umfassen daher häufig Weiterentwicklungen von Anzeigesystemen und Bedienelementen. Dabei ist wichtig, dass die Systeme intuitiv bedienbar, weitgehend selbsterklärend und möglichst nicht ablenkend sind.

3.1.2 Beschreibung des Projekts

Ein Projekt innerhalb des Forschungsteams *HMI-Konzepte und -Evaluation* umfasst die Konzeption von zwei unterschiedlichen Ansätzen für BAKs eines Bordsystems im Fahrzeug. Für jedes der beiden Systeme wurden Rahmenbedingungen und Ziele festgelegt, die in der Konzeption berücksichtigt werden müssen. Ein Konzept soll mit einem berührungsempfindlichen Bildschirm umgesetzt werden, das andere mit einer Schalterbedienung mit Displayanzeige. Daher werden die Konzepte innerhalb dieser Arbeit mit *Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm* und *Schalter-Konzept* betitelt. Die im Folgenden aufgeführten projektinternen Zielsetzungen und Vorgaben wurden von der Projektgruppe im Vorfeld dieser Arbeit festgelegt und entstanden im Rahmen bereits durchgeführter Untersuchungen in-

nerhalb des Teams. Für diese Arbeit müssen sie als unveränderbare Rahmenbedingungen betrachtet werden. Übergeordnetes Ziel ist, trotz der gegensätzlichen Rahmenbedingungen, eine einheitliche Gestaltung für beide Konzepte zu erreichen. Durch Konsistenz in der Darstellung und in der Interaktion ist gewährleistet, dass Nutzer, die mit einem System vertraut sind leicht auf das andere System umsteigen können. Die Konsistenz soll einen Wissenstransfer zwischen den Bedienungen der Konzepte für den Nutzer erleichtern. Im Folgenden werden diese beiden Konzeptideen näher beschrieben.

Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm

Das Konzept soll die Integration des gesamten Funktionsumfangs der aktuellen E-Klasse ermöglichen. Dabei wird der berührungsempfindliche Bildschirm an der Mittelkonsole angebracht. Aufgrund des großen und komplexen Funktionsumfangs kann der berührungsempfindliche Bildschirm vom Fahrer nur bei Stillstand des Fahrzeugs bedient werden. Der berührungsempfindliche Bildschirm wurde als Bedien- und Anzeigeelement gewählt, da dieser den in Kapitel 2.1.6 genannten Anforderungen an einen Kompromiss zwischen Schalterbedienung und integriertem Bedien- und Anzeigesystem entspricht. Ein berührungsempfindlicher Bildschirm bietet die Möglichkeit der direkten Anwahl von wichtigen Funktionen und besitzt gleichzeitig die Kapazität, viele Inhalte zu integrieren. Zudem vereint er Bedien- und Anzeigeelement in einem System. Die Anforderung, die Handhabung des Bedienelements auf die Displayanzeige zu übertragen, entfällt somit.

Das Schalter-Konzept

Aufgrund einer Expertenauswahl wurden für das Schalter-Konzept ausgehend von der gesamten Funktionsvielfalt zwei Vorschläge für einen reduzierten Funktionsumfang ausgearbeitet. Eine Variante wird im Folgenden *funktionsreduziert* genannt, die zweite Variante, die einen noch geringeren Funktionsumfang als die funktionsreduzierte Variante umfasst, wird im Folgenden *puristisch* genannt. Ziel der Verringerung der Funktionsanzahl war eine Minderung der Komplexität und damit auch der Beanspruchung des Fahrers. Dieses System kann daher vom Fahrer auch während der Fahrt bedient werden.

Beide Vorschläge unterteilen die Funktionen in die vier Unterkategorien *Navigation*, *Audio*, *Telefon* und *Klima*. Für die Bedienung des Systems ist für beide Vorschläge ein *Bedienpaneel*, eine Zusammensetzung von Schaltern und Drehstellern vorgesehen. Die Bedienpaneele sind ebenfalls in die vier genannten Kategorien unterteilt. Die Bedienpaneele sind von der Anzeige getrennt. Dabei wird jedem der vier Unterkategorien ein kleines, separates Display

zugeteilt, in dem die Inhalte und Einstellungen innerhalb dieser Kategorie dargestellt werden (siehe Abbildung 7).

Das Bedienpaneel wird für die Umsetzung der beiden Schalter-Konzepte als geeignetes Bedienelement betrachtet, da die reduzierte Funktionsanzahl eine überschaubare Anzahl an Schaltern mit sich führt. Daher wird eine übersichtliche und einfache Bedienung möglich.

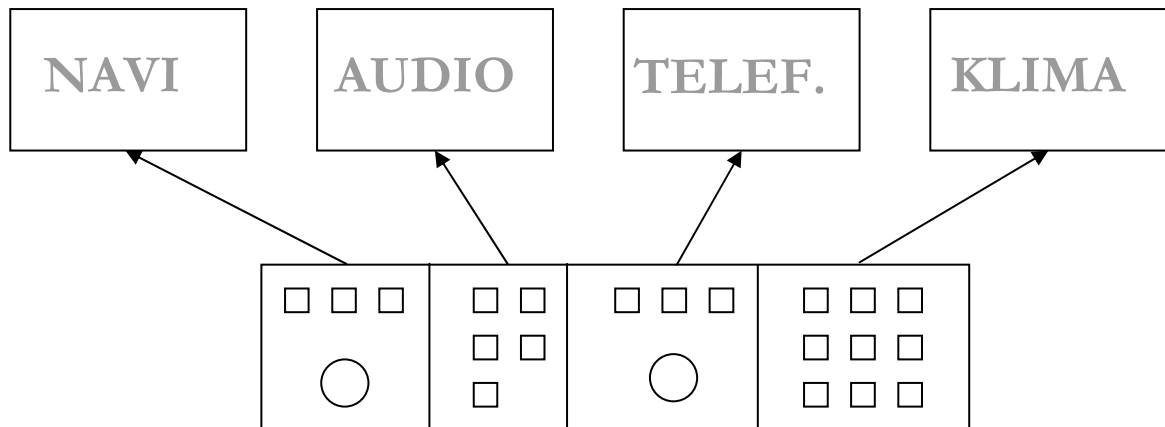


Abbildung 7: Bedienpaneel mit Displays

Übersicht

Der Umfang des Projekts und die Ziele und Rahmenbedingungen der jeweiligen Teile können, wie in Tabelle 1 aufgeführt, zusammengefasst werden:

Tabelle 1: Projektziele und Rahmenbedingungen

	Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm	Schalter-Konzept funktionsreduziert	Schalter-Konzept puristisch
Bedienelement	Berührungsempfindlicher Bildschirm	Bedienpaneel mit Schaltern und Drehstellern	Bedienpaneel mit Schaltern und Drehstellern
Anzeige	Berührungsempfindlicher Bildschirm	Vier Displays	Vier Displays
Funktionsumfang	Gesamter Funktionsumfang (siehe Anhang A)	Reduzierter Funktionsumfang (siehe Anhang B)	Reduzierter Funktionsumfang (siehe Anhang C)

3.1.3 Rahmenbedingungen des Projekts

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, für die drei oben beschriebenen Ansätze innerhalb der Vorgaben und Ziele des Projekts und mit strenger Einhaltung der ergonomischen Richtlinien, Konzepte für die Bedienung und die Anzeige zu entwerfen. Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm und das Schalter-Konzept weisen durch ihren Funktionsumfang, ihre Bedienung und durch ihre Anzeigemöglichkeiten unterschiedliche Rah-

menbedingungen auf, die zwangsweise auch zu unterschiedlichen Darstellungen und Interaktionsmodellen führen. Trotzdem sollten die Darstellungen und die Interaktionsmodelle zwischen den beiden Konzepten möglichst konsistent sein, da somit den Nutzern ein leichter Umstieg von einem System auf das andere angeboten werden kann. Eine konsistente Gestaltung und Nutzerführung ist für diesen Zweck unerlässlich. Genauere Vorgaben und Zielsetzungen innerhalb des Projekts sind im Folgenden für jedes Konzept einzeln aufgeführt.

Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm

Bei dem berührungsempfindlichen Bildschirm handelt es sich um ein 8"-Display mit einem Seitenverhältnis von 15:9. Die Einheit " entspricht einem Zoll oder 25,4 mm. Daraus ergibt sich ein aktiver Bereich von 174,2 mm Breite und 104,5 mm Höhe. Die Auflösung beträgt 800 Pixel waagrecht und 480 Pixel senkrecht. Ein Pixel ist ein einzelner Leuchtpunkt des Bildschirms. Die Leuchtdichte des berührungsempfindlichen Bildschirms ist mit 550 cd/m^2 angegeben. Da der berührungsempfindliche Bildschirm im Greifbereich des Fahrers angebracht werden muss, wird der Augenabstand des Fahrers zum Display auf 800 mm festgelegt. Der Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm soll, wie schon erwähnt, alle Funktionen der aktuell auf dem Markt vorhandenen E-Klasse Fahrzeuge enthalten. Anhang A beinhaltet eine hierarchische Auflistung dieses Funktionsumfangs. Projektinternes Ziel ist, bei der Konzeption die schon vorhandene Hierarchie beizubehalten oder, wenn möglich, nach oben zu integrieren. Somit werden bisherige Bedienschritte beibehalten oder gekürzt. Eine Veränderung der Struktur darüber hinaus ist nicht gewünscht. Anliegen innerhalb des Projekts ist, die Hierarchie, die durch die Implementierung aller Funktionen unumgänglich ist, möglichst flach zu halten. Für die unterschiedlichen Bedien- und Anzeigemöglichkeiten sollten möglichst wenige Kodierungen eingesetzt werden, um den Fahrer nicht zusätzlich zu belasten und eine einfache Bedienung des Systems zu ermöglichen.

Das Schalter-Konzept

Bei den vier Displays für das Schalter-Konzept handelt es sich um jeweils 90 mm breite und 70 mm hohe Displays mit einer Pixelgröße von $0,2178 \text{ mm} \times 0,2178 \text{ mm}$. Die Leuchtdichte der Displays ist wie das Display für den berührungsempfindlichen Bildschirm ebenfalls mit 550 cd/m^2 angegeben. Die vier Displays werden später in einem Abstand von 1100 mm zu den Augen des Fahrers angebracht sein. Dieser Wert entstand aus einer Abmessung des Abstands der Augen des Fahrers in Sitzposition im Fahrzeug zu der vorgese-

henen Position der Displays. Für den Funktionsumfang gibt es zwei aus einer Experten- auswahl hervorgegangene Vorschläge, einen funktionsreduzierten Funktionsumfang und einen noch weniger Funktionen umfassenden puristischen Funktionsumfang. Die genauen Auflistungen der Funktionen für die jeweiligen Vorschläge sind in Anhang B und Anhang C dargestellt.

Als Bedienelemente sind, wie schon angedeutet, Bedienpaneele vorgesehen, deren Schalter- anzahl und -anordnung für die beiden Vorschläge vom Projekt weitgehend vorgegeben sind. Anhang D und Anhang E zeigen die Anordnungen der Schalter für die jeweiligen Be- dienpaneele.

Anliegen innerhalb des Projekts ist es, in die Darstellung der Anzeige keine hierarchische Struktur oder Menüebenen einzubauen. Die reduzierte Anzahl an Funktionen soll bewir- ken, dass alle wichtigen Informationen innerhalb einer der vier Unterrubriken (*Navigation*, *Audio*, *Telefon* und *Klima*) direkt auf dem jeweiligen Display sichtbar sind.

Da sich die beiden Varianten des Schalter-Konzepts in Funktionsumfang und Bedienele- ment nur leicht unterscheiden und für die Anzeige dieselben Bedingungen gelten, steht der Begriff *Schalter-Konzept* stets übergreifend für beide Varianten.

Übersicht

Ziel der vorliegenden Arbeit ist ein Entwurf zweier Konzepte (Konzept für den berüh- rungsempfindlichen Bildschirm und Schalter-Konzept) im Rahmen der vorgegebenen Be- dingungen mit einer die Konzepte übergreifenden, konsistenten Darstellung. Tabelle 2 stellt die Konzepte einander gegenüber.

Tabelle 2: Vergleich der Konzepte

	Konzept für den berührungs- empfindlichen Bildschirm	Schalter-Konzept
Vorgaben	Wenig Kodierung, flache Hierarchie	Keine Menünavigation
Augenabstand	800 mm	1100 mm
Displaygröße	174,2 x 104,5 mm	90 x 70 mm
Pixelgröße	0,2178 x 0,2178 mm	0,2178 x 0,2178 mm
Leuchtdichte	550 cd/qm	550 cd/qm
Ziel	Konzeptübergreifende, konsistente Darstellung	

3.2 Anwendung der Normen

In Kapitel 2.2 des Theorieteils wurden für die Konzeption relevante Normen und Richtlinien aufgeführt und erläutert. Das folgende Kapitel umfasst nun die Anwendung und Umsetzung dieser Normen innerhalb der Erstellung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm und des Schalter-Konzepts. So werden Mindestschriftgrößen, Farbabstände und die Mindestgröße der berührungsempfindlichen Schaltflächen für das jeweilige Konzept berechnet und somit die Bedeutung der in Kapitel 2.2 aufgeführten Forschungsergebnisse und Richtlinien für die Konzeption dargestellt.

3.2.1 Die Schrift

Die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« legt Richtlinien für die Schriftgröße, das Verhältnis von Zeichenbreite zu Zeichenhöhe, das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe, den Zeichenabstand, den Wortabstand und den Zeilenabstand fest (siehe Kapitel 2.2.1). Diese Kriterien werden im Folgenden auf die vorhandenen Displays und Konzeptansätzen angewandt.

Die Schriftgröße

Für die beiden Konzepte gelten unterschiedliche Mindestgrößen für die Zeichenhöhe, da der Augenabstand zum Display für den berührungsempfindlichen Bildschirm 800 mm und für das Display des Schalter-Konzepts 1100 mm beträgt. Betrachtet man die Definition der Zeichenhöhe (Abbildung 1), so ergibt sich mit Hilfe der Definition der Tangensfunktion die Zeichenhöhe Z nach Gleichung (4) als:

$$Z = 2 \cdot d \cdot \tan\left(\frac{x}{2}\right) \quad (4)$$

In Gleichung (4) ist d der Augenabstand, x der Schinkel in Radiant und Z die Zeichenhöhe. Z , d und x sind in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Für kleine Winkel von weniger als 0,2 Radiant, lässt sich der Tangens von x durch x annähern und Gleichung (4) vereinfacht sich zu Gleichung (5):

$$Z = d \cdot x \quad (5)$$

Diese Annäherung ist in allen hier auftretenden Fällen gut erfüllt. Die Umrechnung von Bogenminuten in Radiant ist in Gleichung (1) angegeben. Für die Umsetzung wichtig sind die Zeichenhöhen für 18 Bogenminuten, die sich in Gleichungen (6) und (8) aus Gleichung (5) ergeben und für 20 Bogenminuten in Gleichungen (7) und (9).

Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm: Augenabstand: 800 mm

$$\text{Zeichenhöhe für 18 Bogenminuten: } Z = 800 \text{ mm} \cdot 0,00524 = 4,19 \text{ mm} \quad (6)$$

$$\text{Zeichenhöhe für 20 Bogenminuten: } Z = 800 \text{ mm} \cdot 0,00582 = 4,65 \text{ mm} \quad (7)$$

Schalter-Konzept: Augenabstand: 1100 mm

$$\text{Zeichenhöhe für 18 Bogenminuten: } Z = 1100 \text{ mm} \cdot 0,00524 = 5,76 \text{ mm} \quad (8)$$

$$\text{Zeichenhöhe für 20 Bogenminuten: } Z = 1100 \text{ mm} \cdot 0,00582 = 6,40 \text{ mm} \quad (9)$$

Nach der Festlegung der Mindestgröße der Zeichenhöhe erfolgt nun die Umrechnung von Zeichenhöhe auf die nachher in der Umsetzung zu verwendenden Schriftgrößen. Die Zeichenhöhe beschreibt die Versalhöhe eines Großbuchstaben, während die Schriftgröße sich aus der Versalhöhe, der Unterlänge und einem Zwischenraum über und unter den Zeichen zusammensetzt (Boles, 1998). Der Sachverhalt ist in den Abbildungen 8, 9 und 10 grafisch dargestellt.



Abbildung 8: Versalhöhe (Hermann, 2004)



Abbildung 9: Unterlänge (Hermann, 2004)



Abbildung 10: Schriftgröße (Hermann, 2004)

Die firmenintern verwendete Schrift *CorpoS* der DaimlerChrysler AG soll in der Gestaltung und der Umsetzung der Konzepte verwendet werden. Durch manuelle Abmessungen haben sich bei dieser Schrift folgende Abhängigkeiten gezeigt:

$$\text{Zwischenraum} = 0,3 \cdot \text{Versalhöhe} \quad (10)$$

$$\text{Unterbälge} = 0,2 \cdot \text{Versalhöhe} \quad (11)$$

Da die Abhängigkeiten in den Gleichungen (10) und (11) von Hand mit einem Grafikprogramm ausgemessen wurden, sind diese Werte Annäherungswerte. Es sind keine Daten über die Abhängigkeiten innerhalb dieser Schrift bekannt, daher dienen diese Werte als Grundlage für weitere Berechnungen.

Für die Schriftgröße ergibt sich daraus folgende Gleichung (12):

$$\text{Schriftgröße} = 1,5 \cdot \text{Versalhöhe} \quad (12)$$

Für die Konzeptgestaltung der Displays ergeben sich aus den Ergebnissen der Gleichungen (6) bis (9) eingesetzt in Gleichung (12) die Werte:

Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm: Augenabstand 800 mm

Schriftgröße für 18 Bogenminuten : 6,29 mm

Schriftgröße für 20 Bogenminuten : 6,98 mm

Schalter-Konzept: Augenabstand 1100 mm

Schriftgröße für 18 Bogenminuten : 8,64 mm

Schriftgröße für 20 Bogenminuten : 9,60 mm

Um später bei der Umsetzung eine Schriftgröße einzustellen, ist eine Umrechnung von der Schriftgröße (S_{mm}) in mm auf die in Grafikprogrammen üblicherweise verwendete Schriftgröße (S_{pt}) in pt (typographischer Punkt) nötig. Die Umrechnung ist abhängig von der Höhe eines Bildschirmpixels (H_{px}), die bei beiden Displays 0,2178 mm beträgt (dies entspricht ei-

ner Displayauflösung von 116,62 dpi). Die Abkürzung dpi steht für dots per inch, oder Pixel pro Zoll. Da 1 inch = 25,4 mm, ergibt eine Auflösung von 1 dpi 25,4 Bildschirmpunkte pro Millimeter. In Gleichung (13) ist A die Auflösung des Bildschirms. Die Größe eines Bildschirmpixels H_{px} ist nach Gleichung (13):

$$H_{px} = \frac{25,4}{A} \quad (13)$$

Eine Schrift, die S_{mm} mm hoch ist, hat nach Gleichung (14) eine Höhe in Bildschirmpixel S_{px} von

$$S_{px} = \frac{S_{mm}}{H_{px}} = S_{mm} \cdot \frac{A}{25,4} \quad (14)$$

Die Angabe der Schriftgröße in pt bezieht sich immer auf eine nominelle Auflösung von 72 dpi. Dieser Wert ist historisch bedingt, im Buchdruck entspricht eine Zeichengröße von 1pt einer Zeichengröße von 1/72 Zoll auf dem Papier. Daher muss man bei der Berechnung der Schriftgröße in pt die Auflösung des Bildschirms berücksichtigen. Die Schriftgröße in pt muss so groß sein, dass das ein Zeichen der Größe S_{px} auf dem Bildschirm der Auflösung A gleich viele Pixel hoch ist wie ein Zeichen der Größe S_{pt} auf einem Bildschirm der Auflösung 72 dpi. Zur Umrechnung verwendet man dann genau das Verhältnis der Auflösung zu 72, wie in Gleichung (15) angegeben:

$$\begin{aligned} S_{pt} &= \frac{72}{A} \cdot S_{px} \\ S_{pt} &= 2,83 \cdot S_{mm} \end{aligned} \quad (15)$$

Die Mindestschriftgrößen für die Displays der beiden Konzepte haben damit die in den Gleichungen (16) bis (19) errechneten Werte:

Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm: Augenabstand: 800 mm

$$\text{Schriftgröße für 18 Bogenminuten: } 2,83 \cdot 6,29 \text{ mm} = 17,8 \approx 18 \text{ pt} \quad (16)$$

$$\text{Schriftgröße für 20 Bogenminuten: } 2,83 \cdot 6,98 \text{ mm} = 19,8 \approx 20 \text{ pt} \quad (17)$$

Schalter-Konzept: Augenabstand: 1100 mm

$$\text{Schriftgröße für 18 Bogenminuten: } 2,83 \cdot 8,64 \text{ mm} = 24,45 \approx 25 \text{ pt} \quad (18)$$

$$\text{Schriftgröße für 20 Bogenminuten: } 2,83 \cdot 9,60 \text{ mm} = 27,17 \approx 28 \text{ pt} \quad (19)$$

Zusammenfassend gelten folgende Richtlinien für die Schriftgröße:

Für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm (Augenabstand: 800 mm):

Mindestschriftgröße, wenn Farbe nicht als kodierende Größe eingesetzt wird: 18 pt

Mindestgröße, wenn Farbe als kodierende Größe eingesetzt wird: 20 pt

Für das Schalter-Konzept (Augenabstand: 1100 mm):

Mindestschriftgröße, wenn Farbe nicht als kodierende Größe eingesetzt wird: 25 pt

Mindestschriftgröße, wenn Farbe als kodierende Größe eingesetzt wird: 28 pt

Das Verhältnis Zeichenbreite zu Zeichenhöhe

Bei der Schrift *CorpoS* liegt das abgemessene Verhältnis Zeichenbreite zu Zeichenhöhe des Buchstaben M bei 1,0. Der Wert liegt also nach DIN EN ISO 15008 (2003) im Grenzbereich. Da aber bei annähernd allen anderen Buchstaben dieser Schrift das Verhältnis zwischen 0,6 und 0,8 liegt, wird die Norm als erfüllt angesehen. Die Schrift *CorpoS* erfüllt somit die Richtlinie für das Verhältnis Zeichenbreite zu Zeichenhöhe.

Das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe

Das Verhältnis von Strichbreite zu Zeichenhöhe der Schrift *CorpoS* liegt bei ca. 0,07. Dieser Wert ist ein Annäherungswert, der durch manuelles Abmessen mit einem Grafikprogramm ermittelt wurde. Das Verhältnis zwischen Strichbreite und Zeichenhöhe liegt demnach knapp unter dem geforderten Wert von DIN EN ISO 15008 (2003).

Der Zeichenabstand innerhalb eines Worts

Der Zeichenabstand zwischen den Buchstaben innerhalb eines Worts bei der Schrift *CorpoS* entspricht gemäß manueller Abmessung einer doppelten Strichbreite dieser Schrift. Die Norm für den Zeichenabstand innerhalb eines Worts ist bei der Schrift *CorpoS* somit erfüllt.

Der Zeichenabstand zwischen Wörtern

Der Abstand zwischen Wörtern der Schrift *CorpoS* beträgt nach Abmessungen etwas mehr als die Breite des Großbuchstaben N. Daher ist die Norm für den Zeichenabstand zwischen Wörtern der Schrift *CorpoS* erfüllt.

Der Zeilenabstand

Die Strichbreite beträgt nach manuellen Abmessungen ca. 7,15% der Schriftgröße (siehe Kapitel 2.2.1). Diakritische Zeichen reichen durchschnittlich 5,67% der Schriftgröße über die Versalhöhe hinaus. Dieser Wert ist ebenfalls durch Ausmessungen mittels eines Grafikprogramms ermittelt worden und ist daher ein Annäherungswert. Der Durchschuss, das heißt der Zwischenraum zwischen dem höchsten Punkt eines Großbuchstabens und dem niedrigsten Punkt der Buchstaben der darüber liegenden Zeile, muss somit, wie in Gleichung (20) verdeutlicht, ungefähr 13% der Schriftgröße betragen.

$$7,15\% + 5,67\% = 12,82\% \approx 13\% \quad (20)$$

Danach ergibt sich Gleichung (21) für den Zeilenabstand Z :

$$Z = 1,13 \cdot S \quad (21)$$

Für die in Frage kommenden Schriftgrößen ergibt sich dann jeweils ein Zeilenabstand wie folgt:

- Schriftgröße 18 pt – Zeilenabstand mindestens 21 pt (6,31 mm)
- Schriftgröße 20 pt – Zeilenabstand mindestens 23 pt (7,01 mm)
- Schriftgröße 25 pt – Zeilenabstand mindestens 29 pt (8,77 mm)
- Schriftgröße 28 pt – Zeilenabstand mindestens 32 pt (9,82 mm)

Für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm mit einer Displayhöhe von 104,5 mm ergibt diese Rechnung folgende Aussagen über die Zeilenanzahl:

- Schriftgröße 18 pt (Zeilenhöhe: 6,31 mm) – maximale Zeilenanzahl: 16
- Schriftgröße 20 pt (Zeilenhöhe: 7,07 mm) – maximale Zeilenanzahl: 14

Für das Schalter-Konzept mit einer Displayhöhe von 70 mm ergeben sich demnach folgende Aussagen über die Zeilenanzahl:

- Schriftgröße 25 pt (Zeilenhöhe: 8,77 mm) – maximale Zeilenanzahl: 7
- Schriftgröße 28 pt (Zeilenhöhe 9,82 mm) – maximale Zeilenanzahl: 7

3.2.2 Die Farbwahl

Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, legt die Norm DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« Richtlinien für den Farbabstand und den Kontrast von Hintergrund- und Vordergrundfarbe fest. Diese Kriterien werden im Folgenden in Bezug zu den vorhandenen Displays und Konzeptansätzen gesetzt.

Der Farbabstand

Der Farbabstand ΔE_{uv}^* von zwei Farben, wie er in Kapitel 2.2.2 eingeführt worden ist, wird von der CIE (1986) über die Farbkoordinaten L , u und v definiert. L bezeichnet die Helligkeit, u und v sind Farbkoordinaten, welche den Farbton festlegen. Eine Einführung in diese Schreibweise findet man zum Beispiel bei Post (1997). Diese Farbwerte können, wie in CIE (1986) beschrieben, in die gebräuchlichen XYZ Farbkoordinaten umgerechnet werden. Hier bezeichnet X den Rotton, Y den Grünton und Z den Blauton. Um einen Farbabstand ausrechnen zu können, braucht man die Werte X_1 , Y_1 , Z_1 für die erste Farbe sowie X_2 , Y_2 , Z_2 für die zweite Farbe (Post, 1997). Darüber hinaus muss das Licht, in dem die Farben betrachtet werden (die Umgebungsbeleuchtung) mit in die Rechnung einbezogen werden. Die Angaben X_w , Y_w , Z_w definieren die Farbe der Umgebungsbeleuchtung. Für Bildschirme wird meistens das Normal-Weiß D65 als Umgebungsbeleuchtung verwendet (Green & McDonald, 2002). Auch für diese Umrechnung wurde D65 als Standardlicht verwendet. Die Farbkoordinaten für D65 sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Farbkoordinaten von D65

Normal-Weiß D65:	
X_w	95,05
Y_w	100,00
Z_w	108,90

Der Farbabstand ΔE_{uv}^* hat nach CIE (1986) zwei Definitionen. Eine Definition für den Fall dass Y sehr klein gegenüber Y_w ist, eine zweite für den Fall Y viel größer als Y_w ist.

Für $\frac{Y}{Y_w} > 0,008856$ gilt Gleichung (22):

$$\begin{aligned}
 (\Delta E_{uv}^*)^2 = & 116 \times \left(\sqrt[3]{\frac{Y_1}{Y_w}} - \sqrt[3]{\frac{Y_2}{Y_w}} \right)^2 \\
 & + \left(\frac{11742,9}{Y_w} \left[Y_1 \cdot \frac{4X_1}{X_1+15Y_1+3Z_1} - \frac{4X_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right. \\
 & \left. - \left[Y_2 \cdot \frac{4X_2}{X_2+15Y_2+3Z_2} - \frac{4X_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right)^2 \\
 & + \left(\frac{11742,9}{Y_w} \left[Y_1 \cdot \frac{9Y_1}{X_1+15Y_1+3Z_1} - \frac{9Y_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right. \\
 & \left. - \left[Y_2 \cdot \frac{9Y_2}{X_2+15Y_2+3Z_2} - \frac{9Y_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right)^2
 \end{aligned} \tag{22}$$

Für $\frac{Y}{Y_w} < 0,008856$ gilt dann Gleichung (23):

$$\begin{aligned}
 (\Delta E_{uv}^*)^2 = & 903,3 \cdot \left(\frac{Y_1}{Y_w} - \frac{Y_2}{Y_w} \right)^2 \\
 & + \left((1508 \sqrt[3]{\frac{Y_1}{Y_w}} - 208) \left[\frac{4X_1}{X_1+15Y_1+3Z_1} - \frac{4X_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right. \\
 & \left. - (1508 \sqrt[3]{\frac{Y_2}{Y_w}} - 208) \left[\frac{4X_2}{X_2+15Y_2+3Z_2} - \frac{4X_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right)^2 \\
 & + \left((1508 \sqrt[3]{\frac{Y_1}{Y_w}} - 208) \left[\frac{9Y_1}{X_1+15Y_1+3Z_1} - \frac{9Y_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right. \\
 & \left. - (1508 \sqrt[3]{\frac{Y_2}{Y_w}} - 208) \left[\frac{9Y_2}{X_2+15Y_2+3Z_2} - \frac{9Y_w}{X_w+15Y_w+3Z_w} \right] \right)^2
 \end{aligned} \tag{23}$$

Der Farbabstand ΔE_{uv}^* ist dann gemäß Gleichung (24):

$$\Delta E_{uv}^* = \sqrt{(\Delta E_{uv}^*)^2} \tag{24}$$

Die Gleichungen (22) und (23) sind aus der Definition des Farbabstands in CIE (1986) und den Umrechnungen zwischen den verschiedenen Systemen von Farbwerten abgeleitet. Ihre Herkunft und Umrechnung ist in Green und McDonald (2002, S.57/110), Post (1997) und Lindbloom (2003) detailliert ausgeführt.

Für die Berechnung von ΔE_{uv}^* mit den Gleichungen (22), (23) und (24) werden außer den gegebenen X_w , Y_w und Z_w die XYZ- Werte der zu messenden Farben benötigt. Diese Werte kann man aus den RGB-Werten der jeweiligen Farbe errechnen. RGB steht für das System der Rot-, Grün- und Blau-Werte einer Bildschirmfarbe. Sie können zum Beispiel in Grafikprogrammen zur Auswahl einer Farbe eingegeben werden. Um die RGB-Farbwerte

in XYZ-Werte umrechnen zu können, muss ein auf den tatsächlich benutzten Monitor zugeschnittenes Umrechnungssystem verwendet werden, da jeder Monitor andere Grundfarben hat. Zum Beispiel ist das rote Pixel, dessen Helligkeit durch den R-Wert bestimmt wird, bei jedem Monitor ein anderer Rot-Ton. Die Farbwerte des Monitors, auf dem die Displays der beiden Konzepte dargestellt werden sollen, wurden von einem Techniker mit einem geeigneten Gerät ausgemessen. Die Messkurve für ein rotes Pixel ist beispielhaft in Abbildung 11 dargestellt.

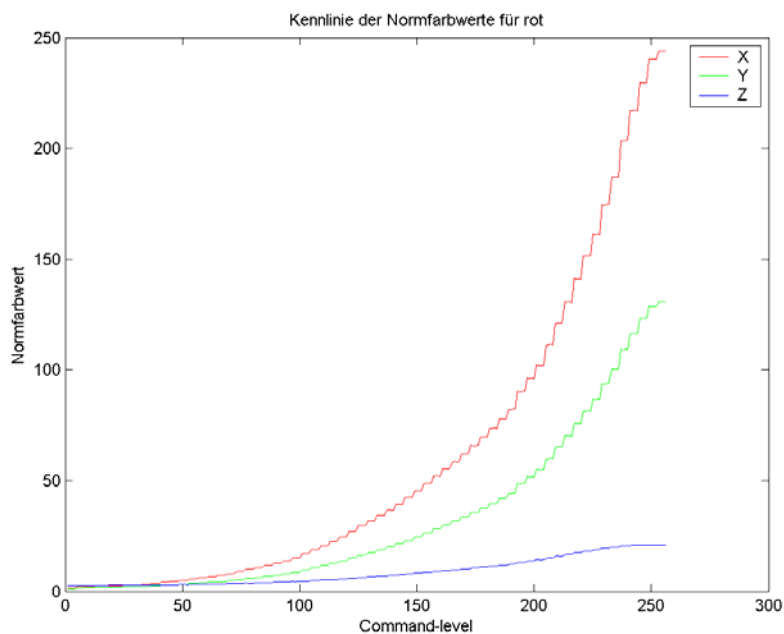


Abbildung 11: XYZ-Farbwerte des roten Pixels über R-Wert (Command Level)

Der in Abbildung 11 in der waagerechten aufgetragene R-Wert ist einer der drei Farbwerte, welche eine Bildschirmfarbe festlegen. Die Kurven zeigen die Anteile von X, Y und Z in der Grundfarbe Rot des Monitors. Die Grün- und Blau-Werte wurden ebenso vermessen. Aus diesen gemessenen Farbverläufen für die einzelnen Bildschirmfarben kann man die Umrechnungsgleichungen von den Bildschirmfarbwerten in die Farbwerte XYZ, die man zur Bestimmung des Farbabstandes benötigt, bestimmen.

Die einzelnen Umrechnungsschritte werden von Lindbloom (2003) und Green und McDonald (2002) detailliert erläutert. Sie sind hier als Zusammenfassung in den Gleichungen (25) bis (32) mit kurzen Erklärungen aufgeführt. In Grafikprogrammen werden die Farbwerte stets zwischen 0 und 255 eingegeben. Für die Umrechnungen werden jedoch Farbwerte zwischen 0 und 1 benötigt. Daher werden die R, G und B Werte wie Gleichung (25) für R dargestellt umgerechnet:

$$R = \frac{R-1}{255} \quad (25)$$

Mit den Werten von G und B wird ebenso verfahren. Die Farbwerte liegen nun alle zwischen 0 und 1.

Der nächste Schritt in der Anpassung der Farbwerte an den tatsächlich verwendeten Monitor ist die so genannte Gamma-Korrektur. Dieses Verfahren wird von Green und McDonald (2002) ausführlich beschrieben und ist schematisch in den Gleichungen (26) bis (28) dargestellt:

$$r = \begin{cases} \frac{R}{10} & R \leq 0,105 \\ \left[\frac{\left(\frac{R+1,371}{2,729} \right)^{9,63958}}{0,257} \right] & R > 0,105 \end{cases} \quad (26)$$

$$g = \begin{cases} \frac{G}{9,67} & G \leq 0,105 \\ \left[\frac{\left(\frac{G+0,556}{1,689} \right)^{5,29248}}{0,648} \right] & G > 0,105 \end{cases} \quad (27)$$

$$b = \begin{cases} \frac{B}{13,5} & B \leq 0,105 \\ \left[\frac{\left(\frac{B+0,229}{2,003} \right)^{3,72299}}{0,162} \right] & B > 0,105 \end{cases} \quad (28)$$

Die Gleichungen (26) bis (28) sind nach einem Verfahren aus den Messkurven der Farbwerte des verwendeten Bildschirms bestimmt, welches von Green und McDonald (2002) beschrieben wird. Aus den Gleichungen (26) bis (28) erhält man angepasste Farbwerte r , g und b , wobei r für den Rot-, g für den Grün- und b für den Blau-Wert des tatsächlich verwendeten Bildschirms steht. Mit diesen angepassten Farbwerten kann aus den Messkurven, nach einem von Green und McDonald (2002) und Lindbloom (2003) beschriebenen Verfahren, ein System von Gleichungen zur Berechnung der Farbwerte X , Y und Z einer Farbe aus ihren Bildschirm-Farbwerten R , G und B bestimmt werden. Gleichung (29) stellt das Umrechnungssystem für den für diese Arbeit vorgesehenen Bildschirm dar.

$$[XYZ] = [rgb] \cdot \begin{pmatrix} 242,4295 & 129,5355 & 18,3503 \\ 196,7445 & 324,2912 & 72,6486 \\ 103,8572 & 80,5698 & 516,3766 \end{pmatrix} + [4,3995 \quad 4,0468 \quad 7,7677] \quad (29)$$

Aus Gleichung (29) erhält man die einzelnen Gleichungen, um X, Y und Z zu berechnen:

$$X = 242,4295 \cdot r + 196,7445 \cdot g + 103,8572 \cdot b + 4,3995 \quad (30)$$

$$Y = 129,5355 \cdot r + 324,2912 \cdot g + 80,5698 \cdot b + 4,0468 \quad (31)$$

$$Z = 18,3503 \cdot r + 72,6486 \cdot g + 516,3766 \cdot b + 7,7677 \quad (32)$$

Setzt man die aus (30) bis (32) errechneten XYZ-Werte in die Gleichungen (22) oder (23), und dann in (24) ein, erhält man den Wert des Farbabstands ΔE_{uv}^* .

Aus den Formeln wurde eine Excel-Umrechnungstabelle erstellt, die auf der beiliegenden CD abgelegt ist. Mit Hilfe der Excel-Tabelle kann der Farbabstand ΔE_{uv}^* automatisch errechnet werden, es müssen lediglich die R-, G- und B-Werte der beiden Farben eingegeben werden. Für die Gestaltung ist wichtig, dass die verwendeten Schrift- und Hintergrundfarben stets überprüft werden und ein Mindestfarbabstand von 20 gewährleistet ist.

Die Beschreibung innerhalb dieser Arbeit zeigt lediglich die wichtigsten Eckpunkte und Rechenschritte auf, da die vollständige Herleitung sehr umfangreich ist. Eine vollständige Ableitung der Gleichungen liefern Green und McDonald (2002), alle einzelnen Gleichungen der Umrechnungen sind bei Lindbloom (2003) zu finden.

Der Kontrast

Der Leuchtdichtekontrast zweier Farben ist definiert als die Leuchtdichte der helleren Farbe geteilt durch die Leuchtdichte der dunkleren Farbe (siehe Kapitel 2.2.2). Wie schon der Farbabstand, so hat auch der Leuchtdichtekontrast K zwischen zwei Farben unterschiedliche Definitionen, abhängig vom Verhältnis der Y-Werte der Farbe Y_1 und Y_2 , und dem Y-Farbwert des Umgebungslichtes Y_w , da bei der Umrechnung der Leuchtdichten in XYZ-Farbwerte unterschiedliche Näherungen verwendet werden, die jeweils nur für bestimmte Werte von Y gültig sind. Es ergeben sich drei mögliche Fälle, die in den Gleichungen (33) bis (35) abgebildet sind. Der Kontrast K ist nach Lindbloom (2003) und der CIE (1986) gegeben durch

$$K = \frac{Y_1}{Y_2} \quad \text{mit} \quad Y_1 > Y_2 \quad \text{wenn} \quad \frac{Y_1}{Y_W} < 0,008856; \frac{Y_2}{Y_W} < 0,008856 \quad (33)$$

und durch

$$K = \frac{116 \cdot \sqrt[3]{\frac{Y_1}{Y_W}} - 16}{903,3 \cdot \frac{Y_2}{Y_W}} \quad \text{mit} \quad Y_1 > Y_2 \quad \text{wenn} \quad \frac{Y_1}{Y_W} > 0,008856; \frac{Y_2}{Y_W} < 0,008856 \quad (34)$$

und durch

$$K = \frac{116 \cdot \sqrt[3]{\frac{Y_1}{Y_W}} - 16}{116 \cdot \sqrt[3]{\frac{Y_2}{Y_W}} - 16} \quad \text{mit} \quad Y_1 > Y_2 \quad \text{wenn} \quad \frac{Y_1}{Y_W} > 0,008856; \frac{Y_2}{Y_W} > 0,008856 \quad (35)$$

Je nachdem, wie groß Y_1 und Y_2 bezüglich Y_W sind, wird der Kontrast mit der entsprechenden Gleichung errechnet. Das Enddisplay beider Konzepte ist ein Tagesdisplay. Daher sollte der Kontrast von Schrift- und Hintergrundfarbe mindestens 3:1 betragen (DIN EN ISO 15008, 2003) (vgl. Kapitel 2.2.2).

Die Berechnung des Kontrasts wurde ebenfalls in die Excel-Tabelle der Farbabstandsrechnung eingefügt, so dass bei der Eingabe der RGB-Werte beider Farben neben dem Farbabstand auch der Kontrast angezeigt und überprüft werden kann.

3.2.3 Die Menühierarchie

Die Frage nach der Menühierarchie stellt sich im Rahmen dieser Arbeit nur für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm, da der Funktionsumfang für das Schalter-Konzept soweit reduziert wurde, dass eine hierarchische Darstellung der Funktionen nicht mehr nötig ist. Da der berührungsempfindliche Bildschirm vom Fahrer nur bei Stillstand des Fahrzeugs oder vom Beifahrer bedient wird, kann man davon ausgehen, dass die Menübedienung in diesem Fall eine Hauptaufgabe und keine Nebenaufgabe ist. Daher gelten für die Umsetzung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm die allgemeinen Erkenntnisse für die Gestaltung der Menühierarchie, die eine Bevorzugung von breiten Menüs gegenüber vergleichbaren tiefen Menüs empfehlen. Generell sollte man, wenn möglich, eine Sortierung der Menüeinträge in Spalten bevorzugen und zwischen den

einzelnen Menügruppen innerhalb einer Menüebene einen Abstand einplanen (vgl. Kapitel 2.2.4).

3.2.4 Gestaltungsrichtlinien für berührungsempfindliche Bildschirme

Bei der Erstellung von Konzepten für berührungsempfindliche Bildschirme sind einige Richtlinien und Besonderheiten zu beachten (vgl. Kapitel 2.2.6). Die Bedeutung dieser Richtlinien und die Anwendung in Bezug auf das in dieser Arbeit enthaltene Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm sind im Folgenden aufgeführt.

Die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche

Nach DIN EN ISO 9241-9 (2000) »sollte die Größe der berührungsempfindlichen Fläche mindestens gleich der Größe der Gelenkbreite des Mittelfingers bei 95. Percentil, männlich sein« (DIN EN ISO 9241-9, 2000, S.23).

Gemäß DIN 33402-2 (1986) »Körpermaße des Menschen« entspricht die Gelenkbreite des Mittelfingers beim 95. Percentil, männlich einer Größe von 20 mm. Da mm eine Längenangabe ist, für die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche aber eine Flächenangabe notwendig ist, wurde im Projektteam die Richtlinie folgendermaßen ausgelegt: Der Durchmesser einer kreisförmigen berührungsempfindlichen Schaltfläche muss dieselbe Länge wie die Gelenkbreite des Mittelfingers beim 95. Percentil, männlich haben (entspricht 20 mm, siehe Abbildung 12). Auf eine rechteckige berührungsempfindliche Schaltfläche angewandt, bedeutet dies, dass der Durchmesser (d) einer rechteckigen berührungsempfindlichen Schaltfläche mindestens 20 mm sein muss (siehe Abbildung 13).

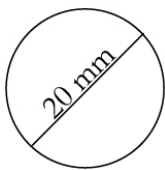


Abbildung 12: Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche, rund



Abbildung 13: Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche, rechteckig

Um davon Angaben über die Seitenlängen a und b einer rechteckigen berührungsempfindlichen Schaltfläche abzuleiten, verwendet man Gleichung (36), den Satz von Pythagoras:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (36)$$

Die Größe b ist entsprechend Abbildung 13 die Diagonale des Rechtecks, die dem Durchmesser entspricht. Mit den Angaben für den Durchmesser kann Gleichung (37) abgeleitet werden.

$$\sqrt{a^2 + b^2} = 20\text{mm} \quad (37)$$

Gleichung (37) erlaubt es, bei bekanntem Verhältnis von a zu b , a und b auszurechnen. Für quadratische berührungsempfindliche Schaltflächen (Seitenlängen gleich groß, $b=a$) gilt dann:

$$\sqrt{2 \cdot a^2} = 20\text{mm} \quad (38)$$

$$a = \frac{20}{\sqrt{2}} \text{mm} = 14,14\text{mm} \quad (39)$$

Für ein Quadrat ergibt sich nach Gleichung (38) und (39) eine Mindestgröße von 14,14 mm x 14,14 mm.

Ein Rechteck mit Seiten $a=2b$ berechnet sich nach Gleichung (40) bis (42):

$$\sqrt{a^2 + (2a)^2} = 20\text{mm} \quad (40)$$

$$\sqrt{5a^2} = 20\text{mm} \quad (41)$$

$$a = \frac{20\text{mm}}{\sqrt{5}} = 8,94\text{mm} \quad (42)$$

Für ein Rechteck mit dem Seitenverhältnis 2:1 ergibt sich nach Gleichung (42) eine Mindestgröße von 8,94 mm x 17,88 mm.

Diese Richtlinie für die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche gilt, wenn es nicht zu einer Verschlechterung der Sehleistung durch Parallaxe kommt (DIN EN ISO 9241-9, 2000). Die Parallaxe ist der Winkel, der zwischen den beiden Sehstrahlen entsteht, wenn beide Augen einen Punkt fokussieren (Felsmann, 2004). Für die Konzeption kann man davon ausgehen, dass es nicht zu einer Parallaxe kommt, da im Fahrzeug das Display optimal angebracht wird.

Der Abstand zwischen berührungsempfindlichen Schaltflächen

Der berührungsempfindliche Bildschirm, mit dem die Konzeption umgesetzt wird, ist für eine Betätigung durch Erstkontaktberührung angelegt. Daher gilt für die spätere Konzeption die Richtlinie, dass zwischen zwei aktiven Objekten in jede Richtung ein Mindestabstand von 5 mm eingehalten werden muss (vgl. Kapitel 2.2.6).

Die Bedienmöglichkeiten

Für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm wird nur das Zeigen mit dem Finger als Bedienmöglichkeit ausgeschöpft, da die Beanspruchung manueller Fertigkeiten und die Gefahr der ungenauen Ausführung bei der Bedienung durch das Schieben des Fingers zu groß ist.

3.3 Die Konzeption

Um mit der Konzeption beginnen zu können, ist zunächst die Definition der Anforderungen nötig, auf die die Konzeption aufbaut und die sie erfüllen muss. Daher werden zunächst die Grundlagen für jedes Konzept aufgeführt. Darauf aufbauend wird das Vorgehen der Konzeption erläutert und die einzelnen Schritte in der Konzeption dokumentiert. Das Vorgehen wird aufgezeigt und der Prozess sowie die getroffenen Entscheidungen werden dargestellt.

3.3.1 Grundlage

Die Grundlagen, die die Voraussetzung für die Konzeption bildeten, standen für jedes Konzept im Voraus fest. Funktionsumfänge und erste hierarchische Einordnungen dienten als Startpunkt für die Konzeption. Einzelheiten dazu werden im Folgenden getrennt nach den Konzepten aufgeführt.

Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm

Für die Erstellung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm wurden der Funktionsumfang und die hierarchische Anordnung aus dem BAK 211 der aktuellen E-

Klasse übernommen. Das BAK 211 mit seinem Funktionsumfang und seiner Struktur gibt Aufschluss darüber, welche Aufgaben bearbeitet werden und welche hierarchische Struktur diese Aufgabenbewältigung unterstützt. Man kann daher davon ausgehen, dass die Schritte, die die Nutzer für die Ausführung ihrer Aufgaben benötigen, durch die Gruppierung und Hierarchie der Inhalte dargestellt sind.

Der gegebene Funktionsumfang und die Anordnung der Aufgabenschritte waren somit Ausgangspunkt für die Konzeption. Der vorgegebene Funktionsumfang und die hierarchische Gliederung sind in Anhang A aufgezeigt.

Zusätzliches Projektziel des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm war, eine möglichst flache Hierarchie abzubilden. Daher wurden einzelne Funktionen des BAK 211 in der Hierarchie nach oben integriert, um diese flach zu halten. Das beeinflusst die Abfolge der Aufgabenschritte nur insofern, dass einzelne Funktionen nicht in einer tieferen Menüebene, sondern in derselben, breiteren Menüebene aufgerufen werden können. Dies stellt jedoch keine Veränderung der bisherigen Aufgabenschritte dar, da die Abfolge der aufzurufenden Funktionen gleich ist. An manchen Stellen findet lediglich eine Kürzung in der Menütiefe statt.

Das Schalter-Konzept

Im Vorfeld dieser Arbeit wurden im Rahmen einer Expertenauswahl der Funktionsumfang und die Gliederung der Funktionen des Schalter-Konzepts festgelegt. Wie schon erwähnt, war das Ziel, einen reduzierten Funktionsumfang anzubieten, um dem Fahrer die nötigsten Funktionen übersichtlich anzubieten. Dabei wurden zwei Varianten ausgewählt, die puristische und die funktionsreduzierte Variante. Sie unterscheiden sich im Funktionsumfang. Die generelle Struktur mit der schon beschriebenen Unterteilung in vier Bereiche (*Navigation*, *Audio*, *Telefon* und *Klima*) ist jedoch bei beiden Varianten ähnlich. Anhang B gibt eine Übersicht über den Funktionsumfang und die Gliederung der funktionsreduzierten Variante. Anhang C stellt dasselbe für die puristische Variante dar. Auch die Anordnung und die Beschriftung der Schalter wurden weitgehend vorgegeben. Anhang D und Anhang E zeigen diese Vorgaben auf.

3.3.2 Vorgehen

Um die Vorgabe der Konsistenz zwischen dem Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm und dem Schalter-Konzept zu gewährleisten, wurden die beiden Systeme parallel konzipiert. So wurden gegensätzliche, inkonsistente Ansätze während jeder Phase der Konzeption entdeckt und bereinigt. Zu Beginn wurden zunächst die nötigen Darstellungs-

formen bestimmt. Für jede dieser Darstellungsformen wurden unterschiedliche Alternativen der Gestaltung konzipiert. Diese wurden im Hinblick auf Konsistenz, Normkompatibilität und Projektziele überprüft und gegeneinander abgewogen. Nach der Entscheidung für eine Gestaltung pro Darstellungsform wurden die ersten Bildschirmlayouts skizziert. Dabei lag der Schwerpunkt auf der konzeptionellen Darstellung der Gestaltungs- und Interaktionsformen. Die Feingestaltung und grafische Ausarbeitungen standen dabei nicht im Vordergrund. Anschließend wurden die konzipierten Bildschirmseiten in eine interaktive Beziehung zueinander gesetzt und mithilfe von Prototypen erfahrbar gemacht. Regelmäßige Vergleiche der beiden Konzepte stellten die Konsistenz in der Farbauswahl, dem Layout, der Schrift und der Handlungssequenzen, soweit es innerhalb der Rahmenbedingungen möglich war, sicher. Die beiden Konzepte werden im Folgenden getrennt beschrieben, um Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Dabei wird zunächst auf die Entwicklung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm eingegangen und danach die Konzeption des Schalter-Konzepts näher erläutert.

3.3.3 Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm

Der berührungsempfindliche Bildschirm reagiert auf Erstberührung, das heißt die angewählte Schaltfläche wird aktiviert, sobald der Finger des Benutzers den Bildschirm berührt und nicht erst beim Entfernen des Fingers von der berührungsempfindlichen Schaltfläche. Es gibt daher keine Situation, in der eine berührungsempfindliche Schaltfläche berührt aber die dazugehörige Funktion noch nicht ausgewählt ist. Daraus folgend gibt es für diesen Zustand auch keine Kodierung. Die Rückmeldung auf eine Berührung erfolgt bei Erstkontakt des Fingers mit der berührungsempfindlichen Schaltfläche in Form eines Bildschirmwechsels, der Anzeige der gewählten Einstellung oder der neu gewählten Ansicht. Dieses Auslöse- und Rückmeldungskonzept muss bei der Konzeption stets berücksichtigt werden.

Für die Darstellung des gesamten Funktionsumfangs sind folgende Darstellungsformen nötig: *berührungsempfindliche Schaltfläche*, *Statuszeile*, *Liste*, *alphanumerische Eingabe*, *kontinuierliche Eingabe*, *diskrete Eingabe* und *Menüanordnung*. Für jede Darstellungsform wurden unterschiedliche Alternativen angedacht, in der Projektgruppe diskutiert und geprüft. Im Folgenden sind die wichtigsten Alternativen, die endgültigen Darstellungsformen und die Begründung für die Entscheidungen aufgeführt.

Die berührungsempfindliche Schaltfläche



Abbildung 14: Berührungsempfindliche Schaltfläche

Beschreibung:

Der Hintergrund des Displays ist hellgrau (RGB zwischen 200, 200, 200 und 230, 230, 230), da es sich um ein Tagesdisplay handelt, das heißt dass es während der Fahrt bei Tag eingesetzt wird. Die berührungsempfindlichen Schaltflächen sind hervorgehoben schwarz (RGB 40, 40, 40) mit hellgrauer Schrift (RGB 230, 230, 230) dargestellt. Angewählte berührungsempfindliche Schaltflächen sind hellblau (RGB 179, 198, 255) mit schwarzer Schrift und je nach Zustand hervorgehoben oder gedrückt gestaltet (siehe Abbildung 14). Diese berührungsempfindlichen Schaltflächen sind in allen Darstellungsformen konsistent umgesetzt.

Für das Konzept wurden nur die Farben schwarz, hellgrau und hellblau verwendet. Aufgrund DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« ist es schwierig, mehrere Farben zu verwenden, da der Farbabstand eingehalten werden muss. Die Farbkombinationen Hellblau-Schwarz (Farbabstand 85, Kontrast etwa 5) und Hellgrau-Schwarz (Farbabstand 71, Kontrast etwa 5) erfüllen die in Kapitel 3.2.2 berechneten Bedingungen zu Farbabstand und Kontrast. Hellblau wurde als Farbe gewählt, da es eine sachliche, nicht zu aufdringliche Farbe ist und sich in das Image der DaimlerChrysler AG einfügt. Außerdem wurde eine hellere Farbe gewählt, damit der Kontrast zu den schwarzen berührungsempfindlichen Schaltflächen groß ist.

Die Statuszeile



Abbildung 15: Statuszeile

Beschreibung:

Ziel der Konzeption ist es, möglichst wenige aber eindeutige Darstellungsformen für die unterschiedlichen Elemente auf einem Display zu finden. Die in Abbildung 15 dargestellte Statuszeile dient der Anzeige von bestimmten Einstellungen und gegebenenfalls auch der Orientierung innerhalb des Systems. Um zusätzliche Kodierungen gering zu halten, sind

Inhalte der Statuszeile in schwarzer Schrift direkt auf dem Displayhintergrund dargestellt. Von der Darstellung des Display-Inhalts unterscheiden sie sich nur durch einen durchgezogenen Strich, der den Umfang der Statuszeile anzeigt. Somit ähneln Inhalte der Statuszeile den Überschriften und Anzeigen innerhalb des Displays. Dies ist bewusst so gewählt, da die Funktion von Überschriften, Beschriftungen und Statusanzeigen ähnlich ist. Sie sind Anzeigen, die bestimmte Inhalte darstellen, die für das Verstehen und Bedienen des Systems nötig sind.

Die Liste

Der Schieberegler



Abbildung 16: Schieberegler

Beschreibung:

Mit dem Schieberegler rechts (siehe Abbildung 16) kann man innerhalb der Liste solange scrollen², bis der gewünschte Listeneintrag erscheint. Dieser kann dann per Druck direkt mit dem Finger angewählt werden.

Vorteile:

- Man kann mehrere Listeneinträge untereinander darstellen, da man oberhalb und unterhalb der Liste keinen Platz für Pfeiltasten zum Scrollen braucht.
- Der Nutzer sieht bei großen Listen anhand des Schiebereglers deutlich, an welcher Stelle (oben/unten) er sich innerhalb der Liste befindet.

² Scrollen: zeilenweises Verschieben von Texten oder Bildern auf dem Bildschirm, mittels des Scrollbalkens, der Pfeiltasten oder des Scrollrads der Maus

Nachteile:

- Die Bedienung des berührungsempfindlichen Bildschirms ist mit einem Schieberegler ungenau (Waloszek, 2000).
- Eine kontinuierliche motorische Kontrolle während der Bedienung des Schiebereglers zu behalten, ist schwierig.
- Durch Schieben des Fingers auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm kann es auf diesem zu Verschmutzungen und damit auch zu einer Verschlechterung der Erkennbarkeit der Darstellungen kommen. Das Schieben des Fingers auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm sollte man daher vermeiden (Waloszek, 2000).

Die Bedienung mit Markierung und OK-Taste

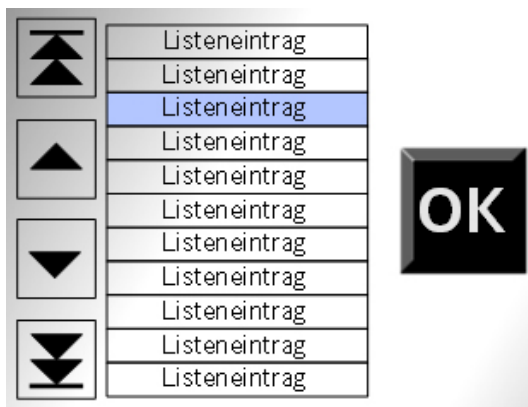


Abbildung 17: Bedienung mit Markierung und OK-Taste

Beschreibung:

Mit den einfachen Pfeiltasten bewegt man die blaue Markierung um jeweils eine Position nach oben oder nach unten (siehe Abbildung 17). Mit den doppelten Pfeiltasten springt man mit der Markierung eine Seite nach oben oder nach unten. Wird der gewünschte Listeneintrag markiert, betätigt man zum Auswählen dieses Listeneintrags die OK-Taste. Da bei dieser Bedienung ein erheblicher Unterschied zwischen Rechtshändern und Linkshändern besteht, kann man auch eine an der Vertikalen gespiegelte Darstellung von Abbildung 17 als Alternative in Betracht ziehen.

Vorteile:

- Man kann viele Listeneinträge untereinander anbringen, da die Listeneinträge nicht zum Anwählen mit dem Finger sind und demnach auch nicht so groß sein müssen.

Nachteile:

- Man muss eine zusätzliche Kodierung durch die Markierung einführen, was dem Ziel des Projekts, so wenige Kodierungen wie möglich zu benutzen, entgegen spricht.
- Der Nutzer kann einen Listeneintrag nicht direkt anwählen. Damit wird eine eigentliche Stärke des berührungsempfindlichen Bildschirms, nämlich die direkte Anwahl, nicht genutzt.

Die Rolle mit berührungsempfindlichen Navigationsschaltflächen

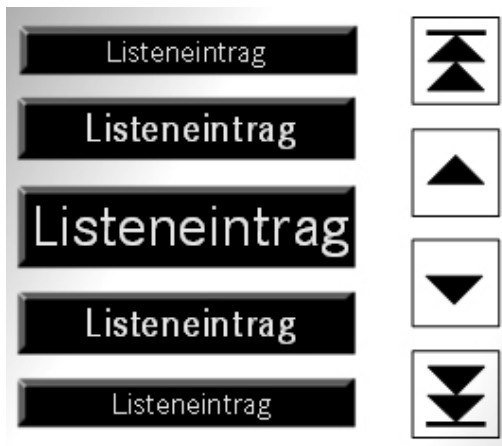


Abbildung 18: Rolle mit berührungsempfindlichen Navigationsschaltflächen

Beschreibung:

Die Bedienung ist ähnlich wie bei dem zuvor beschriebenen Ansatz. Mit den einfachen Pfeilen kann man die Listeneinträge um eine Position verschieben (siehe Abbildung 18). Somit tritt immer ein anderer Listeneintrag in die große berührungsempfindliche Schaltfläche der Listenmitte. Mit den Doppelpfeilen kann man um jeweils eine Seite springen. Den Listeneintrag, der sich auf der großen berührungsempfindlichen Schaltfläche in der Listenmitte befindet, kann man direkt mit dem Finger anwählen.

Vorteile:

- Man kann mehrere Listeneinträge untereinander darstellen, da man oberhalb und unterhalb der Liste keinen Platz für Pfeiltasten zum Scrollen braucht.

Nachteile:

- Es sind viele Bedienschritte mit Betätigung unterschiedlicher berührungsempfindlicher Schaltflächen notwendig, um den gewünschten Listeneintrag auszuwählen.

Die endgültige Listendarstellung



Abbildung 19: Endgültige Listendarstellung

Beschreibung:

Für die Liste wurden berührungsempfindliche Schaltflächen gewählt. Nicht angewählte berührungsempfindliche Schaltflächen sind schwarz und hervorgehoben (vgl. Abbildung 14, siehe Abbildung 19). Betätigt man sie durch Drücken mit dem Finger, so werden sie blau und gedrückt dargestellt (vgl. Abbildung 14). Ober- und unterhalb der Liste befinden sich Tasten, die mit Pfeilen beschriftet sind, um in der Liste drei Einträge nach oben oder nach unten zu scrollen. Es gibt also keine Markierung, die einen Listeneintrag hervorhebt. Befindet man sich am oberen oder unteren Ende einer Liste, so ist die berührungsempfindliche Schaltfläche für das Scrollen nicht mehr sichtbar und der jeweilige Pfeil ist in schwarz auf dem Displayhintergrund dargestellt.

Vorteile:

- Alle Handlungen sind direkt anwählbar.
- Man benötigt wenige Kodierungen, da alle Schaltflächen, die man drücken kann, gleich aussehen.
- Das System gibt dem Nutzer Rückmeldung, wenn er sich an einem Ende der Liste befindet. Die berührungsempfindliche Schaltfläche ist dann nicht mehr sichtbar

und der jeweilige Pfeil wird schwarz und ohne berührungsempfindliche Schaltfläche dargestellt.

- Die Bedienung ist einfach, da man nur durch Drücken einer berührungsempfindlichen Schaltfläche und nicht durch Ziehen eines Schiebereglers einen Listeneintrag auswählen kann.
- Die Kodierung ist leicht verständlich, da für die Auswahl keine Markierung benötigt wird.
- Die Konsistenz in der Bedienung und in der Darstellung wird gewahrt. Alle Schaltflächen, die man drücken kann, sind viereckig, schwarz und hervorgehoben.
- Die Variante ist eine Vereinfachung gegenüber dem schrittweisen und seitenweisen Scrollen. Das schrittweise Scrollen ist überflüssig, da man das Ziel direkt anwählen kann, ohne es vorher mit einer Markierung anzusteuern. Das seitenweise Scrollen geschieht mithilfe der zwei Pfeiltasten.

Nachteile:

- Bei großen Listen ist es dem Nutzer nicht möglich herauszufinden, an welcher Position er sich innerhalb der Liste befindet.
- Durch die Pfeiltasten oberhalb und unterhalb der Liste kann man weniger Listeneinträge auf einmal anzeigen, als bei den anderen Alternativen.

Grund für diese Entscheidung:

Priorität haben die Argumente *einfache Bedienung* und *möglichst wenig Kodierung*, um bei dem Nutzer keine Verwirrung zu stiften. Dies ist durch den Verzicht auf eine Markierung und durch die fehlende Notwendigkeit des schrittweisen Scrollens berücksichtigt worden. Der Nachteil, dass man nicht erkennt, an welcher Position man sich innerhalb der Liste befindet, ist in diesem Fall nicht sehr gewichtig, da es wenige Listen mit vielen Einträgen gibt, in denen eine Orientierung nötig ist. Darüber hinaus sind diese langen Listen meist alphabetisch geordnet, so dass der Nutzer durch diese Anordnung einen Hinweis auf die aktuelle Position innerhalb der Liste bekommt.

Die alphanumerische Eingabe

Die Abbildungen 20 bis 23 sind nicht in der Originalgröße dargestellt. Aus Platzgründen wurden sie auf 50% ihrer ursprünglichen Größe verkleinert. Dies spielt jedoch für die Darstellung der Größenverhältnisse keine Rolle.

Eine vollständige Tastatur mit großen Tasten



Abbildung 20: Vollständige Tastatur mit großen Tasten

Beschreibung:

Wie in Abbildung 20 dargestellt, sind alle nötigen Buchstaben und Zeichen auf berührungsempfindlichen Schaltflächen abgebildet, die nach DIN EN ISO 9241-9 (2000) »Anforderungen an Eingabemittel – ausgenommen Tastaturen« groß genug sind (Durchmesser 20 mm). Allerdings kann der nötige Mindestabstand von 5 mm in diesem Fall nicht eingehalten werden, da die Gesamtfläche des Displays zu klein ist.

Vorteile:

- Alle berührungsempfindlichen Schaltflächen sind normgerecht groß.
- Alle Buchstaben sind direkt anwählbar.

Nachteile:

- Durch die großen berührungsempfindlichen Schaltflächen entsteht ein überfüllter Bildschirm.
- Der Abstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen ist gemäß DIN EN ISO 9241- 9 (2000) »Anforderungen an Eingabemittel – ausgenommen Tastaturen« nicht groß genug.

Die Tastaturdarstellung in Zeilen



Abbildung 21: Tastaturdarstellung in Zeilen

Beschreibung:

Es gibt eine Zeile für Buchstaben, eine Zeile für Zahlen und eine Zeile für Zeichen (siehe Abbildung 21). Mit den Pfeilen links und rechts kann man innerhalb der entsprechenden Zeile scrollen und dann das gewünschte Zeichen direkt anwählen. Auf der Höhe des Anzeigefelds befinden sich die übergreifenden berührungsempfindlichen Schaltflächen für *Leerzeichen*, *letztes Zeichen löschen*, *alles löschen* und *ok*.

Vorteile:

- Der Bildschirm wirkt übersichtlich und aufgeräumt.
- Die berührungsempfindlichen Schaltflächen sind normgerecht groß.
- Der normgerechte Abstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen ist eingehalten.

Nachteile:

- Es sind nicht alle Zeichen direkt anwählbar. Um zu manchen Zeichen zu gelangen, muss man in der Zeile scrollen.
- Die Bedienzeit bei einer solchen Anzeige gegenüber einer vollständigen Anzeige einer Tastatur ist erheblich länger, da man für die Auswahl mancher Buchstaben oder Zeichen mehrere Bedienschritte benötigt.
- Durch eine begrenzte und unvollständige Anzeige der wählbaren Tasten verliert das Konzept die Vorteile des direkten Zugriffs. Die Navigation bis zu dem gewünschten Buchstaben gleicht in manchen Fällen einer Menünavigation.

Die Tastaturdarstellung mit Scrollfunktion

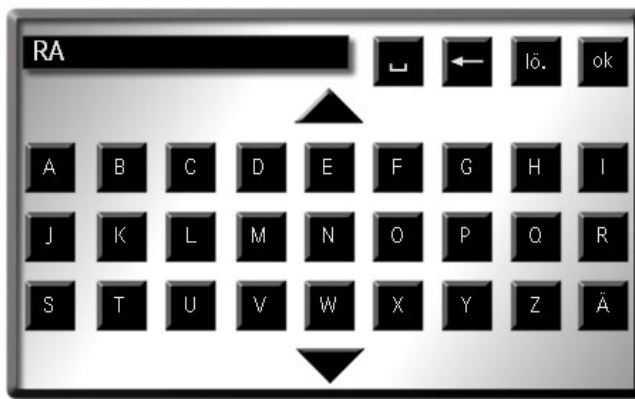


Abbildung 22: Tastaturdarstellung mit Scrollfunktion

Beschreibung:

Alle Buchstaben, Zahlen und Zeichen werden untereinander in einem Block aufgelistet und durch die Pfeile oben und unten kann man sich in diesem Block bewegen. Durch direkte Anwahl mit dem Finger kann man ein Zeichen auswählen. Übergreifende Schaltflächen (*löschen/ok*) befinden sich immer zugänglich neben dem Anzeigefeld (siehe Abbildung 22).

Vorteile:

- Die normgerechte Mindestgröße der berührungsempfindlichen Schaltfläche und der Mindestabstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen werden eingehalten.
- Der Bildschirm wirkt zwar aufgeräumt, aber die Sortierung im Block ist nicht ersichtlich. Man kann in diesem Beispiel nicht von vorn herein erkennen, wo zum Beispiel die Zahlen und wo die Zeichen angeordnet sind.

Nachteile:

- Die Bedienzeit bei einer solchen Anzeige gegenüber einer vollständigen Anzeige einer Tastatur ist erheblich länger, da man für die Auswahl mancher Buchstaben oder Zeichen mehrere Bedienschritte benötigt.
- Durch eine begrenzte und unvollständige Anzeige der wählbaren Tasten verliert das Konzept die Vorteile des direkten Zugriffs. Die Navigation bis zu dem gewünschten Buchstaben gleicht in manchen Fällen einer Menünavigation.

Die endgültige Tastaturdarstellung

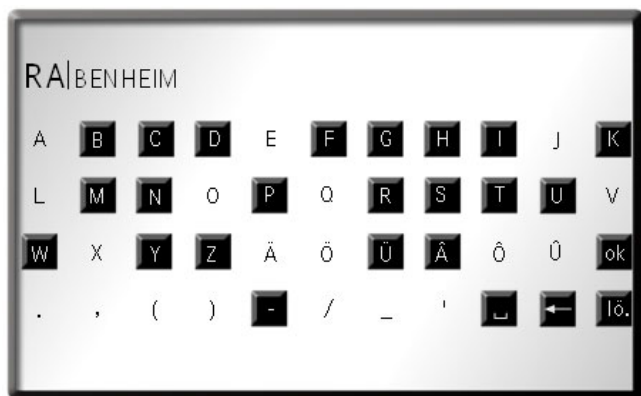


Abbildung 23: Endgültige Tastaturdarstellung

Beschreibung:

Alle Buchstaben sind auf dem Bildschirm dargestellt und bei der Eingabe erfolgt eine automatische Ausdünnung (siehe Abbildung 23). Die Buchstaben, die man nicht mehr anwählen kann, werden zwar noch angezeigt, aber die dazugehörige berührungsempfindliche Schaltfläche ist nicht mehr sichtbar. Somit steht die schwarze Schrift direkt auf dem Displayhintergrund. Man erkennt die Buchstaben noch, gleichzeitig ist aber auch deutlich, dass sie nicht anwählbar sind.

Vorteile:

- Die Norm für den Mindestabstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen ist eingehalten.
- Durch die Ausdünnung ist klar, welche Schaltflächen angewählt werden können und welche nicht.
- Alle Zeichen sind direkt anwählbar.
- Durch die kleinen berührungsempfindlichen Schaltflächen wirkt der Bildschirm nicht überfüllt.

Nachteile:

- Die Norm für die Mindestgröße der berührungsempfindlichen Schaltfläche ist nicht eingehalten.

Grund für diese Entscheidung:

Für den berührungsempfindlichen Bildschirm gibt es zwei Richtlinien, die man bei der Gestaltung beachten sollte. Einerseits ist dies die Mindestgröße, das heißt die Diagonale der berührungsempfindlichen Schaltfläche von mindestens 20 mm, andererseits muss der Abstand zwischen zwei benachbarten berührungsempfindlichen Schaltflächen mindestens 5 mm betragen. Um eine alphanumerische Eingabe darzustellen, reicht der Platz auf dem Display nicht aus, um beide Richtlinien einzuhalten. Die Entscheidung ging dahin gehend, den Abstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen von 5 mm einzuhalten und dafür die Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche kleiner als in der Richtlinie vorgegeben zu gestalten.

Diese Variante wurde gewählt, da dabei alle Zeichen im direkten Zugriff erreichbar sind und die Darstellung trotzdem übersichtlich ist. Der Abstand zwischen den berührungsempfindlichen Schaltflächen ist im Vergleich zu der Größe der berührungsempfindlichen Schaltfläche das wichtigere Kriterium für eine Fehlerreduktion (Voorhorst, Fjeld, Leuthold, Guttormsen & Stulzer, 2002). Je größer der Abstand zwischen benachbarten Tasten, desto kleiner die Wahrscheinlichkeit, dass es durch Verrutschen des Fingers zu einer ungewollten Fehlbedienung kommt.

Die kontinuierliche Eingabe

Die kontinuierliche Eingabe mit Pfeiltasten

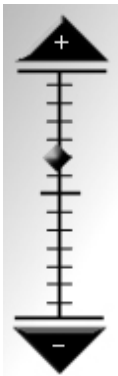


Abbildung 24: Kontinuierliche Eingabe mit Pfeiltasten, eindimensional

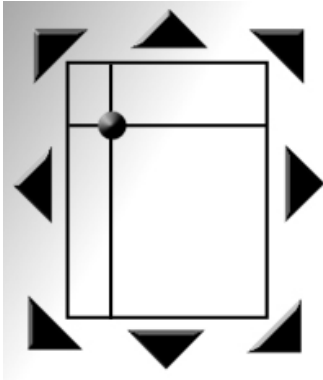


Abbildung 25: Kontinuierliche Eingabe mit Pfeiltasten, zweidimensional

Beschreibung:

Der Knopf zeigt in beiden Varianten an, welche Einstellung zurzeit vorgenommen ist (siehe Abbildungen 24 und 25).

Durch die berührungsempfindlichen Pfeile kann man den Knopf auf der Anzeige bewegen und die Einstellung ändern. Bei der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe dienen die horizontale und die vertikale Linie der Orientierung (siehe Abbildung 25). Auch sie verändern ihre Position je nach Einstellung. Die Anzeige der eindimensionalen kontinuierlichen Eingabe erfolgt in der Vertikalen (siehe Abbildung 24).

Vorteile:

- Die Variante ermöglicht eine einfache Bedienung durch Druck auf die berührungsempfindlichen Pfeile.
- Bei der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe sind nur wenige Bedienschritte nötig, da man acht Richtungen zum Einstellen zur Verfügung hat.

Nachteile:

- Die Anzeige durch den Knopf ist schwierig abzulesen, da der Knopf ziemlich klein ist.
- Die Anzeige der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe geht gegenüber den acht berührungsempfindlichen Pfeilen etwas unter.

Die kontinuierliche Eingabe mit Schieberegler



Abbildung 26: Kontinuierliche Eingabe mit Schieberegler, eindimensional

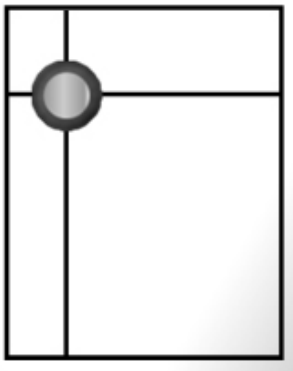


Abbildung 27: Kontinuierliche Eingabe mit Schieberegler, zweidimensional

Beschreibung:

Hier ist die eindimensionale kontinuierliche Eingabe mit einem Schieberegler umgesetzt, den man in der Vertikalen verschieben kann (siehe Abbildung 26). Das Plus und das Minus geben die Richtungen für entsprechende Einstellungen vor. Bei der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe dienen die horizontale und die vertikale Linie der Orientierung (siehe Abbildung 27).

Vorteile:

- Die Eingabe kann direkt getätigt werden. Für die Bedienung braucht man einen Schieberegler anstatt zwei berührungsempfindliche Schaltflächen bei der eindimensionalen und acht berührungsempfindliche Schaltflächen bei der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe.

Nachteile:

- Die Bedienung eines Schiebereglers ist zwar einerseits eine Form der direkten Manipulation, aber andererseits auch schwierig und ungenau.

Die endgültige Darstellung der kontinuierlichen Eingabe



Abbildung 28: Endgültige Darstellung der kontinuierlichen Eingabe, eindimensional

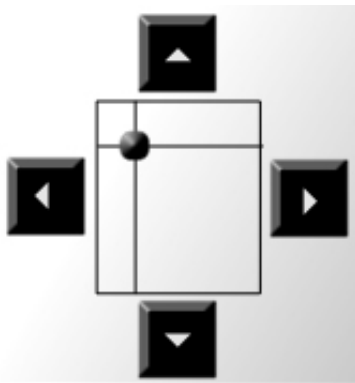


Abbildung 29: Endgültige Darstellung der kontinuierlichen Eingabe, zweidimensional

Beschreibung:

Die eindimensionale kontinuierliche Eingabe ist horizontal dargestellt, wobei sich links die minimale und rechts die maximale Einstellungen befinden (siehe Abbildung 28). Kontinuierliche Eingaben ohne festen Wert werden durch in der Größe ansteigende Balken dargestellt, die bei entsprechender Eingabe gefüllt werden. Jeweils links und rechts neben der Anzeige befinden sich zwei quadratische berührungsempfindliche Schaltflächen, die mit minus (links) und plus (rechts) beschriftet sind. Mithilfe dieser berührungsempfindlichen Schaltflächen kann man die sich in der Mitte befindende Anzeige verändern. Auch diese berührungsempfindlichen Schaltflächen werden, während der Nutzer sie betätigt, blau und gedrückt dargestellt (vgl. Abbildung 14). Befindet man sich bei der kontinuierlichen Eingabe ganz am minimalen bzw. maximalen Ende, so wird die jeweils inaktive berührungsempfindliche Schaltfläche nicht mehr dargestellt. Anstatt dessen wird ihre Beschriftung (plus oder minus) in schwarzer Schrift auf dem Displayhintergrund ohne Abgrenzung dargestellt. Diese Darstellung ist somit konsistent zu dem Ausdünnen der alphanumerischen Eingabe

und zu den berührungsempfindlichen Schaltflächen bei der Liste. So wird dem Nutzer keine Information vorenthalten und trotzdem wird deutlich zwischen anwählbarer und nicht anwählbarer Funktion unterschieden. Die Bedienung der zweidimensionalen kontinuierlichen Eingabe erfolgt äquivalent dazu (siehe Abbildung 29).

Vorteile:

- Eine einheitliche Bedienung der beiden unterschiedlichen kontinuierlichen Eingaben ist möglich, da man beide Varianten durch Drücken von viereckigen berührungsempfindlichen Schaltflächen mit Richtungsanweisungen bedienen kann.
- Die Anzeige der aktuellen Einstellung ist deutlich durch die Anzeige des Knopfs und die ausgefüllten Vierecke.
- Die Variante ermöglicht eine einfache Bedienung durch Druck auf die viereckigen, schwarzen berührungsempfindlichen Schaltflächen. Man braucht keinen Schieberegler.
- Die Variante ist konsistent zu den anderen Darstellungsformen, da mit den schwarzen, viereckigen berührungsempfindlichen Schaltflächen dieselbe Interaktionsform wie bei den anderen Darstellungsformen verwendet wird.

Nachteile:

- Es gibt unterschiedliche Formen der Anzeige der kontinuierlichen Eingaben. Die eindimensionale kontinuierliche Eingabe wird durch ausgefüllte Vierecke angezeigt, die zweidimensionale kontinuierliche Anzeige wird mit einem Knopf realisiert.

Grund für die Entscheidung:

Die Einstellung der kontinuierlichen Eingabe ist einfach, besonders im Vergleich zu der Einstellung mit einem Schieberegler. Zudem sind die berührungsempfindlichen Schaltflächen bei unterschiedlichen Arten der kontinuierlichen Eingabe konsistent gestaltet und werden auf gleiche Weise bedient. Die Entscheidung fiel auf die viereckigen, schwarzen berührungsempfindlichen Schaltflächen, da diese zu den bisherigen Darstellungsformen konsistent sind.

Die diskrete Eingabe

Die diskrete Eingabe mit externer Kodierung

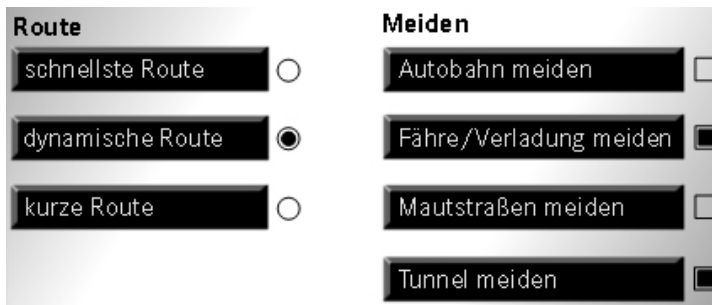


Abbildung 30: Diskrete Eingabe mit externer Kodierung

Beschreibung:

Die Darstellung der diskreten Eingabe ist hier mit *Radiobuttons* und *Kontrollkästen* neben den berührungsempfindlichen Schaltflächen realisiert (siehe Abbildung 30). Die ausgefüllten Formen in Abbildung 30 kennzeichnen jeweils die zurzeit angewählten berührungsempfindlichen Schaltflächen.

Der *Radiobutton* ist immer nur einmal innerhalb einer Gruppe ausgefüllt. Durch Drücken einer anderen berührungsempfindlichen Schaltfläche innerhalb dieser Gruppe wird die vorige Markierung gelöscht und die neu betätigte berührungsempfindliche Schaltfläche markiert.

Die Bedienung für die *Kontrollkästen* differiert dazu, da man durch mehrmaliges Drücken einer berührungsempfindlichen Schaltfläche, ihre Funktion an- und wieder ausschalten kann.

Vorteile:

- Die Funktion von *Radiobuttons* und *Kontrollkästen* ist allgemein bekannt, da diese Darstellung dem Stereotyp, wie man ihn besonders aus der Windows-Umgebung gewohnt ist, entspricht.

Nachteile:

- Die *Radiobuttons* und die *Kontrollkästen* stellen eine externe Kodierung dar, da die Markierungen für *an* oder *aus* von den berührungsempfindlichen Schaltflächen ausgelagert werden. Man muss daher erst auf die Schrift schauen und dann neben die berührungsempfindliche Schaltfläche, um zu erkennen, ob die Funktion *an* oder *aus* ist.

- Die Kodierung hat zwar einen großen Wiedererkennungswert, ist aber auf den ersten Blick nicht selbsterklärend.
- Es gibt keine unterschiedlichen Darstellungen von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man noch mal drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht noch einmal drücken kann.
- Es gibt unterschiedliche Darstellungen für den Zustand *an*, da dies mit einem ausgefüllten Kreis und mit einem ausgefüllten Kasten angezeigt wird.

Die diskrete Eingabe mit LED (Light Emitting Diode)-Anzeige ohne Farbe

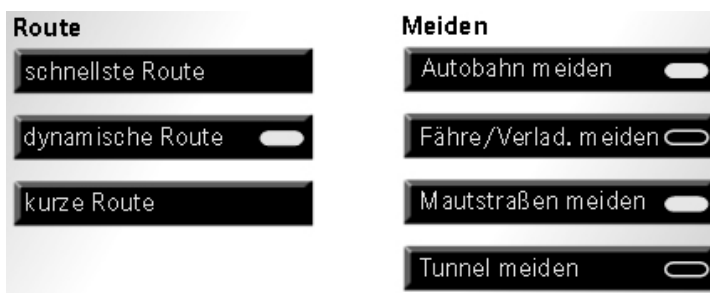


Abbildung 31: Diskrete Eingabe mit ovaler LED-Anzeige ohne Farbe

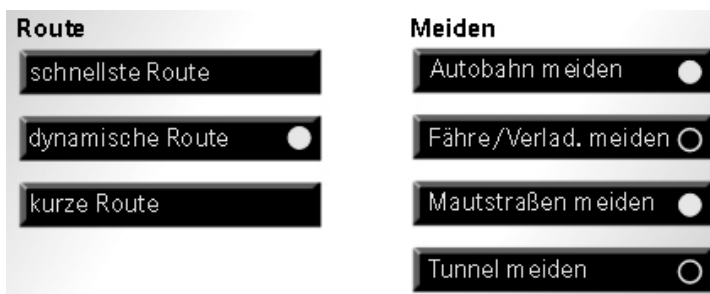


Abbildung 32: Diskrete Eingabe mit runder LED-Anzeige ohne Farbe

Beschreibung:

Hier ist die Anzeige der diskreten Eingabe in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert. Gefüllte Ovale (siehe Abbildung 31) oder Kreise (siehe Abbildung 32) bedeuten den Zustand *an*. Die Umrisse bedeuten, dass diese Funktion gerade ausgeschaltet ist und noch angeschaltet werden kann. Befindet sich kein Symbol auf der berührungsempfindlichen Schaltfläche, ist dies ein Zeichen für eine exklusive, diskrete Eingabe, bei der jeweils nur ein Eintrag pro Gruppe gleichzeitig angeschaltet sein kann.

Vorteile:

- Es gibt mit den ausgefüllten Kreisen und Ovalen eine einheitliche Kodierung für *an*.
- Die Anzeigen *an* und *aus* sind direkt in den berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert.

Nachteile:

- Es gibt keine unterschiedliche Darstellung von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man noch einmal drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht noch einmal drücken kann.
- Der Nutzer muss genau hinschauen, um zu sehen, welche Funktion *an* ist, da die Kodierung sehr klein ist.

Die diskrete Eingabe mit farbiger LED-Anzeige

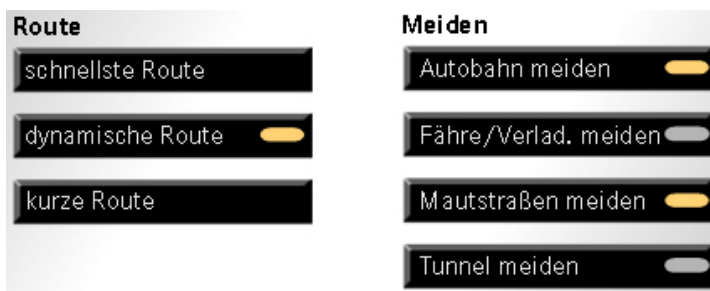


Abbildung 33: Diskrete Eingabe mit ovaler, farbiger LED-Anzeige

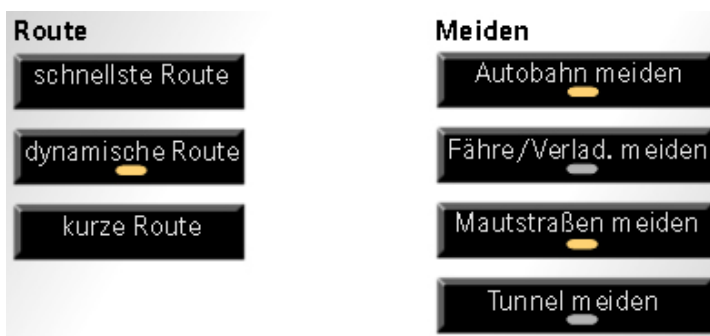


Abbildung 34: Diskrete Eingabe mit ovaler, farbiger LED-Anzeige unter der Beschriftung

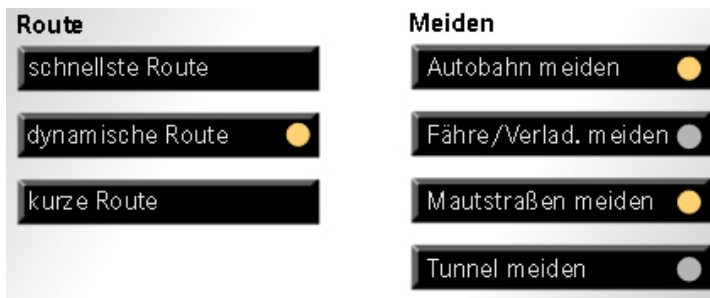


Abbildung 35: Diskrete Eingabe mit runder, farbiger LED-Anzeige

Beschreibung:

Diese Versionen der diskreten Eingabe besitzen ebenfalls eine integrierte Anzeige für den aktuellen Zustand. Farbige Ovale (siehe Abbildungen 33 und 34) und Kreise (siehe Abbildung 35) bedeuten, dass die betreffenden Funktionen *an* sind. Sind die Kreise und Ovale grau, so bedeutet dies, dass die entsprechenden Funktionen *aus* sind. Befindet sich kein Symbol auf der berührungsempfindlichen Schaltfläche, ist dies wie bei der vorherigen Version ein Zeichen für eine exklusive, diskrete Eingabe, bei der jeweils nur ein Eintrag pro Gruppe gleichzeitig *an* sein kann.

Vorteile:

- Für alle Anzeigen gibt es durch die farbige Gestaltung die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob die Funktion *an* oder *aus* ist, wird direkt in die berührungsempfindliche Schaltfläche integriert.

Nachteile:

- Es gibt keine unterschiedlichen Darstellungen von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man noch einmal drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht noch einmal drücken kann, da sie beide durch farbige Zeichen gekennzeichnet sind.
- Die Kodierung ist zwar durch die Farbe stärker als bei den vorherigen Alternativen, trotzdem ist die Anzeige für die Zustände *an* und *aus* ziemlich klein.

Die diskrete Eingabe mit farbiger Unterstreichung und Schrift

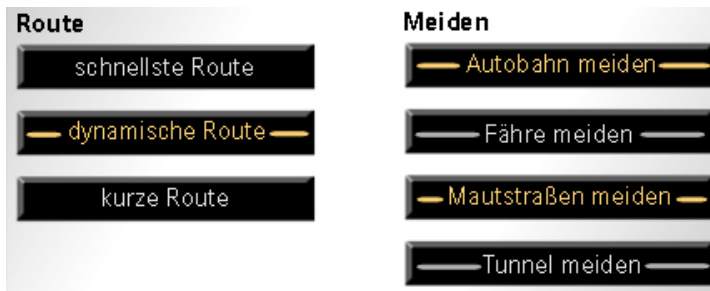


Abbildung 36: Diskrete Eingabe mit farbiger Schrift und LED-Linien

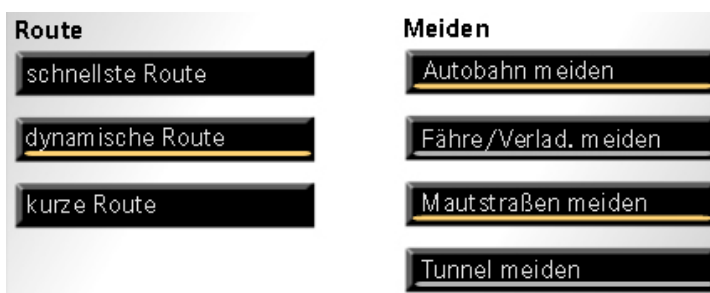


Abbildung 37: Diskrete Eingabe mit farbigen Unterstreichungen

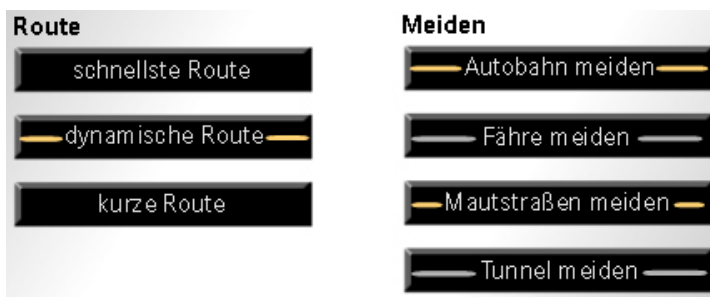


Abbildung 38: Diskrete Eingabe mit farbigen LED-Linien

Beschreibung:

In diesen Versionen werden die Kodierungen für den Zustand *an* wieder durch Farbe hervorgehoben. Die Abbildungen 36, 37 und 38 zeigen drei Varianten auf. Wahlweise ist dabei die Schrift (siehe Abbildung 36), die Unterstreichung (siehe Abbildung 37) oder eine Linie in Höhe der Schrift (siehe Abbildung 38) farbiger oder grau dargestellt. Dabei steht die Farbe wieder für den Zustand *an* und die graue Darstellung für den Zustand *aus*. Keine Kodierung bei ausgeschalteten Funktionen der exklusiven, diskreten Eingabe zeigt, dass man nur eine Funktion pro Gruppe gleichzeitig anschalten kann.

Vorteile:

- Für alle Anzeigen gibt es durch die farbigen Linien oder die farbige Schrift die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob eine Funktion *an* oder *aus* ist, wird direkt in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert.

Nachteile:

- Die Linien irritieren beim Lesen.
- Bei farbiger Schrift ist diese nur schlecht lesbar.
- Es gibt keine unterschiedliche Darstellung von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man noch einmal drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht noch einmal drücken kann.

Die diskrete Eingabe mit in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integrierter Kodierung

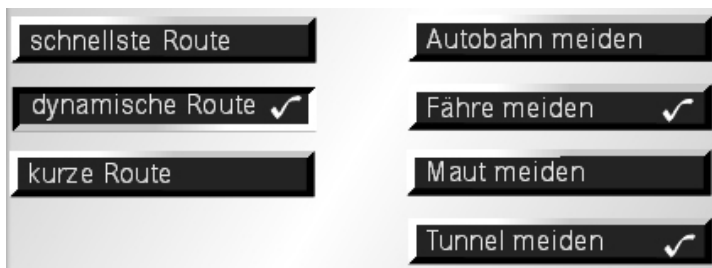


Abbildung 39: Diskrete Eingabe mit in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integrierten Haken

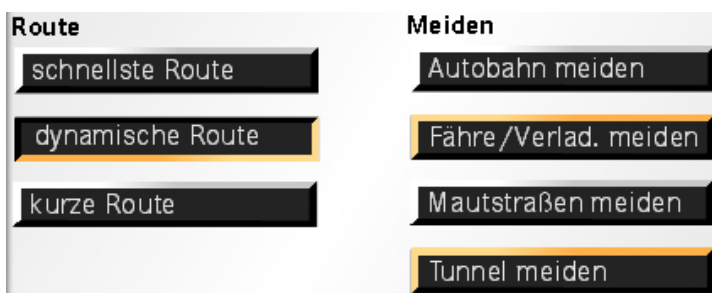


Abbildung 40: Diskrete Eingabe mit in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integrierten Markierungen

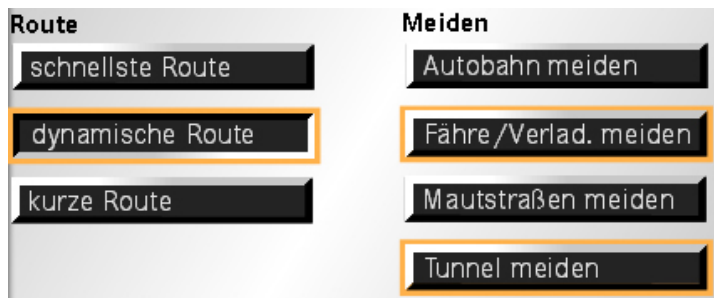


Abbildung 41: Diskrete Eingabe mit farbiger Umrandung der berührungsempfindlichen Schaltflächen

Beschreibung:

Dies war einer der ersten Versuche, die berührungsempfindlichen Schaltflächen in gedrückter und hervorgehobener Form darzustellen. Die Anzeige, ob die berührungsempfindlichen Schaltflächen *an* oder *aus* sind, wird wieder durch Farbe oder durch die Integration der Haken in die berührungsempfindlichen Schaltflächen deutlich. Die Abbildungen 39, 40 und 41 zeigen die unterschiedlichen Varianten auf. Durch die gedrückte oder hervorgehobene Darstellung wird deutlich, welche berührungsempfindlichen Schaltflächen man noch einmal anwählen kann und welche berührungsempfindlichen Schaltflächen man nicht mehr anwählen kann. So wird deutlich, ob die diskrete Eingabe exklusiv ist oder nicht.

Vorteile:

- Für alle Anzeigen gibt es mit der Farbe oder den Haken die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob eine Funktion *an* oder *aus* ist, wird direkt in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert.

Nachteile:

- Durch die Zusatzkodierung ist nur schlecht erkennbar, ob die berührungsempfindlichen Schaltflächen *an* oder *aus* sind. Die Kodierung *gedrückt* und die Kodierung *markiert* heben sich bei gleichzeitiger Benutzung fast auf.

Die diskrete Eingabe mit flachen berührungsempfindlichen Schaltflächen

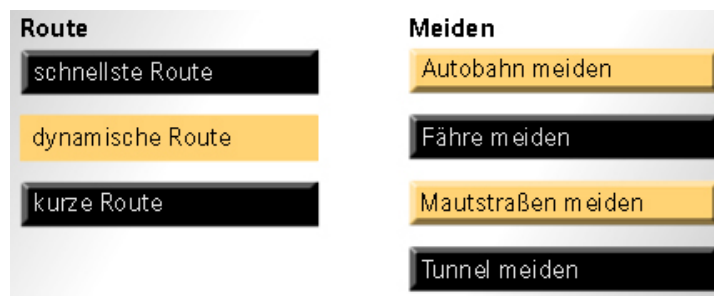


Abbildung 42: Diskrete Eingabe mit flachen berührungsempfindlichen Schaltflächen

Beschreibung:

Die Unterscheidung, ob man eine berührungsempfindliche Schaltfläche anwählen kann oder nicht, ist durch hervorgehobene berührungsempfindliche Schaltflächen und flache berührungsempfindliche Schaltflächen dargestellt (siehe Abbildung 42). Die Darstellung der angewählten Funktionen geschieht durch die farbige Gestaltung. Alle farbigen berührungsempfindlichen Schaltflächen sind *an* und alle hervorgehobenen berührungsempfindlichen Schaltflächen kann man noch einmal drücken.

Vorteile:

- Die Unterscheidung, welche Funktionen *an* oder *aus* sind, ist durch die farbige Markierung sehr deutlich.
- Für alle Anzeigen gibt es durch die Farbe die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob der Zustand *an* oder *aus* ist, wird direkt in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert.
- Außerhalb der berührungsempfindlichen Schaltflächen gibt es keine zusätzliche Kodierung wie LED-Linien, Kreise oder Kästen.
- Es gibt eine unterschiedliche Darstellung von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht drücken kann.

Nachteile:

- Die Unterscheidung der gedrückten und nicht gedrückten Schaltflächen ist nicht deutlich. (Aber vorhanden!)
- Diese Darstellung entspricht nicht der Darstellung des aus der Windows- und PC-Welt bekannten Stereotyps von *Radiobuttons* und *Kontrollkästen*.

Die diskrete Eingabe mit farbigen gedrückten und hervorgehobenen berührungsempfindlichen Schaltflächen

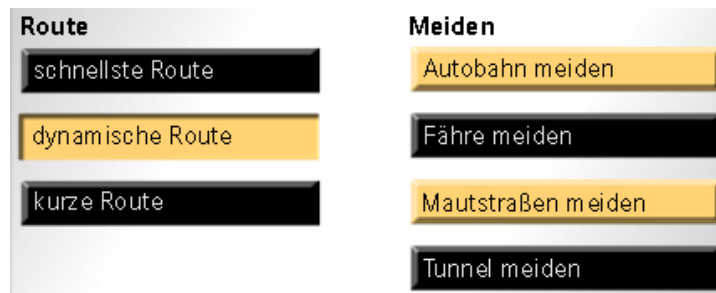


Abbildung 43: Diskrete Eingabe mit farbigen, gedrückten und hervorgehobenen berührungsempfindlichen Schaltflächen

Beschreibung:

Die Unterscheidung, ob man eine berührungsempfindliche Schaltfläche anwählen kann oder nicht, ist durch hervorgehobene berührungsempfindliche Schaltflächen und gedrückte berührungsempfindliche Schaltflächen dargestellt (siehe Abbildung 43). Die Darstellung welche Funktionen angewählt sind, geschieht durch die farbige Gestaltung. Alle farbigen berührungsempfindlichen Schaltflächen sind *an* und alle hervorgehobenen berührungsempfindlichen Schaltflächen kann man noch einmal drücken. Alle gedrückten berührungsempfindlichen Schaltflächen kann man nicht noch einmal drücken.

Vorteile:

- Die Unterscheidung, welche Funktionen *an* oder *aus* sind, wird durch die farbige Markierung sehr deutlich.
- Für alle Anzeigen gibt es durch die Farbe die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob der Zustand *an* oder *aus* ist, ist direkt in der berührungsempfindlichen Schaltfläche integriert.
- Es gibt keine zusätzliche Kodierung, wie LED-Linien, Kreise oder Kästen.
- Es gibt unterschiedliche Darstellungen von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht drücken kann.

Nachteile:

- Die Unterscheidung der gedrückten und nicht gedrückten Schaltflächen ist nicht deutlich. (Aber vorhanden!)
- Diese Darstellung entspricht nicht der Darstellung des aus der Windows- und PC-Welt bekannten Stereotyps von *Radiobuttons* und *Kontrollkästen*.

Die endgültige diskrete Eingabe

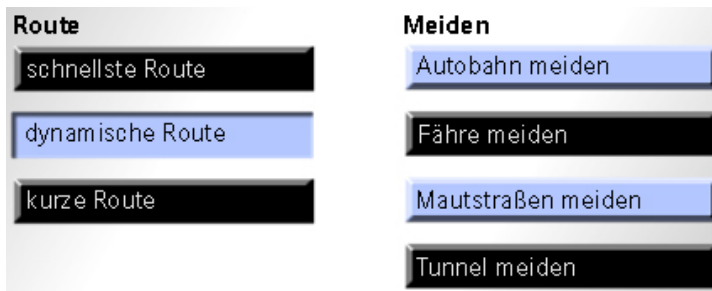


Abbildung 44: Endgültige diskrete Eingabe

Beschreibung:

Der einzige Unterschied dieser in Abbildung 44 dargestellten Version zu der vorigen Version in Abbildung 43 ist die Farbe. Orange wurde dabei durch blau ersetzt, da diese Farbe sachlicher wirkt und sich zudem besser in das Gesamtbild der DaimlerChrysler AG eingliedert. Die hervorstehenden berührungsempfindlichen Schaltflächen symbolisieren, dass man diese drücken kann. Die eingedrückten berührungsempfindlichen Schaltflächen symbolisieren, dass man diese nicht noch einmal drücken kann. Farbige berührungsempfindliche Schaltflächen zeigen an, dass die entsprechende Funktionen *an* sind. Der Unterschied zwischen *an* und *aus* ist sehr groß, da eine blaue berührungsempfindliche Schaltfläche mit schwarzer Schrift gegenüber einer schwarzen berührungsempfindlichen Schaltfläche mit weißer Schrift dargestellt wird. Der Unterschied zwischen anwählbaren und nicht mehr anwählbaren berührungsempfindlichen Schaltflächen ist im Vergleich kleiner, da die Differenz von einer hervorstehenden gegenüber einer gedrückten berührungsempfindlichen Schaltfläche nicht so auffällig ist. Dies wurde absichtlich so gewählt, da der Hauptunterschied sein soll, zu erkennen, welche Funktionen *an* und welche Funktionen *aus* sind.

Vorteile:

- Unterscheidung, welche Funktionen *an* und *aus* sind, wird durch die farbige Markierung sehr deutlich.
- Für alle Anzeigen gibt es durch die Farbe die gleiche Kodierung für *an*.
- Die Anzeige, ob der Zustand *an* oder *aus* ist, wird direkt in die berührungsempfindlichen Schaltflächen integriert.
- Es gibt keine zusätzliche Kodierung, wie LED-Linien, Kreise oder Kästen.
- Es gibt eine Unterscheidung in der Darstellung von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man drücken kann und berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man nicht drücken kann.

Nachteile:

- Die Unterscheidung der gedrückten und nicht gedrückten Schaltflächen ist nicht deutlich. (Aber vorhanden!)
- Diese Darstellung entspricht nicht der Darstellung des aus der Windows- und PC-Welt bekannten Stereotyps von *Radiobuttons* und *Kontrollkästen*.

Grund für die Entscheidung:

Bei der diskreten Eingabe gibt es drei unterschiedliche Zustände:

- *aus*, dargestellt durch eine hervorstehende, schwarze berührungsempfindliche Schaltfläche,
- *an und gedrückt*, dargestellt durch eine blaue, gedrückte berührungsempfindliche Schaltfläche und
- *an und nicht gedrückt*, dargestellt durch eine blaue, hervorstehende berührungsempfindliche Schaltfläche.

Eine Schwierigkeit ergab sich dadurch, dass zwei unterschiedliche diskrete Eingaben möglich sind. Eine Möglichkeit ist die exklusive Eingabe, bei der innerhalb einer Liste nur eine berührungsempfindliche Schaltfläche gleichzeitig ausgewählt werden kann und man diese durch Anwählen einer anderen berührungsempfindlichen Schaltfläche deaktivieren kann (siehe Abbildung 44 – Rubrik Route). Es ist also immer genau eine berührungsempfindliche Schaltfläche pro Gruppe gewählt. Diese gewählte berührungsempfindliche Schaltfläche kann nicht nochmals betätigt werden. Handlungsrelevant bei dieser Darstellung ist, dass man die schwarzen Tasten drücken kann, um eine Veränderung der Einstellung zu bewirken. Für die Anzeige, dass man eine Taste nicht noch einmal drücken kann, wurde die

blaue, gedrückte berührungsempfindliche Schaltfläche gewählt. Blau ist hierbei die Kodierung für *an*, die gedrückte Form symbolisiert, dass sie nicht noch einmal gedrückt werden kann.

Die zweite Form einer diskreten Eingabe beinhaltet die Möglichkeit, einzelne Funktionen an- und auszuschalten. Das Anschalten erfolgt durch ein erstes Betätigen der berührungsempfindlichen Schaltfläche und das Ausschalten erfolgt durch ein erneutes Betätigen der berührungsempfindlichen Schaltfläche. Für diese Form der diskreten Eingabe werden eine blaue, hervorstehende berührungsempfindliche Schaltfläche für angewählte Funktionen und eine schwarze, hervorstehende berührungsempfindliche Schaltfläche für nicht angewählte Funktionen dargestellt. Wie in dem vorhergehenden Fall ist die Farbe Blau die Kodierung für *an*.

Der Unterschied zwischen den angeschalteten und nicht angeschalteten berührungsempfindlichen Schaltflächen macht auf einen Blick deutlich, ob Funktionen *an* oder *aus* sind. Dabei hebt sich das *noch Anzumählende* extremer vom Hintergrund ab, als das *schon Angewählte*. Somit wird die Aufmerksamkeit auf das *noch Anzumählende* gelenkt. Handlungsrelevant ist hierbei die schwarze Taste, da man diese drücken muss, um eine weitere Funktion zu aktivieren. Der Unterschied zu der exklusiven Variante ist, dass es auch noch die Möglichkeit *wieder ausschalten* gibt. Die Unterscheidung von berührungsempfindlichen Schaltflächen, die man noch einmal betätigen kann und solchen, die man nicht noch einmal betätigen kann, ist in diesem Zusammenhang zweitrangig. Deshalb wurde dieser eine schwächere Kodierung zugeordnet. Es ist zwar gut, wenn der Nutzer den Zustand und somit die Möglichkeiten einer nochmaligen Bedienung erkennt, aber da durch das erneute Drücken einer bereits gedrückten berührungsempfindlichen Schaltfläche keine Fehlbedienung zustande kommt, ist eine extreme Kodierung nicht nötig. Das Hauptaugenmerk liegt eindeutig auf der Unterscheidung *an* oder *aus*.

Projektinternes Ziel ist es, möglichst wenige Kodierungen in die Anzeige einzubauen, um den Nutzer nicht zu verwirren. Daher fiel die Wahl auf eine Variante, bei der keine zusätzlichen Kodierungen wie zum Beispiel *Radiobuttons* oder *Kontrollkästen* nötig sind.

Die Menüanordnung

Die Menüanordnung wird am Beispiel des Bereichs *Navigation* dargestellt, da dieser Bereich am meisten Unterpunkte enthält. Die Abbildungen 45 bis 51 sind nicht in der Originalgröße dargestellt. Aus Platzgründen wurden sie auf 50% ihrer ursprünglichen Größe verkleinert. Dies spielt jedoch für die Darstellung der Größenverhältnisse keine Rolle.

Die Menüanordnung in vier Zeilen



Abbildung 45: Menüanordnung in vier Zeilen

Beschreibung:

Alle Funktionen innerhalb der Rubrik *Navi* (Navigation) werden, wie in Abbildung 45 ersichtlich, in Form von großen berührungsempfindlichen Schaltflächen dargestellt. Dabei gehören alle berührungsempfindlichen Schaltflächen einer Zeile zu den darüber stehenden Unterrubriken. Den Maßstab (Zoom) der Karte kann man direkt von der Startseite der Rubrik *Navi* einstellen, alle anderen Funktionen erreicht man über die berührungsempfindlichen Schaltflächen.

Vorteil:

- Alle Funktionen sind im direkten Zugriff und damit schnell erreichbar.

Nachteile:

- Durch die große Anzahl an berührungsempfindlichen Schaltflächen und deren schwarze Farbe wirkt der Bildschirm sehr voll.
- Die Überschriften sind schwer zuzuordnen, da sie zwischen den Zeilen eingeklemmt sind.

Die Menüanordnung in anwählbaren vertikalen Unterrubriken

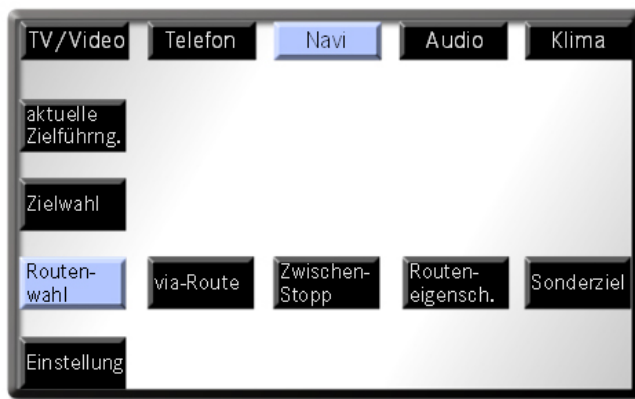


Abbildung 46: Menüanordnung in anwählbaren vertikalen Unterrubriken

Beschreibung:

Wenn man die berührungsempfindliche Schaltfläche *Navi* betätigt, werden auf der linken Seite in der Vertikalen die Unterrubriken sichtbar (siehe Abbildung 46). Durch Drücken einer Unterrubrik werden die dazugehörigen Funktionen eingeblendet und können ausgewählt werden.

Vorteil:

- Der Bildschirm ist übersichtlich.

Nachteile:

- Es sind keine Funktionen im direkten Zugriff erreichbar. Es muss ein Umweg über die Unterrubriken gemacht werden, welches zu mehr Bedienschritten und zu einer höheren kognitiven Beanspruchung führt.
- Es sind nicht alle enthaltenen Funktionen auf einmal sichtbar.

Die Menüanordnung in fünf Zeilen



Abbildung 47: Menüaufteilung in fünf Zeilen

Beschreibung:

Alle Funktionen innerhalb von *Navi* werden dargestellt (siehe Abbildung 47). Dabei gehören alle berührungsempfindlichen Schaltflächen einer Zeile zu den darüber stehenden Unterrubriken. Den Maßstab (Zoom) der Karte und die Lautstärke der Navigationsansage kann man direkt von der Startseite der Rubrik *Navi* einstellen, alle anderen Funktionen erreicht man über die berührungsempfindlichen Schaltflächen.

Vorteil:

- Alle Funktionen sind im direkten Zugriff und damit schnell erreichbar.

Nachteile:

- Durch die große Anzahl an berührungsempfindlichen Schaltflächen und deren schwarze Farbe wirkt der Bildschirm sehr voll.
- Die Überschriften sind schwer zuzuordnen, da sie zwischen den Zeilen eingeklemmt sind.

Die Menüanordnung in vier Spalten



Abbildung 48: Menüanordnung in vier Spalten

Beschreibung:

Alle Funktionen innerhalb der Rubrik *Navi* werden dargestellt (siehe Abbildung 48). Dabei gehören alle berührungsempfindlichen Schaltflächen einer Spalte zu der jeweils darüber stehenden Unterrubrik. Den Maßstab (Zoom) der Karte kann man direkt von der Startseite der Rubrik *Navi* aus einstellen, alle anderen Funktionen erreicht man über die berührungsempfindlichen Schaltflächen.

Vorteil:

- Alle Funktionen sind im direkten Zugriff und damit schnell erreichbar.

Nachteile:

- Durch die große Anzahl an berührungsempfindlichen Schaltflächen und deren schwarze Farbe wirkt der Bildschirm sehr voll.
- Die Zuordnung der berührungsempfindlichen Schaltflächen zu der jeweiligen Unterrubrik ist problematisch, da der Abstand zwischen den Spalten gering ist.

Die Menüanordnung in fünf anwählbaren horizontalen Unterrubriken



Abbildung 49: Menüanordnung in fünf anwählbaren horizontalen Unterrubriken

Beschreibung:

Wenn man die berührungsempfindliche Schaltfläche *Navi* betätigt, werden in der Zeile darunter die Unterrubriken sichtbar (siehe Abbildung 49). Durch Drücken einer Unterrubrik werden die dazugehörigen Funktionen eingeblendet und können angewählt werden.

Vorteil:

- Der Bildschirm ist übersichtlich.

Nachteile:

- Es sind keine Funktionen im direkten Zugriff erreichbar. Es muss ein Umweg über die Unterrubriken gemacht werden, welches zu mehr Bedienschritten und zu einer höheren kognitiven Beanspruchung führt.
- Es sind nicht alle enthaltenen Funktionen auf einmal sichtbar.
- Es ist nahe liegend, dass der Nutzer die Unterrubriken den darüber stehenden Hauptrubriken zuordnen, da die Spalten die gleiche Breite haben.

Die Menüanordnung in fünf Spalten



Abbildung 50: Menüanordnung in fünf Spalten

Beschreibung:

Alle Funktionen innerhalb der Rubrik *Navi* werden dargestellt (siehe Abbildung 50). Dabei gehören alle berührungsempfindlichen Schaltflächen einer Spalte zu der jeweils darüber stehenden Unterrubrik. Den Maßstab (Zoom) der Karte kann man direkt von der Startseite der Rubrik *Navi* aus einstellen, alle anderen Funktionen erreicht man über die berührungsempfindlichen Schaltflächen.

Vorteil:

- Alle Funktionen sind im direkten Zugriff und damit schnell erreichbar.

Nachteile:

- Durch die große Anzahl an berührungsempfindlichen Schaltflächen und deren schwarze Farbe wirkt der Bildschirm sehr voll.
- Die Überschriften sind schwer zuzuordnen. Eventuell werden sie unbewusst auch den darüber stehenden Hauptrubriken zugeordnet, da die Spalten gleich breit sind.

Die Menüanordnung in vier anwählbaren horizontalen Unterrubriken



Abbildung 51: Menüanordnung in vier anwählbaren horizontalen Unterrubriken

Beschreibung:

Wenn man die berührungsempfindliche Schaltfläche *Navi* betätigt (siehe Abbildung 51), werden eine Zeile darunter die Unterrubriken sichtbar. Durch Drücken einer Unterrubrik werden die dazugehörigen Funktionen eingeblendet und können angewählt werden. Der Maßstab der Karte (Zoom) kann direkt eingestellt werden.

Vorteil:

- Der Bildschirm ist übersichtlich.

Nachteile:

- Es sind keine Funktionen im direkten Zugriff erreichbar. Es muss ein Umweg über die Unterrubriken gemacht werden, welches zu mehr Bedienschritten und zu einer höheren kognitiven Beanspruchung führt.
- Es sind nicht alle enthaltenen Funktionen auf einmal sichtbar.

Die endgültige Menüanordnung

TV/Video	Audio	Navi	Telefon	Klima
aktuelle Zielführung	Ansage wiederh.	Ansage abbrechen	Zielführung abbrechen	Kartenanzeige
Zielwahl	Zielspeicher	letzte Ziele	manuelle Zieleingabe	Zieleingabe per Karte
Routenwahl	via-Route	Zwischenstopp	Routeneigenschaft	Sonderziel
Einstellung	Zielführung	Karteneinstellung	Symbole	Toneinstell.

Abbildung 52: Endgültige Menüanordnung

Beschreibung:

Die Hauptmenüpunkte sind in Form von berührungsempfindlichen Schaltflächen oben in der Horizontalen angeordnet (siehe Abbildung 52). Links in der Vertikalen sind die Überschriften der Unterrubriken angeordnet. Die Überschriften sind in schwarzer Schrift direkt auf dem Display-Hintergrund dargestellt und somit nicht anwählbar. Bei Berührung einer der ständig sichtbaren Hauptmenüpunkte gelangt man auf die Startseite der jeweiligen Rubrik, von der aus man auf alle Funktionen zugreifen kann. Eine weitere Menüebene durch Unterrubriken ist daher nicht nötig. Die Zuordnung der berührungsempfindlichen Schaltflächen zu den einzelnen Unterrubriken wird durch die horizontalen Trennlinien deutlich.

Vorteil:

- Alle Funktionen sind im direkten Zugriff und damit schnell erreichbar.

Nachteil:

- Durch die große Anzahl an berührungsempfindlichen Schaltflächen und deren schwarze Farbe wirkt der Bildschirm voll.

Grund für die Entscheidung:

Wichtig bei der Menüführung für den berührungsempfindlichen Bildschirm sind eine flache Hierarchie und die Tatsache, dass man möglichst viele Funktionen schnell erreichen kann. Untersuchungen zeigen, dass Nutzer lieber einen vollen Bildschirm in Kauf nehmen, dafür aber Funktionen schnell und ohne viel Menünavigation erreichen können, als dass sie einen relativ leeren Bildschirm haben, dafür aber viele Interaktionsschritte durch die Menüs vornehmen müssen (Kiger, 1984). Daher sind alle Funktionen über die Startseite direkt zu-

gänglich. Um zu einer Funktion zu gelangen, benötigt man nun maximal zwei Bedienschritte. Der erste Bedienschritt ist die Auswahl des jeweiligen Hauptmenüs, welche ständig sichtbar sind. Der zweite Bedienschritt ist die Auswahl der gewünschten Funktion.

Da die Hierarchie sehr flach ist, benötigt man bei diesem Konzept auch keine berührungsempfindliche Schaltfläche für die Funktion *Zurück*. Sie hätte in vielen Fällen die gleiche Funktion wie die erneute Auswahl eines Hauptmenüpunkts.

3.3.4 Das Schalter-Konzept

Für das Schalter-Konzept waren im Voraus dieser Arbeit der Funktionsumfang und eine grobe Skizze der Bedienpaneele vorhanden (siehe Anhang B, C und D). Zunächst wurden diese detaillierter gestaltet, wobei die Tasten und Drehsteller in denselben Größen dargestellt wurden, die sie in aktuellen Fahrzeugen besitzen. Danach wurden der Funktionsumfang und die Bedienung der Paneele näher betrachtet, um herauszufinden, welche Darstellungen für die Konzeptionen nötig sind. Für jede Darstellungsform wurden anschließend, wie beim Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm, unterschiedliche Alternativen angedacht, gegeneinander abgewogen und Entscheidungen getroffen.

Die Bedienelemente

Der Hintergrund der Bedienpaneele wurde in dunklem Grau gestaltet, da das Armaturenbrett ebenfalls dunkel ist und sich der Hintergrund nicht zu sehr abheben sollte. Die Tasten und Drehsteller sind silber mit schwarzer Beschriftung. Die Bezeichnungen der Rubriken sind weiß, da sie einen möglichst hohen Kontrast zum Hintergrund haben sollten. Die vier Bereiche sind durch hervorgehobene, vertikale Beschränkungslinien voneinander getrennt, die Grenzen können somit auch abgetastet werden. Die Paneele sollten möglichst sachlich und schlicht wirken, welches durch den Verzicht von Farbe erreicht wurde. Die Anzahl und Anordnung der Tasten und Drehsteller war vorgegeben und wurde nur minimal verändert.

Das Bedienpaneel für die puristische Variante



Abbildung 53: Bedienpaneel für die puristische Variante

Das Bedienpaneel für die puristische Variante (siehe Abbildung 53) beinhaltet folgende Funktionen:

Bereich *Navigation*:

- *Ansage wiederholen* (Taste): Die vorangegangene Ansage zu der Zielführung wird erneut abgespielt. Die Rückmeldung auf die Betätigung dieser Taste erfolgt auditiv.
- *Start/ Stopp* (Taste): Die aktuelle Navigation wird je nach Zustand gestartet oder abgebrochen. Es folgt eine visuelle Rückmeldung auf dem Display und eine auditive Rückmeldung, da durch den Tastendruck die Ansage entweder beginnt oder endet.
- *Zielliste* (Dreh-Steller): Man kann in einer Liste, in der die bisher gespeicherten Ziele aufgelistet sind, durch Drehen ein Ziel auswählen und durch Drücken die Navigation dorthin starten. Die Liste wird bei Betätigung des Dreh-Stellers auf dem Display dargestellt und bei Beginn der Zielführung erfolgt eine visuelle Rückmeldung durch eine Anzeige der Fahrtrichtung mit einem Pfeil und dem Straßennamen auf dem Display.

Bereich *Audio*:

- *AM/FM* (*Amplitudenmodulation/Frequenzmodulation*): Man kann zwischen den Wellenbereichen *AM*, *MW* (*Mittelwelle*), *LW* (*Langwelle*) und *FM* wählen. Auf die Betätigung der Taste erscheint eine visuelle Anzeige aller Alternativen auf dem Display. Die aktuell angewählte Auswahl ist markiert.
- *TA* (*Traffic Announcement*) (Taste): Man kann *TA* entweder an- oder ausschalten. Die Einstellung von *TA* wird in der Statuszeile angezeigt.

- *Sendersuche* (Tasten): Mit *Seek +* und *Seek -* kann man die Suchfunktion für den Radiosender in die jeweilige Richtung starten. Durch nochmaliges Betätigen der jeweiligen Taste wird der gerade angespielte Sender beibehalten. Die visuelle Rückmeldung erfolgt durch das Darstellen der Frequenz des aktuell gespielten Senders auf dem Display.
- *Volume on/off* (Dreh-Steller): Durch Drehen des Dreh-Stellers kann man die Lautstärke variieren. Es folgt eine auditive Rückmeldung durch die Lautstärkendifferenz. Durch Drücken des Dreh-Stellers kann man das Radio an- und auch wieder ausschalten.

Bereich *Telefon*:

- *Annehmen* (Taste): Ein ankommendes Gespräch kann durch Betätigen dieser Taste angenommen werden. Die auditive Rückmeldung erfolgt durch das Gespräch und die visuelle Rückmeldung durch eine Anzeige auf dem Display (zum Beispiel *aktuelle Verbindung mit 16452*).
- *Auflegen* (Taste): Eine Verbindung kann durch Betätigen dieser Taste beendet werden. Das Abbrechen des Gesprächs ist hierbei die auditive Rückmeldung. Visuell wird dieses durch eine Anzeige auf dem Display unterstützt (zum Beispiel *Verbindung mit 36253 abgebrochen*).
- *Telefonbuch* (Dreh-Steller): Durch Drehen kann eine gewünschte Verbindung ausgewählt werden, die durch Drücken des Dreh-Stellers oder durch Betätigen der Annehmen-Taste bestätigt werden kann. Die visuelle Rückmeldung ist eine Darstellung der Liste mit einer Markierung des entsprechenden gewünschten Gesprächspartners. Die Töne des Verbindungsaufbaus bilden die auditive Rückmeldung.

Bereich *Klima*:

- *Sicht* (Taste): Die Funktion *Sicht* beinhaltet die Funktion *Entfrostet* und die *Heckscheibenheizung*. Beides kann gleichzeitig durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Umluft* (Taste): Die *Umluft* kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint ebenfalls eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.

- *A/C (air conditioning)* (Taste): Die A/C-Funktion kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint ebenfalls eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Temperatur* (Pfeiltasten): Die Temperatureinstellung kann durch Betätigen der zwei Pfeile verändert werden. Die visuelle Rückmeldung erfolgt durch eine Temperaturanzeige auf dem Display.

Das Bedienpaneel für die funktionsreduzierte Variante



Abbildung 54: Bedienpaneel für die funktionsreduzierte Variante

Das Bedienpaneel für die funktionsreduzierte Variante (siehe Abbildung 54) ist aus Platzgründen nicht in der Originalgröße dargestellt. Die Bedienelemente umfassen folgende Funktionen:

Bereich *Navigation*:

- *Karte/Pfeil* (Taste): Man kann zwischen der Karten-Ansicht und der Pfeil-Ansicht in der visuellen Zielführung auf dem Display wählen. Die visuelle Rückmeldung folgt auf dem Display durch einen Wechsel der Ansicht.
- *Ansage wiederholen* (Taste): Die vorangegangene Ansage zu der Zielführung wird erneut abgespielt. Nach Betätigen der Taste erfolgt durch das Wiederholen der Ansage eine auditive Rückmeldung.
- *Routentyp* (Taste): Man kann zwischen schneller, dynamischer und kurzer Route wählen. Die Alternativen werden auf dem Display angezeigt und die aktuell gewählte Auswahl ist markiert.
- *Start/Stop* (Taste): Die aktuelle Zielführung wird je nach Zustand gestartet oder abgebrochen. Es folgen eine visuelle Rückmeldung auf dem Display und eine auditive Rückmeldung, da die Ansage gestartet oder beendet wird.

- *Zielliste* (Dreh-Steller): Man kann in einer Liste, in der die bisher gespeicherten Ziele aufgelistet sind, durch Drehen ein Ziel auswählen und durch Drücken die Navigation dorthin starten. Die Liste wird auf dem Display angezeigt und bei Beginn der Zielführung erfolgt eine visuelle Rückmeldung auf dem Display.

Bereich *Audio*:

- *AM/FM* (Taste): Man kann zwischen den Wellenbereichen *AM*, *MW*, *LW* und *FM* wählen. Es erscheint eine visuelle Anzeige aller Alternativen auf dem Display. Die aktuell angewählte Auswahl ist markiert.
- *TA* (Taste): Man kann *TA* entweder an- oder ausschalten. Die Anzeige *TA* ist in der Statuszeile immer sichtbar. Wenn sie ausgeschaltet ist, erscheint sie durchgestrichen.
- *Sendersuche* (Tasten): Mit *Seek +* und *Seek –* kann man die Suchfunktion des Radiosenders in die jeweilige Richtung starten. Durch nochmaliges Betätigen der jeweiligen Taste wird der gerade angespielte Sender beibehalten. Die visuelle Rückmeldung erfolgt durch das Darstellen der Frequenz des aktuell angewählten Senders. Zusätzlich erfolgt eine auditive Rückmeldung durch das Abspielen des Senders.
- *Volume on/off* (Dreh-Steller): Durch Drehen des Dreh-Stellers kann man die Lautstärke variieren. Es folgt eine auditive Rückmeldung durch die Veränderung der Lautstärke. Durch Drücken kann man das Radio an- und auch wieder ausschalten. Es folgt eine auditive Rückmeldung und eine visuelle Rückmeldung, ob das Radio an ist.
- *Play/Pause* (Taste): Durch Betätigen der Taste kann man die CD anhalten und wieder weiterspielen. Daraufhin erhält der Nutzer eine auditive Rückmeldung.
- *Stopp* (Taste): Durch Betätigen der Taste kann man das Abspielen der CD stoppen. Daraufhin erhält der Nutzer eine auditive Rückmeldung.
- *CD-Nr.* (Pfeiltasten): Durch die Pfeiltasten kann man zwischen den unterschiedlichen CDs wählen. Neben der auditiven Rückmeldung erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Darstellung der aktuellen CD-Nummer.
- *Senderliste/Titelliste* (Dreh-Steller): Durch Drehen kann man sich in der Senderliste des Radios oder in der Titelliste der angewählten CD bewegen. Der aktuell markierte Eintrag wird direkt angespielt (auditive Rückmeldung) und durch die Anzeige des aktuell ausgewählten Senders oder Titels erfolgt eine visuelle Rückmeldung.

Bereich *Telefon*:

- *Annehmen* (Taste): Ein ankommendes Gespräch kann durch Betätigen dieser Taste angenommen werden. Die auditive Rückmeldung erfolgt durch das Gespräch und die visuelle Rückmeldung durch eine Anzeige auf dem Display (zum Beispiel *aktuelle Verbindung mit 16452*).
- *Auflegen* (Taste): Eine Verbindung kann durch Betätigen dieser Taste beendet werden. Das Abbrechen des Gesprächs ist hierbei die auditive Rückmeldung. Visuell wird dieses durch eine Anzeige auf dem Display unterstützt (zum Beispiel *Verbindung mit 36253 abgebrochen*).
- *Telefonbuch* (Dreh-Steller): Durch Drehen kann eine gewünschte Verbindung ausgewählt werden, die durch Drücken oder durch Betätigen der *Annehmen-Taste* bestätigt werden kann. Die visuelle Rückmeldung ist eine Darstellung der Liste mit einer Markierung der entsprechenden Zielperson. Die Töne des Verbindungsaufbaus bilden die auditive Rückmeldung.

Bereich *Klima*:

Die folgenden Tasten werden, orientiert am funktionsreduzierten Bedienpaneel, von links oben nach rechts unten beschrieben.

- *Heckscheibenheizung* (Taste): Die Heckscheibenheizung kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Entfrostet* (Taste): Die Entfrostet-Funktion kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Sitzheizung* (Taste): Die Sitzheizung kann an- und ausgeschaltet werden. Wenn sie angeschaltet ist, kann man zwischen drei Stufen wählen. Eine Anzeige der Alternativen in der Einstellung und die Markierung der aktuell angewählten Alternative bieten eine visuelle Rückmeldung.
- *A/C* (Taste): Die A/C-Funktion kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Standheizung* (Taste): Die Standheizung kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.

- *Umluft* (Taste): Die Umluft kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *AUTOM. (Automatik)* (Taste): Die Klimaautomatik kann durch Betätigen dieser Taste an- bzw. ausgeschaltet werden. Daraufhin erscheint eine visuelle Rückmeldung durch die Anzeige der aktuellen Einstellung in der Statuszeile.
- *Temperatur* (Pfeiltasten): Die Temperatureinstellung kann durch Betätigen der zwei Pfeiltasten verändert werden. Die visuelle Rückmeldung erfolgt durch eine Temperaturanzeige auf dem Display.

Die Darstellungsformen

Für die gesamte Displaydarstellung des Schalter-Konzepts sind folgende Darstellungsformen nötig: *Taste*, *Statuszeile*, *Liste*, *kontinuierliche Eingabe* und *diskrete Eingabe*. Für jede Darstellungsform wurden unterschiedliche Alternativen angedacht, diskutiert und auf ihre Verwendung hin geprüft. Besondere Bedeutung wurde dabei auch der konsistenten Darstellung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm und des Schalter-Konzepts beigemessen. Im Folgenden sind die wichtigsten Alternativen, die endgültigen Darstellungsformen und die Begründung für die Entscheidung aufgeführt.

Die Taste



Abbildung 55: Die Taste

Wie schon angedeutet ist der Displayhintergrund hellgrau (RGB zwischen 200, 200, 200 und 230, 230, 230) und die Tasten sind hervorgehoben schwarz (RGB 40, 40, 40) mit hellgrauer Schrift (RGB 230, 230, 230) dargestellt (siehe Abbildung 55). Angewählte Tasten sind hellblau (RGB 179, 198, 255) mit schwarzer Schrift und gedrückt gestaltet.

Die Statuszeile

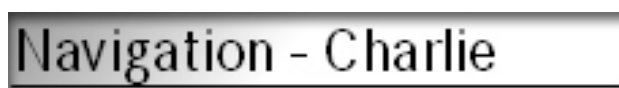


Abbildung 56: Statuszeile

Ziel der Konzeption ist es, möglichst wenige, dafür aber eindeutige Darstellungsformen für die unterschiedlichen Elemente auf einem Display zu finden. Die Statuszeile (siehe Abbil-

dung 56) dient der Anzeige von bestimmten Einstellungen und gegebenenfalls auch der Orientierung innerhalb des Systems. Um zusätzliche Kodierungen gering zu halten, sind Inhalte der Statuszeile in schwarzer Schrift direkt auf dem Display-Hintergrund dargestellt. Von dem Inhaltsbereich des Displays sind sie durch einen durchgezogenen Strich, der den Umfang der Statuszeile anzeigt, getrennt. Somit ähneln Inhalte der Statuszeile den Überschriften und Anzeigen innerhalb des Displays. Dies ist bewusst so gewählt worden, da die Funktionen von Überschriften, Beschriftungen und Statusanzeigen ähnlich sind. Sie alle sind Anzeigen, die bestimmte Inhalte darstellen, die für das Verstehen und Bedienen des Systems nötig sind.

Die Liste

Bei der Darstellung von Listen ist zu beachten, dass nur ein beschränkter Platz vorhanden ist und dass das Scrollen innerhalb einer Liste mit einem Dreh-Steller erfolgt.

Die Rolle mit einem Listeneintrag



Abbildung 57: Rolle mit einem Listeneintrag

Beschreibung:

Die Liste in Abbildung 57 zeigt immer nur den aktuell gewählten Listeneintrag an. Die Rolle als Form zeigt, dass sich durch Drehen derselben noch andere Listeneinträge einstellen lassen. Die Pfeile an der Seite sind ein Hinweis dafür, dass man in der Liste noch andere Listeneinträge anwählen kann.

Vorteile:

- Die Version ist platzsparend, da jeweils nur ein Listeneintrag angezeigt wird.
- Es ist keine Markierung notwendig, da der angezeigte Listeneintrag in diesem Fall auch der ausgewählte Listeneintrag ist.

Nachteile:

- Es wird nur ein Listeneintrag auf einmal angezeigt, daher kann es schwierig sein, diese Liste als Liste zu erkennen.

- Es ist keine Alternative zu dem aktuellen Listeneintrag sichtbar und es ist schwierig, aus einem Listeneintrag den zusammenhängenden Kontext der Liste herauszufinden.

Die Liste mit integrierten Pfeilen



Abbildung 58: Liste mit integrierten Pfeilen

Beschreibung:

Drei Listeneinträge werden untereinander in viereckigen Kästen dargestellt (siehe Abbildung 58). Pfeile, die im obersten und untersten Kasten angebracht sind, deuten an, dass die Liste in dieser Richtung noch weitere Einträge hat.

Vorteile:

- Es werden drei Listeneinträge auf einmal angezeigt, das heißt die Liste ist als solche erkennbar.
- Die Pfeile deuten eine Fortsetzung der Liste an.

Nachteile:

- Die Version ist platzraubend, da drei Listeneinträge abgebildet werden.
- Die Pfeile zeigen nach links und rechts, obwohl die Liste nach oben und unten weiter geht. Dies kann verwirrend wirken.
- Die Liste entspricht ihrer Form nach nicht der Bedienung mit einem Dreh-Steller.
- Es ist eine Markierung notwendig, um anzuzeigen, welcher Listeneintrag zurzeit angewählt ist.

Die Liste mit externen Pfeilen**Abbildung 59:** Liste mit externen Pfeilen

Beschreibung:

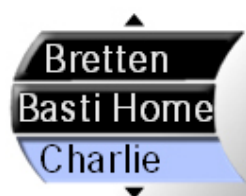
Drei untereinander stehende Listeneinträge sind in Abbildung 59 abgebildet. Die beiden Pfeile nach oben und nach unten deuten an, dass es in der jeweiligen Richtung noch weitere Listeneinträge gibt.

Vorteile:

- Es werden drei Listeneinträge auf einmal angezeigt, das heißt die Liste ist als solche erkennbar.
- Die Pfeile deuten eine Fortsetzung der Liste an und zeigen auch in die richtige Richtung.

Nachteile:

- Die Version ist platzraubend, da drei Listeneinträge und die Pfeile abgebildet werden.
- Die Liste entspricht ihrer Form nach nicht der Bedienung mit einem Dreh-Steller.
- Es ist eine Markierung notwendig, um anzuzeigen, welcher Listeneintrag zurzeit angewählt ist.

Die endgültige Liste**Abbildung 60:** Endgültige Liste

Beschreibung:

Da man die Liste mit einem Drehsteller bedient, ist sie, wie in Abbildung 60 gezeigt, geschwungen dargestellt. Jeweils über und unter der Liste wird durch kleine Pfeile angezeigt, ob es in die entsprechende Richtung weitergeht oder nicht. Befindet man sich ganz oben oder ganz unten in der Liste, so verschwindet der jeweilige Pfeil. Die Einträge der geschwungenen Liste, die man mit dem Dreh-Steller bedient, sind auf einer Taste dargestellt, die je nach Zustand *aus* (schwarze, hervorgehobene Taste mit weißer Schrift) oder *an* (blaue, gedrückte Taste mit schwarzer Schrift) ist. Diese Darstellung ist konsistent zu der Darstellung der berührungsempfindlichen Schaltflächen im Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm.

Vorteile:

- Es werden drei Listeneinträge auf einmal angezeigt, das heißt die Liste ist als solche erkennbar.
- Die Pfeile deuten eine Fortsetzung der Liste an und zeigen auch in die richtige Richtung.
- Die gerundete Form dient als Mapping zu der Bedienung mit dem Dreh-Steller.
- Durch die gerundete Form wird dem Nutzer klar, in welche Richtung er den Drehsteller drehen muss, um in der Liste nach oben oder nach unten zu gelangen.

Nachteile:

- Die Version ist platzraubend, da drei Listeneinträge und die Pfeile abgebildet sind.
- Es ist eine Markierung notwendig, um anzuzeigen, welcher Listeneintrag zurzeit angewählt ist.

Begründung für die Entscheidung:

Bei dem kleinen Display passen mit zwei Statuszeilen (eine Statuszeile oben und eine Statuszeile unten) drei Listeneinträge zuzüglich einer Überschrift untereinander. Daher ist es möglich, eine Liste mit drei Einträgen und mit Pfeilen darzustellen. Die geschwungene Form ist für das Mapping zu einem Dreh-Steller von Vorteil. Außerdem fällt es dem Nutzer leichter, zu erkennen, welche Drehrichtung die Markierung in welche Richtung bewegt. Die Listendarstellung hat zwar im Gegensatz zu der Listendarstellung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm eine geschwungene Darstellung, trotz dessen kann man von einer konsistenten Gestaltung sprechen, da beide mit hervorgehobenen und

gedrückten Darstellungen arbeiten und für angewählte Menüpunkte dieselbe farbige Kodierung verwenden.

Die kontinuierliche Eingabe

Die horizontale kontinuierliche Eingabe

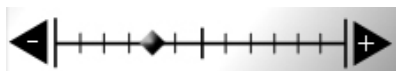


Abbildung 61: Horizontale kontinuierliche Eingabe, Skala

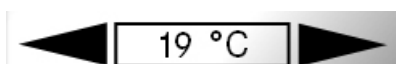


Abbildung 62: Horizontale kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe

Beschreibung:

Die Darstellung der kontinuierlichen Eingabe erfolgt wie in den Abbildungen 61 und 62 gezeigt, in der horizontalen Ebene. Dabei steht die Richtung links für *minimal* und rechts steht für *maximal*. Durch Drücken der entsprechenden Tasten auf dem Bedienpaneel kann man eine Einstellung vornehmen.

Vorteil:

- Die Version vereinnahmt in der vertikalen Ebene wenig Platz.

Nachteil:

- Der Knopf als Anzeige ist nur schwer abzulesen.

Die vertikale kontinuierliche Eingabe



Abbildung 63: Vertikale kontinuierliche Eingabe, Skala



Abbildung 64: Vertikale kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe

Beschreibung:

Die viereckigen Kästen in Abbildung 63 zeigen das Volumen der Eingabe an. Je weniger Kästen, desto geringer der Wert der Eingabe, je mehr Kästen, desto höher die Einstellung. Durch die entsprechenden Tasten auf dem Bedienpaneel kann man die Einstellung vornehmen.

Die numerische kontinuierliche Eingabe in Abbildung 64 zeigt in der Mitte den aktuellen Wert an, während die Pfeile anzeigen, dass man diesen nach oben und nach unten verändern kann.

Vorteile:

- Die Version vereinnahmt in der horizontalen Ebene wenig Platz.
- Durch die Kästen ist die Einstellung schnell erfassbar und leicht abzulesen.

Nachteil:

- Die Anzeige vereinnahmt in der Vertikalen die gesamte Höhe des Displays.

Die endgültige kontinuierliche Eingabe



Abbildung 65: Endgültige kontinuierliche Eingabe, Skala

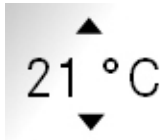


Abbildung 66: Endgültige kontinuierliche Eingabe, Zahlenangabe

Beschreibung:

Alle kontinuierlichen Eingaben sind entweder in der Horizontalen dargestellt, wobei links *minimal* und rechts *maximal* bedeutet oder sie sind in der Vertikalen dargestellt, wobei unten *minimal* und oben *maximal* bedeutet. Eingaben ohne festen Wert werden mit kontinuierlich in der Größe wachsenden Anzegebalken dargestellt (siehe Abbildung 65). Gefüllte Balken zeigen an, bei welcher Einstellung man sich aktuell befindet. Zuzüglich zu diesen Eingaben gibt es numerische kontinuierliche Eingaben, bei denen man den dargestellten Wert nach oben oder nach unten korrigieren kann (siehe Abbildung 66). Hier zeigen kleine Pfeile an, in welche Richtung man sich noch bewegen kann. Befindet sich die Einstellung in minimalem bzw. maximalem Zustand, so verschwinden diese Pfeile.

Die Einstellung erfolgt passend zu der jeweiligen Richtungsanzeige der kontinuierlichen Eingabe, das heißt Einstellungen ohne festen Wert, deren Anzeige horizontal dargestellt ist, werden mit rechts/links-Tasten oder einem Dreh-Steller auf dem Bedienpaneel bedient. Einstellungen mit festem Wert, deren Anzeige vertikal dargestellt ist, werden mit hoch/runter-Tasten auf dem Bedienpaneel bedient.

Vorteile:

- Die Anzeige verbraucht in der vertikalen Ebene wenig Platz.
- Durch die Kästen ist die Einstellung schnell erfassbar und leicht abzulesen.

Nachteil:

- Die Anzeige verbraucht in der Horizontalen viel Platz.

Begründung der Entscheidung:

Da das Display ein Querformat hat, ist es besser, in der Vertikalen Platz zu sparen, da man in dieser Dimension weniger Platz zur Verfügung hat. Die Entscheidung für die Kästen, die den aktuellen Stand der Einstellung anzeigen, ist darin begründet, dass eine solche Darstellung leicht erkennbar und schnell zu erfassen ist.

Die diskrete Eingabe

Beim reduzierten Konzept gibt es nur die exklusive diskrete Eingabe, das heißt es ist immer ein Eintrag ausgewählt. Durch Anwahl eines anderen Eintrags kann man die Einstellung verändern. In einer Gruppe von Auswahlmöglichkeiten kann also immer nur mindestens und höchstens ein Eintrag ausgewählt sein.

Die diskrete Eingabe mit *Radiobuttons*

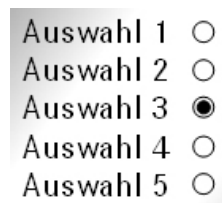


Abbildung 67: Diskrete Eingabe mit *Radiobuttons*

Beschreibung:

Diese Variante, in Abbildung 67 gezeigt, stellt die diskrete Eingabe mit *Radiobuttons* neben der Beschriftung dar. Diese Darstellung entspricht dem Stereotyp, wie man ihn von Windows und anderen PC-Oberflächen gewohnt ist. Ein ausgefüllter Kreis bedeutet, dass die entsprechende Funktion angewählt ist. Durch Anwählen eines anderen Eintrags, wird der Kreis neben diesem ausgefüllt und der zuvor ausgefüllte Kreis ist leer.

Vorteil:

- Die Funktion von *Radiobuttons* ist allgemein bekannt, da dies der Stereotyp ist, wie man ihn besonders aus der Windows-Umgebung gewohnt ist.

Nachteile:

- Die Kodierung hat zwar einen großen Wiedererkennungswert, ist aber auf den ersten Blick nicht selbsterklärend.

- Die Markierung, ob Funktionen *an* oder *aus* sind, wird ausgelagert. Man muss also erst auf die Schrift schauen und dann daneben, um zu erkennen, ob die entsprechende Funktion *an* oder *aus* ist. Die ausgelagerten Kreise sind eine externe Kodierung, die es möglichst zu vermeiden gilt.

Diskrete Eingabe mit LED-Lampen

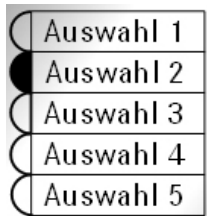


Abbildung 68: Diskrete Eingabe mit LED-Lampen

Beschreibung:

Eine Kodierung neben der Auswahl zeigt an, welcher Eintrag angewählt ist (siehe Abbildung 68). Ist der Halbkreis gefüllt, dann ist der entsprechende Eintrag angewählt. Ist der Halbkreis leer, dann ist der entsprechende Eintrag nicht angewählt.

Vorteil:

- Die Anzeige, welcher Eintrag angewählt ist, wird deutlich.

Nachteil:

- Die Markierung, welche Funktionen *an* oder *aus* sind, wird ausgelagert. Man muss also erst auf die Schrift schauen und dann daneben, um zu erkennen, ob die Funktion *an* oder *aus* ist. Die Halbkreise sind eine externe Kodierung, die es möglichst zu vermeiden gilt.

Die endgültige diskrete Eingabe**Abbildung 69:** Endgültige diskrete Eingabe

Beschreibung:

Bei der diskreten Eingabe gibt es zwei unterschiedliche Zustände: *aus* (dargestellt durch eine hervorstehende, schwarze Taste, siehe Abbildung 69) und *an* (dargestellt durch eine blaue, gedrückte Taste, siehe Abbildung 69). Diese Darstellung ist angelehnt an die Darstellung der diskreten Eingaben bei dem Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm und wird auch in diesem Zusammenhang näher erläutert (vgl. Kapitel 3.3.3).

Vorteile:

- Die Darstellung ist konsistent zu der Darstellung der diskreten Eingabe des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm.
- Es ist klar unterscheidbar, welcher Eintrag *an* ist und welche Einträge *aus* sind.
- Es sind keine externen Kodierungen nötig.
- Die Anzeige, welche Funktion *an* ist und welche Funktionen *aus* sind, wird in die Tasten- und Schriftdarstellung integriert.

Nachteil:

- Die Darstellung entspricht nicht dem gängigen Stereotyp von *Radiobuttons*.

Begründung für die Entscheidung:

Für die Darstellung muss die Bedienung dieser Funktion betrachtet werden. Durch das Betätigen einer Taste kann man zwischen den Auswahlmöglichkeiten wählen. Durch einmaliges Drücken verändert sich der aktive Zustand (in Abbildung 69 würde bei der ersten Betätigung *MW* aktiviert werden, bei wiederholter Betätigung *LW* usw.). Der Nachteil liegt darin, dass man die gewünschte Einstellung nicht sofort anwählen kann, sondern sich bis zu der gewünschten Einstellung durchklicken muss. Da aber maximal vier Zustände mithilfe dieser Bedienung angewählt werden können, ist der Aufwand gering und der Vorteil, die

Funktion mit einer Taste und ohne zusätzliche Kodierung zu bedienen, überwiegt. Da innerhalb des Funktionsumfangs für das kleine Display ausschließlich exklusive diskrete Eingaben gemacht werden können, entsteht hier nicht die Problematik der Unterscheidung zwischen exklusiver Auswahl und der Möglichkeit, einzelne Funktionen unabhängig an- und auszuschalten.

3.3.5 Das Erstellen von Prototypen

Nach der Gestaltung der unterschiedlichen Darstellungsformen schließen sich nun die Konzeptionen der einzelnen Bildschirmseiten an, die durch Verknüpfungen in Prototypen enden. Dabei werden zunächst innerhalb eines abgesteckten Funktionsumfangs zusammengehörige Funktionen gruppiert und somit die Bildschirminhalte festgelegt. Nach der groben Einordnung schließt sich eine Anordnung der einzelnen Funktionen innerhalb einer Bildschirmseite an. Im Folgenden werden die Funktions-Gruppierungen für das jeweilige Konzept aufgezeigt und die daraus resultierenden Anzeigen dargestellt. Anschließend wird eine kurze Übersicht über die Autorenumgebung Macromedia DirectorTM gegeben, mit der die Prototypen umgesetzt wurden. Diese selbst sind auf der beigelegten CD gespeichert und können mit einem hinreichend leistungsfähigen PC (mindestens 2 GHz Taktfrequenz und 512 MB Hauptspeicher) betrachtet und ausprobiert werden.

Das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm

Im Folgenden werden der Funktionsumfang des Prototyps sowie die Bildschirmlayouts des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm näher vorgestellt.

Der Umfang der Umsetzung

Zur Erstellung des bisherigen Konzepts wurde der Bereich *Navigation* ausgearbeitet. Für die anderen Bereiche (*TV/Video*, *Audio*, *Telefon* und *Klima*) wurden zwar die vorgegebenen Funktionen gesichtet und geordnet, die Ausarbeitung dieser Bereiche geht aber nicht über die Darstellung der Startseite des Bereichs und über die Benennung der Funktionen, die hinter den einzelnen Bezeichnungen, stehen hinaus. Der Bereich *Navigation* umfasst den größten Funktionsumfang. Daher kann man davon ausgehen, dass bei erfolgreicher Umsetzung des Konzepts im Bereich *Navigation* das Konzept auch in den anderen Bereichen den Anforderungen gerecht werden wird. Der Prototyp beinhaltet im Bereich *Navigation* alle Seiten, die man anwählen kann. Genauere Eingaben, wie zum Beispiel die manuelle Zieleingabe sind jedoch nur an einzelnen Beispielen möglich. Längere Bedienabläufe, wie zum Beispiel das Ändern eines bereits eingespeicherten Ziels sind nur in Ansätzen umgesetzt. Nach Burmester und Görner (2003) sollte das Ziel eines Prototyps sein, grundlegende Me-

nübedienungen erfahrbar zu machen um ein erstes Gefühl für die Interaktion mit dem Produkt zu gewinnen. Dies ist bei diesem Prototyp möglich. Anhand der dargestellten Bedienabfolgen und Interaktionsschritte kann nun über mögliche Problemfelder und Alternativen diskutiert werden.

Funktionen

In den Bereichen *TV/Video* (siehe Tabelle 4), *Telefon* (siehe Tabelle 5), *Navi* (siehe Tabelle 6), *Audio* (siehe Tabelle 7) und *Klima* (siehe Tabelle 8) wurden die vorhandenen Funktionen sortiert und ihre Strukturen betrachtet. Daraufhin wurden Veränderungen vorgenommen, um die Hierarchie flacher zu gestalten.

Die Tabellen 4 bis 8 geben einen Aufschluss über den Funktionsumfang und die Hierarchie der einzelnen Bereiche. Anhang A zeigt die ursprüngliche Funktionshierarchie.

Tabelle 4: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich *TV/Video*

TV/Video		
Unterrubrik	Sichtbare Tasten auf der Startseite	Enthaltene Funktionen hinter den Tasten
Ton-Einstellungen	Klang	Balance/Fader einstellen; Höhen/Bässe einstellen
	Sound-Einstellung	Auswahl zwischen standard, sprachoptimiert und surround Einstellung
	Lautstärkereger	
Ansicht/Sprachwahl	Ansicht	Vollbild einstellen; Zoom einstellen; Helligkeit, Kontrast und Farbe einstellen
	Kameraperspektive	Unterschiedliche Kameraperspektiven einstellen
	Untertitel	Untertitel on/off, falls on: Liste der Sprachen, in denen der Untertitel angezeigt werden kann
	Landauswahl	Einstellung, in welchem Land man sich befindet, damit die richtigen TV-Sender angesteuert werden können
TV	TV an	TV mit den zuletzt gewählten Einstellungen anschalten
	Kanal einstellen	Per Programmliste, Programmsuchlauf, Programmspeicher, Scan-Suchlauf, manueller Kanaleingabe; Kanal fix an/aus
	Kanal speichern	Per Zifferntaste, per Speichermenü
	Videotext	Videotext des zur Zeit angewählten TV-Senders anzeigen

DVD (Digital Versatile Disc)-Steuerung	Stopp	
	Play	
	Pause	
	Vorspulen	
	Zurückspulen	
	Szene wählen	Kapitel oder Szene der DVD direkt auswählen oder schrittweise weiterschalten

Tabelle 5: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich *Telefon*

Telefon		
Unterrubrik	Sichtbare Tasten auf der Startseite	Enthaltene Funktionen hinter den Tasten
Gespräch	Annehmen	
	Ablehnen/beenden	
	Parken	
	Gespräche makeln	Verwaltung mehrerer angenommener Gespräche möglich
Anrufe	Verpasste Anrufe	Liste mit verpassten Anrufen
	Ausgang Anrufe	Liste mit ausgegangenen Anrufen
	Eingang Anrufe	Liste mit eingegangenen Anrufen
	Notruf	
Wahl	Telefonbuch	Liste mit Einträgen von Telefonnummern
	Rufnr.-Eingabe	Direkte Eingabe der Rufnummer
	Kurzwahl	Vorprogrammierte Tasten für bestimmte Personen, die man anrufen kann
	Wahlwiederholung	
Steuerung	Code-Abfrage	Numerische Eingabe des Codes
	MIC (Mikrofon) on/off	
	Lautstärke	

Tabelle 6: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich *Navigation*

Navigation		
Unterrubrik	Sichtbare Tasten auf der Startseite	Enthaltene Funktionen hinter den Tasten
Aktuelle Zielführung	Ansage wiederholen	
	Ansage abbrechen	
	Zielführung abbrechen	
	Kartenanzeige	
Zielwahl	Zielspeicher	Liste mit gespeicherten Zielen
	Letzte Ziele	Liste der letzten Ziele
	Manuelle Zieleingabe	Eingabe von Land, Ort, PLZ, Straße und Hausnummer des Ziels
	Zieleingabe per Karte	Durch Auswahl auf einer Karte kann das Ziel ausgewählt werden
Routenwahl	Via-Route	Liste der vorgeschlagenen via-Routen
	Zwischenstopp	Liste der möglichen Zwischenstopps für die Route
	Routeneigenschaft	Auswahl zwischen dynamischer, kurzer und schneller Route und die Möglichkeit, Autobahn, Fähre, Mautstraße und Tunnel auf der Strecke zu vermeiden
	Sonderziel	Liste der Sonderziele
Einstellung	Zielführung	Akustische Ansage on/off; dynamische Zielführung on/off, falls on: TMC (Traffic Message Channel) Route auf Route oder alle; Staufunktion on/off, falls on: Sperrungslänge eingeben
	Karteneinstellung	GPS (Global Positioning System) Positionsanzeige on/off; automatische Kartenumschaltung on/off; Kartenanzeige Vollbild oder geteilt; Kartenausrichtung Nord oder dynamisch; Voll- und Teilbildanzeige standard oder manuell, falls manuell: Kartenmaßstab einstellen
	Symbole	Symbole standard, persönlich oder keine, falls persönlich: Auswahl der Symbole
	Ton-Einstellungen	Lautstärke; Balance/Fader einstellen; Höhen/Bässe einstellen

Tabelle 7: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich *Audio*

Audio		
Unterrubrik	Sichtbare Tasten auf der Startseite	Enthaltene Funktionen hinter den Tasten
Ton-Einstellungen	Klang	Balance/Fader einstellen; Höhen/Bässe einstellen
	Sound-Einstellung	Auswahl zwischen standard, sprachoptimiert und surround Einstellung
	Lautstärkereglern	
Radio	Senderwahl	Per Senderliste, Sendersuchlauf, PTY (Programmtyp), Scan-Suchlauf, Autostorespeicher, manueller Frequenzeingabe, Handabstimmung
	Sender speichern	Per Zifferntaste, Speichermenü, Autostore
	Frequenz/RDS (Radio Data System)	Frequenz auswählen; falls Frequenz FM: RDS on/off falls on: standard oder Regionalisierung einstellen
	Verkehrsdurchsage	TA on/off; Lautstärke für Verkehrsmeldungen; Verkehrsdurchsage unterbrechen
CD und MP3	CD-Wahl	Per CD-Liste, Direkteingabe der CD-Nummer, Magazin-Menü
	MP3-Wahl	Per MP3-Liste; MP3-Nummer eingeben; MP3-Ordner wählen
	Titelwahl	Per Titelsprung, Titelliste, manueller Eingabe der Titelnummer, Scan-Suchlauf
	Wiedergabeoptionen	Normale Titelfolge; Titel wiederholen; CD wiederholen; Titel-Mix; CD-Mix
DVD-Steuerung	Stopp	
	Play	
	Pause	
	Vorspulen	
	Zurückspulen	
	Stummschaltung on/off	

Tabelle 8: Funktionsumfang des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm, Bereich *Klima*

Klima		
Unterrubrik	Sichtbare Tasten auf der Startseite	Enthaltene Funktionen hinter den Tasten
Sofortfunktionen	Entfrostern on/off	
	Heckscheibenheizung on/off	
	A/C on/off	
Klima/Temperatur	Klima-Einstellung	Aktivkohlefilter on/off; Klimatisierungsautomatik on/off; Restwärme on/off; EC (Economic) Sparbetrieb on/off
	Umluft on/off	
	Temperatureinstellung	
Luftmenge und -verteilung	Luftverteilung	Manuell; Luftverteilungsautomatik; AUTOM.-Einstellung
	Luftmenge	Manuell; Luftmengenautomatik
	Standheizung	Einstellung der Zeit und der Temperatur für die Standheizung
Sonderfunktionen	MONO (monaural)	
	Stratification	
	AutoMaxCool	

Bildschirmlayout

Da für die Bereiche *TV/Video* (siehe Abbildung 70), *Telefon* (siehe Abbildung 71), *Audio* (siehe Abbildung 72) und *Klima* (siehe Abbildung 73) nur die Anordnung der Startseite umgesetzt werden sollte, wurden die einzelnen Inhaltsseiten nicht konzipiert. Bei Betätigen einer berührungsempfindlichen Schaltfläche der jeweiligen Startseite werden die darunter liegenden Funktionen genannt, können aber nicht angewählt werden. Somit sind hier nur die jeweiligen Startseite der Rubriken dargestellt. Aus Platzgründen sind sie nicht in ihrer Originalgröße dargestellt, sondern wurden auf 50% ihrer ursprünglichen Größe reduziert.



Abbildung 70: Startseite der Rubrik *TV/Video*

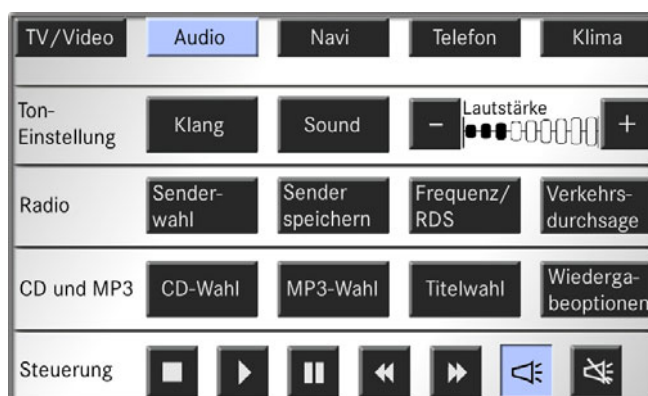


Abbildung 71: Startseite der Rubrik *Audio*



Abbildung 72: Startseite der Rubrik *Telefon*

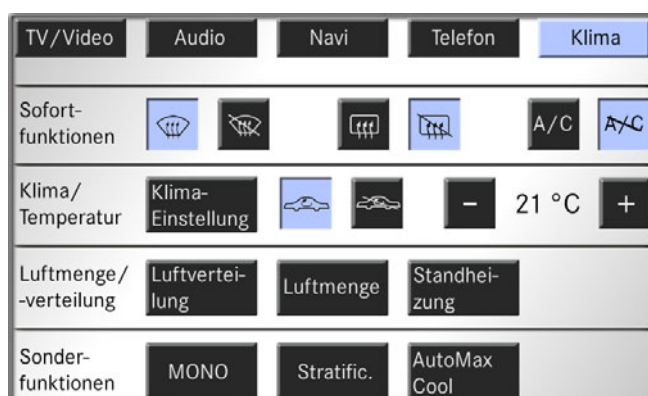


Abbildung 73: Startseite der Rubrik *Klima*

Innerhalb des Bereichs *Navigation* (siehe Abbildung 74) wurden, wie schon erwähnt und begründet, die dazugehörigen Inhaltsseiten konzipiert (siehe Abbildungen 75 bis 87), die über die Startseite dieser Rubrik angewählt werden können. Einstellungen, die man auf diesen Inhaltsseiten tätigen kann, sind größtenteils im Prototyp umgesetzt. Bei Betätigung ei-

ner nicht umgesetzten Funktion erscheint eine Meldung, die angibt, dass diese Funktion noch nicht realisiert wurde. Durch die flache Hierarchiegestaltung geht die Menütiefe nicht über zwei Menüebenen hinaus. Somit sind alle Funktionen schnell erreichbar. Im Folgenden werden die Startseite und die Inhaltsseiten, sortiert nach der Anordnung ihrer berührungsempfindlichen Schaltflächen auf der Startseite (von links oben nach rechts unten), aufgeführt.



Abbildung 74: Startseite der Rubrik *Navigation*



Abbildung 75: Rubrik *Navigation: Kartenanzeige*



Abbildung 76: Rubrik *Navigation: Zielspeicher*



Abbildung 77: Rubrik *Navigation: letzte Ziele*



Abbildung 78: Rubrik *Navigation: manuelle Zieleingabe*



Abbildung 79: Rubrik *Navigation: Zieleingabe per Karte*



Abbildung 80: Rubrik *Navigation: via-Route*



Abbildung 81: Rubrik *Navigation: Zwischenstopp*

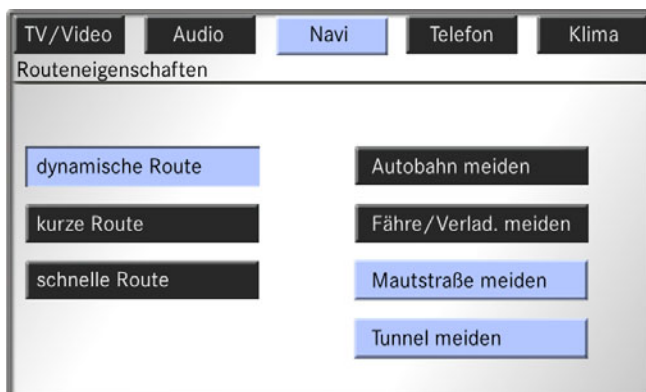


Abbildung 82: Rubrik *Navigation: Routeneigenschaften*



Abbildung 83: Rubrik *Navigation: Sonderziele*

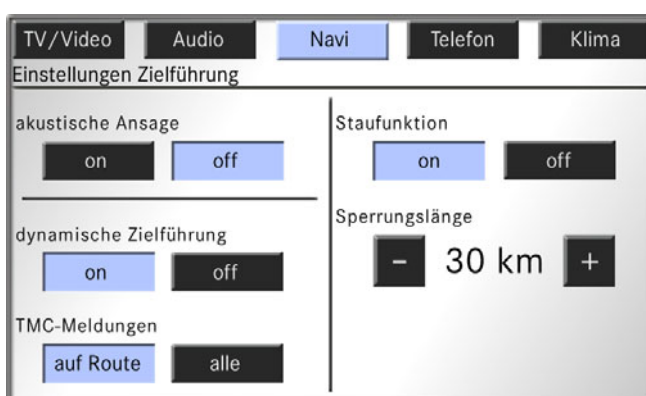


Abbildung 84: Rubrik *Navigation: Einstellungen Zielführung*

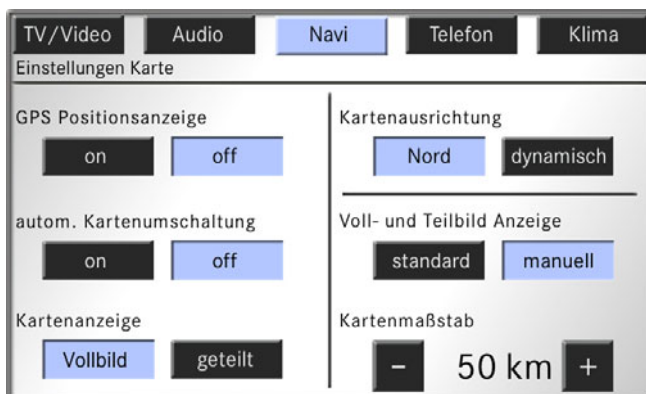


Abbildung 85: Rubrik *Navigation: Einstellungen Karte*

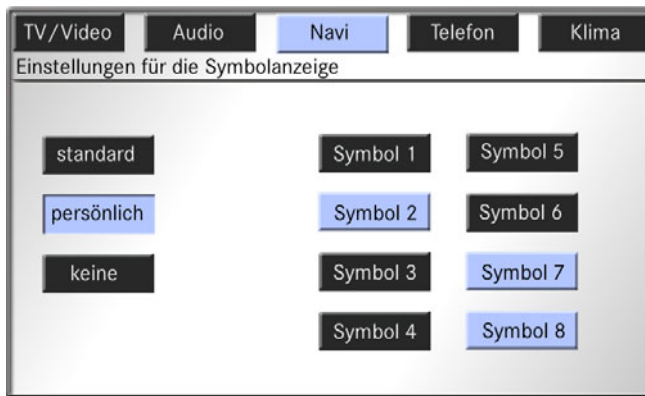


Abbildung 86: Rubrik *Navigation: Einstellungen Symbolanzeige*

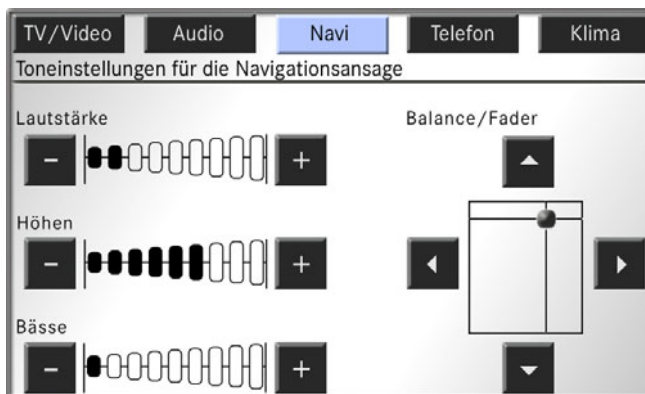


Abbildung 87: Rubrik *Navigation: Ton-Einstellungen*

Das Schalter-Konzept

In diesem Kapitel werden der Funktionsumfang des Prototyps sowie die Displaylayouts des Schalter-Konzepts näher vorgestellt.

Der Umfang der Umsetzung

Da die Funktionsumfänge des funktionsreduzierten und des puristischen Konzepts überschaubar sind, wurden die Prototypen für alle Funktionsbereiche umgesetzt. Durch die parallele Darstellung von vier Bereichen (*Navigation*, *Audio*, *Telefon* und *Klima*) besteht ein wesentlicher, kritischer Punkt in der Korrelation der vier Bereiche miteinander. Was geschieht, wenn ein Anruf eintrifft, während der Fahrer Radio hört? Wie verhält es sich in einem vergleichbaren Fall mit der Navigationsansage? Um diese Punkte erfahrbar zu machen und um über unterschiedliche Alternativen nachdenken zu können, müssen bei der Umsetzung des Prototyps alle vier Bereiche gleich berücksichtigt werden. Daher wurde beim Schalter-Konzept nahezu der gesamte gegebene Funktionsumfang umgesetzt. Wichtig war dabei, dass nicht nur visuelle, sondern auch auditive Reaktionen des Systems erfahrbar gemacht werden. Innerhalb dieses Konzepts sollte möglichst keine Menünavigation nötig

sein. Die Anzeige einer Funktionseinstellung sollte entweder dauerhaft oder nach Betätigen der dazugehörigen Taste auf dem Display erscheinen.

Funktionen

Die Funktionsumfänge für das puristische und funktionsreduzierte Bedienpaneel waren wie auch die grobe Anordnung der Bedienelemente der jeweiligen Variante vorgegeben. Im Folgenden werden für jede Variante zunächst der Funktionsumfang und daraufhin die ausgestalteten Bedienpaneel (siehe Abbildungen 88 und 89) dargestellt. Das funktionsreduzierte Bedienpaneel (siehe Abbildung 89) ist aus Platzgründen nicht in der Originalgröße dargestellt.

Tabelle 9 listet den Funktionsumfang des puristischen Bedienpaneels (siehe Abbildung 88) auf.

Tabelle 9: Funktionsumfang puristisches Bedienpaneel

Navi	Navigationsansage wiederholen
	Navigation starten/stoppen
Audio	Radio ein- und ausschalten
	Zwischen Frequenzbereichen (AM/FM) umschalten
	TA ein- und ausschalten
	Radiosender per Seek-Funktion anwählen
	Lautstärke einstellen
Telefon	Verbindung über Telefonbuch starten
	Anruf annehmen
	Anruf ablehnen/beenden
Klima	Sicht-Funktion ein-/ausschalten
	A/C-Funktion ein-/ausschalten
	Umluft ein- /ausschalten
	Temperatur einstellen



Abbildung 88: Puristisches Bedienpaneel

In Tabelle 10 sind die Funktionen des funktionsreduzierten Bedienpanels (siehe Abbildung 89) dargestellt.

Tabelle 10: Funktionsumfang funktionsreduziertes Bedienpaneel

Navi	Navigationsansage wiederholen
	Navigation starten/stoppen
	Routentyp einstellen
	Zwischen Karten- und Pfeilansicht wechseln
Radio	Radio ein- und ausschalten
	Zwischen Frequenzbereichen (AM/FM) umschalten
	TA ein- und ausschalten
	Radiosender per Seek-Funktion anwählen
	Radiosender aus einer Liste auswählen
	Lautstärke einstellen
CD	Play/Pause und Stopp-Funktion für die Bedienung des CD-Players
	Wechsel zwischen den CDs
	Anwahl eines Lieds einer CD
Telefon	Verbindung über Telefonbuch starten
	Anruf annehmen
	Anruf ablehnen/beenden
Klima	Heckscheibenheizung ein-/ausschalten
	Entfrosteten-Funktion ein-/ausschalten
	Sitzheizung einstellen (aus-Stufe 1-Stufe 2-Stufe 3)
	A/C-Funktion ein-/ausschalten
	Standheizung ein-/ausschalten
	Umluft ein- /ausschalten
	AUTOM. ein- /ausschalten
Temperatur einstellen	



Abbildung 89: Funktionsreduziertes Bedienpaneel

Bildschirmlayouts des puristischen Schalter-Konzepts

Die grundsätzliche Displayaufteilung zieht sich durch alle vier Displaybereiche konsistent durch. Die oberste und die unterste Zeile eines Displays werden durch Statuszeilen besetzt.

In der oberen Statuszeile wird der Bereich (*Navigation, Audio, Telefon, Klima*) angezeigt. Darüber hinaus werden auch Einstellungen in den Statuszeilen angezeigt. Man kann zusammenfassend sagen, dass alle Einstellungen, die man an- oder ausschalten kann, in den Statuszeilen angezeigt werden. Einstellungen oder Anzeigen wie Temperatur oder Listen werden im Inhaltsbereich in der Mitte des Bildschirms angezeigt.

Bereich *Navigation*:

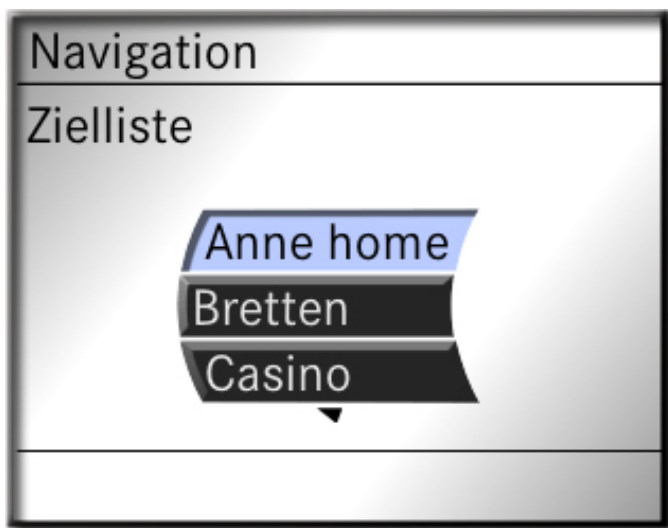


Abbildung 90: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Navigation, Liste*

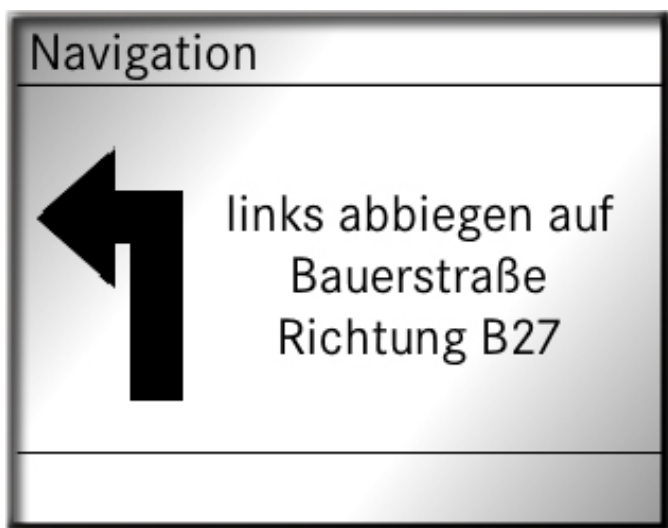


Abbildung 91: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Navigation, Zielführung*

In der oberen Statuszeile wird der Bereich *Navigation* und das aktuell ausgewählte Ziel angezeigt (siehe Abbildungen 90 und 91). Alle weiteren Anzeigen, wie Pfeile oder die Zielliste, sind in der Mitte des Bildschirms platziert.

Bereich *Audio*:

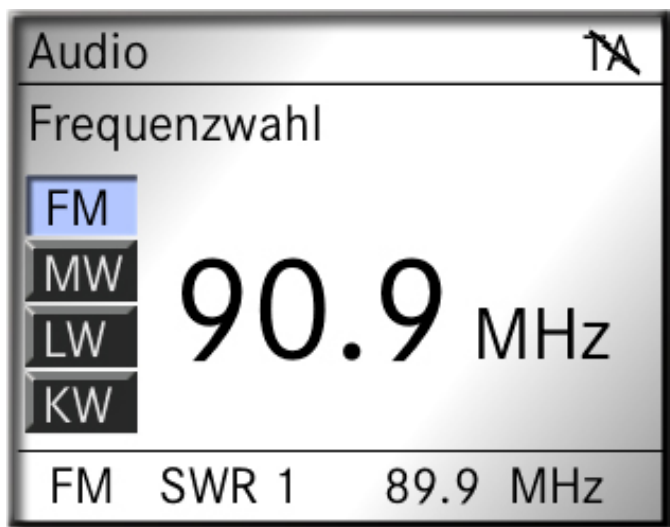


Abbildung 92: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Audio*

Die Bereichsanzeige *Audio* und *TA* sind in der oberen Statuszeile platziert (siehe Abbildung 92). In der unteren Statuszeile befinden sich die Anzeigen für die Frequenzanzeige und für den Sendernamen.

In der Mitte des Displays sind die vier unterschiedlichen Frequenzmöglichkeiten aufgeführt. Die aktuell angewählte Möglichkeit ist markiert. Daneben steht die Frequenz des aktuell angewählten Radiosenders. Dies ist eine redundante Anzeige, da die Frequenz auch in der unteren Statuszeile angezeigt wird. Diese ist aber nötig, da die Anzeige in der Displaymitte wechseln kann.

Bereich *Telefon*:

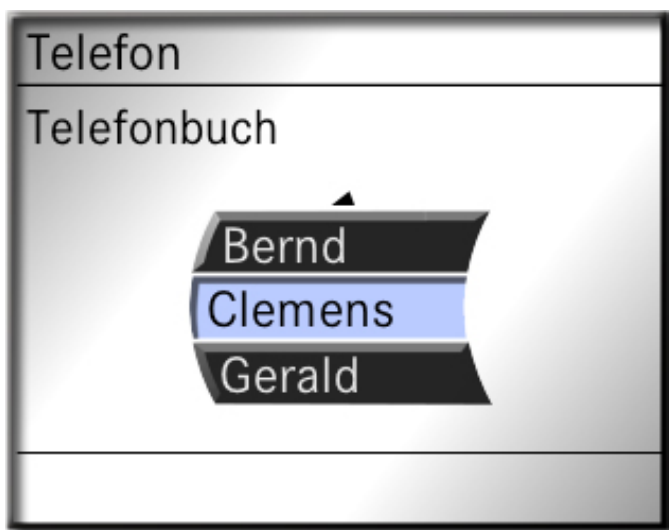


Abbildung 93: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Telefon*, *Liste*

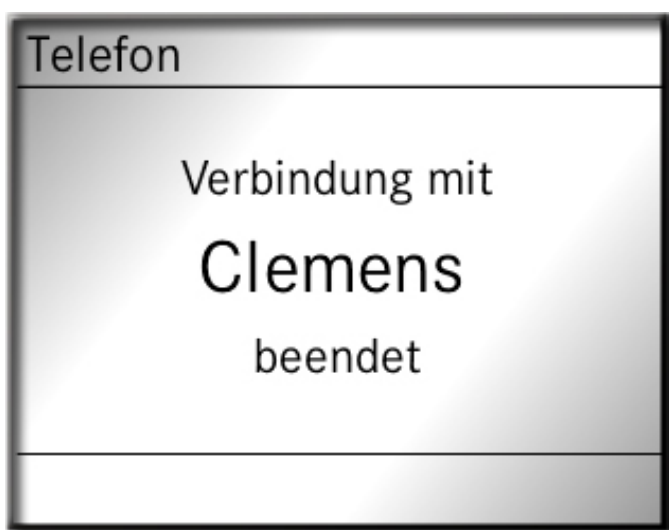


Abbildung 94: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Telefon*, *Meldung*

In der oberen Statuszeile ist die Rubrik *Telefon* genannt (siehe Abbildungen 93 und 94). Alle weiteren Einstellungen und Informationen wie die Telefonliste und die Anzeige der aktuell aktiven oder abgebrochenen Verbindungen werden im Inhaltsbereich in der Mitte dargestellt.

Bereich *Klima*:

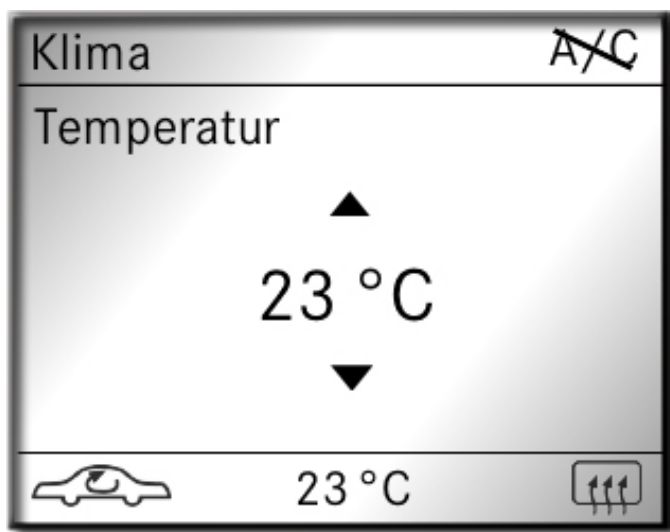


Abbildung 95: Puristisches Schalter-Konzept, Bereich *Klima*

Der Bereich *Klima* und die A/C-Einstellung werden in der oberen Statuszeile angezeigt (siehe Abbildung 95). In der unteren Statuszeile befinden sich die Anzeigen für Umluft und Entfrosteten. A/C, Umluft und Entfrosteten sind hierbei Funktionen, die man an- oder ausschalten kann. Wenn sie ausgeschaltet sind, wird dieser Zustand durch eine durchgestrichene Anzeige dargestellt.

Bildschirmlayouts des funktionsreduzierten Schalter-Konzepts

Bereich *Navigation*:

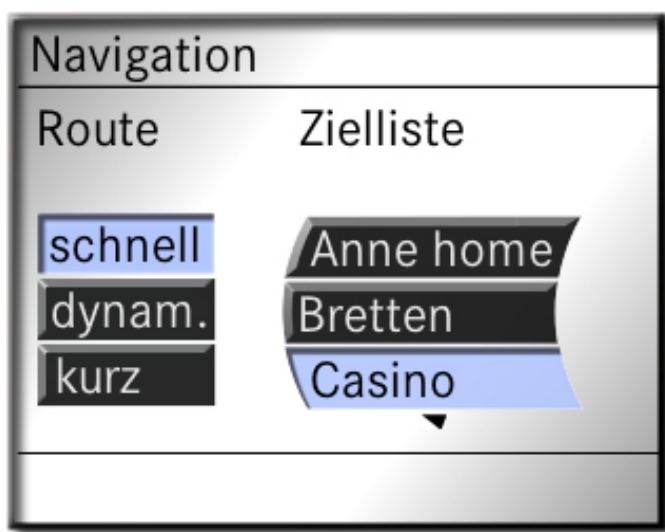


Abbildung 96: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Navigation*, *Liste*



Abbildung 97: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Navigation, Zielführung*

Die Aufteilung des Navigationsbereichs innerhalb des funktionsreduzierten Schalter-Konzepts erfolgt ähnlich wie die Aufteilung innerhalb des puristischen Schalter-Konzepts (siehe Abbildungen 96 und 97, vgl. Abbildungen 90 und 91). Im Inhaltsbereich kommt zu der Zielliste die Einstellung des Routentyps hinzu (siehe Abbildung 96). Bei der Navigationsanzeige kann man anstatt der üblichen Pfeildarstellung auch auf eine Kartendarstellung wechseln.

Bereich *Audio*:

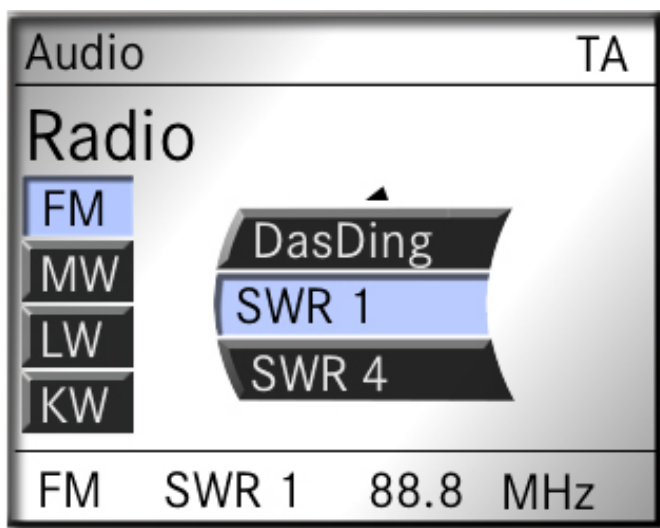


Abbildung 98: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Audio, Liste*

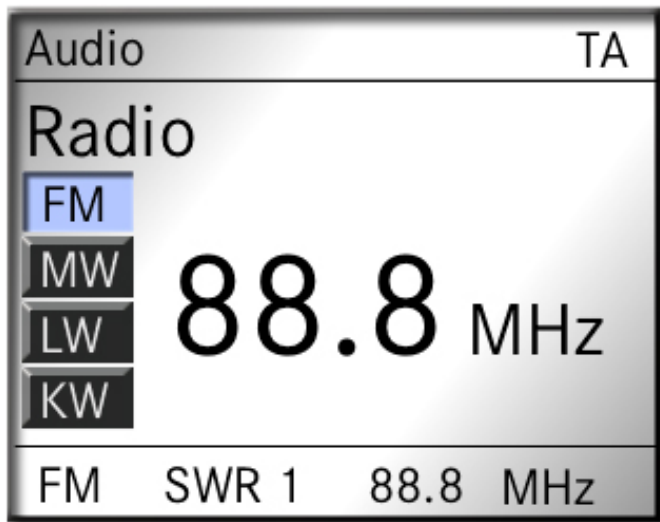


Abbildung 99: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Audio*, *Bandanzeige*

Im Bereich *Audio* kommt es im Vergleich zum puristischen Schalter-Konzept zu einigen Änderungen. Zusätzlich zu der Sender-Suchfunktion (*Seek-Tasten*) besteht bei dieser Variante die Möglichkeit, einen Radiosender aus einer Liste auszuwählen (siehe Abbildung 98). Dabei wird anstatt der großen Frequenzanzeige (siehe Abbildung 99) die Liste eingeblendet.

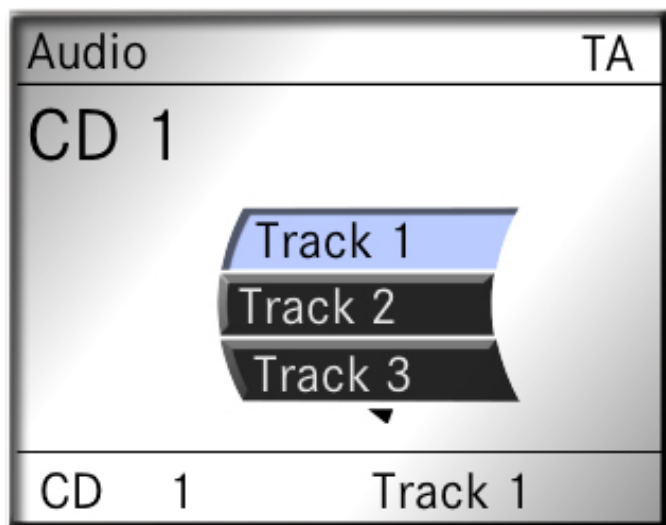


Abbildung 100: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Audio*, *CD-Auswahl*

Zusätzlich gibt es im Bereich *Audio* auch einen CD-Bereich (siehe Abbildung 100). Betätigt man eine Taste aus dem CD-Bereich, springt die Anzeige zu der CD-Anzeige. Ähnlich wie bei Radio werden hier die Rubrik *CD* und *TA* in der oberen Statuszeile angezeigt. In der unteren Statuszeile werden die Namen der aktuellen CD und des aktuell abgespielten Lieds angezeigt. In dem Inhaltsbereich befindet sich eine so genannte *T-Liste*. Dabei wird als

Überschrift die aktuell angewählte CD angezeigt. Mit den Rechts- und Linkstasten kann man eine CD nach vorne oder nach hinten wechseln. Passend zu der aktuell angewählten CD wird die dazugehörige Liedliste angezeigt. Mit einem Drehsteller kann man sich in der Liste bewegen und ein Lied auswählen. So kann man zwei Listen, in diesem Fall die Liste der auswählbaren CDs und die Liste der zu der gewählten CD gehörenden Lieder, kombinieren.

Bereich *Telefon*:

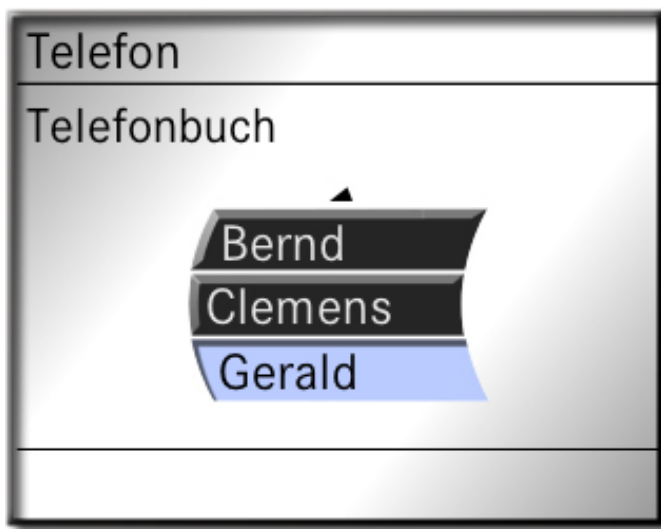


Abbildung 101: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Telefon*, *Liste*

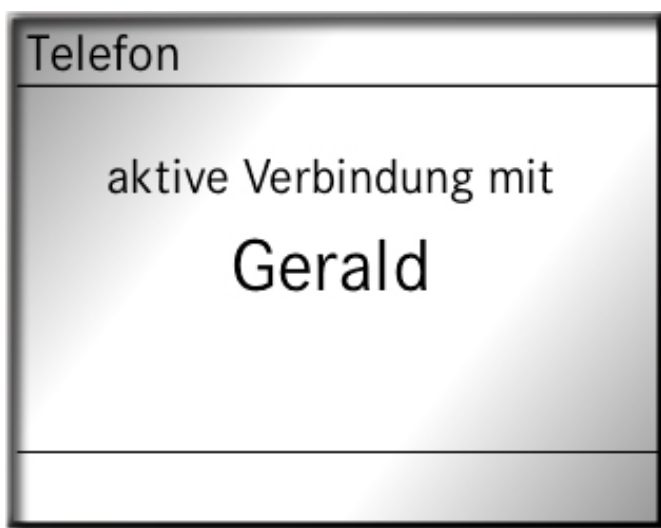


Abbildung 102: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Telefon*, *Meldung*

Der Bereich *Telefon* umfasst im funktionsreduzierten Schalter-Konzept dieselben Funktionen wie im puristischen Schalter-Konzept. Deshalb werden für beide Konzepte auch dieselben Darstellungen verwendet (siehe Abbildungen 101 und 102).

Bereich *Klima*:

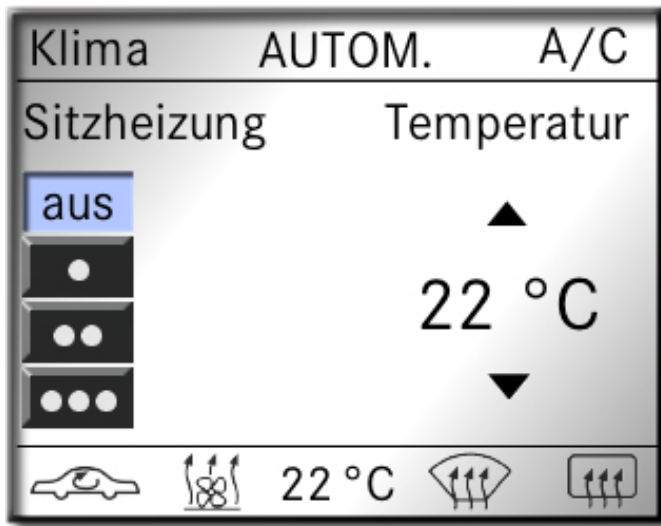


Abbildung 103: Funktionsreduziertes Schalter-Konzept, Bereich *Klima*

Im Bereich *Klima* gibt es gegenüber dem puristischen Schalter-Konzept bei dem funktionsreduzierten Schalter-Konzept eine Reihe neuer Funktionen (siehe Abbildung 103, vgl. Abbildung 95). In der oberen Statuszeile kommt die Klimaautomatik hinzu, in der unteren Statusleiste kommen die Heckscheibenheizung und die Standheizung hinzu. Alle Funktionen, die in den beiden Statuszeilen angezeigt werden, können entweder an- oder ausgeschaltet werden. Wenn sie ausgeschaltet sind, wird dies durch einen Strich über dem dazugehörigen Symbol angezeigt. Im Inhaltsbereich kommt ebenfalls eine neue Funktion hinzu. Die Sitzheizung kann man in vier Stufen einstellen. Die aktuell ausgewählte Stufe wird durch eine gedrückte, blaue Taste dargestellt. Somit sind die Temperatur- und die Sitzheizungseinstellung, die einzelnen Funktionen, die man stufenweise einstellen kann, in dem Inhaltsbereich dargestellt.

Die Autorenumgebung Macromedia Director™

Mit der Autorenumgebung Macromedia Director™ können Multimediaprodukte erstellt werden. Multimedia bedeutet dabei, dass unterschiedliche Arten der Informationsdarbietung in einem Gesamtwerk vereint werden. So können sowohl Text und Grafiken, als auch Sprache und Ton in das Produkt integriert werden. Macromedia Director™ ermöglicht die

Erstellung eines interaktiven Produkts ohne eine Programmiersprache erlernen zu müssen. Dieses Programm ist daher für eine schnelle, realitätsnahe und dynamische Umsetzung von Prototypen gut geeignet.

Die innerhalb dieser Arbeit erarbeiteten Konzepte sind mit Macromedia DirectorTM realisiert worden. Auf der beiliegenden CD können die Prototypen für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm, für das funktionsreduzierte und für das puristische Schalter-Konzept angeschaut und ausprobiert werden.

4 Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Konzepte für ein Bedien- und Anzeigesystem im Fahrzeug entworfen, die trotz unterschiedlicher Voraussetzungen und Ausgangspositionen konsistent gestaltet wurden. Ein Konzept wurde mit einem berührungsempfindlichen Bildschirm umgesetzt, das andere mit einer Schalterbedienung mit Displayanzeige. Durch konsistente Darstellung und Interaktionskonzeption ist gewährleistet, dass beide Systeme nicht nur separat verwendet werden können, sondern dass Nutzer auch von einem System zum anderen ohne große Probleme umsteigen können. Die Konzepte wurden unter Einhaltung aller vorgegebenen Rahmenbedingungen und relevanten Richtlinien entworfen und in Form von Prototypen umgesetzt, so dass einzelne Aufgabenbearbeitungen mit den Prototypen erfahrbar sind. Sowohl projektinterne Ziele, als auch Normvoraussetzungen sind dabei beachtet und erfüllt worden. Trotz unterschiedlichen Anforderungen an die Konzepte aufgrund von Funktionsumfängen, Displaygrößen und Bedienelementen, wurde ein einheitliches Gestaltungs- und Interaktionskonzept erstellt.

Im Folgenden wird noch einmal auf die Vorgehensweise und die Bedeutung der Richtlinien in dieser Arbeit eingegangen. Dabei werden alternative Ansätze zu diesen Themen vorgestellt. Anschließend wird ein Fazit gegeben.

4.1 Die Vorgehensweise

In diesem Kapitel wird die standardisierte Vorgehensweise bei einer Produktentwicklung (siehe Kapitel 2.3) in Bezug zu der in dieser Arbeit verfolgten Vorgehensweise gesetzt. Anschließend wird ein Vorschlag abgegeben, wie man die Produktentwicklung in Form eines benutzerzentrierten Gestaltungsprozesses umsetzen kann, um einen stärkeren Fokus auf die zukünftigen Nutzer des Produkts zu legen.

4.1.1 Angewandte Vorgehensweise

Im Folgenden wird darauf eingegangen, wie die Produktentwicklung innerhalb dieser Arbeit durchgeführt wurde.

Die Ausgangssituation

Als Grundlage der Konzeption dienten die vom Projekt vorgegebenen Funktionsumfänge und Systemhierarchien.

Für die Erstellung des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm wurden der Funktionsumfang und die hierarchische Anordnung aus dem BAK 211 der aktuellen E-

Klasse übernommen. Daher gibt das BAK 211 mit seinem Funktionsumfang und seiner Struktur Aufschluss darüber, welche Aufgaben von Nutzern bearbeitet werden und welche hierarchische Struktur diese Aufgabenbewältigungen unterstützt. Man kann daher davon ausgehen, dass die Schritte, die die Nutzer für die Ausführung ihrer Aufgaben benötigen, durch die Gruppierung und Hierarchie der Inhalte bereits korrekt dargestellt sind. Der gegebene Funktionsumfang und die Anordnung der Aufgabenschritte waren somit Ausgangspunkt für die Konzeption.

Für das Schalter-Konzept wurden im Vorfeld dieser Arbeit im Rahmen einer Expertenwahl der Funktionsumfang und die Gliederung der Funktionen festgelegt. Ein späterer Vergleich der beiden Versionen kann Aufschluss über die Präferenzen der Nutzer bezüglich des Funktionsumfangs geben.

Die Konzeption

Auf der Ausgangssituation aufbauend wurden das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm und das Schalter-Konzept parallel erstellt. Zu Beginn wurden zunächst die nötigen Darstellungsformen bestimmt. Für jede dieser Darstellungsformen wurden unterschiedliche Alternativen der Gestaltung konzipiert. Diese wurden im Hinblick auf Konsistenz, Normkompatibilität und Projektziele überprüft und gegeneinander abgewogen. Kritische Punkte und Entscheidungen wurden stets mit mehreren Experten diskutiert. Nach der Entscheidung für eine Gestaltung pro Darstellungsform wurden die ersten Bildschirmlayouts skizziert. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Grobgestaltung, das heißt auf einer konzeptionellen Darstellung der Gestaltungs- und Interaktionsformen. Eine Navigationsstruktur und eine konsistente Informationsarchitektur wurden konzipiert. Dabei wurde großer Wert auf eine leichte Bedienbarkeit, selbsterklärende Informationsdarstellungen in der Interaktion und die Einhaltung ergonomischer Richtlinien gelegt. Anschließend wurden die Bildschirmseiten in eine interaktive Beziehung zueinander gesetzt und mithilfe von Prototypen erfahrbar gemacht. Regelmäßige Vergleiche der beiden Konzepte stellten die Konsistenz in der Farbauswahl, dem Layout, der Schrift und der Handlungssequenzen, soweit es innerhalb der Rahmenbedingungen möglich war, sicher.

Die Feingestaltung, das heißt die detaillierte grafische Ausgestaltung und das vollständige Ausarbeiten des gesamten Interaktionsverhaltens standen nicht im Vordergrund. Die gestalterische Komponente der konzeptionellen Ansätze wird zu einem späteren Zeitpunkt des Projekts detaillierter ausgeführt und verfeinert.

Das Erstellen von Prototypen

Schon während der Konzeptionsphase wurde mit dem Erstellen von Prototypen begonnen.

Zunächst wurden erste Bildschirmlayouts skizziert und ausgearbeitet. Diese wurden dann mit dem Programm Macromedia DirectorTM in eine interaktive Beziehung zueinander gesetzt. Somit konnten erste Interaktionsideen und -konzepte erfahrbar gemacht und geprüft werden.

Im Laufe des Konzeptionsprozesses wurden die Prototypen immer weiter optimiert und im Hinblick auf Darstellungen und Interaktionen ausgearbeitet. Dabei wurden Entscheidungen und Änderungen aufgrund von Expertendiskussionen durchgeführt. Alternative Vorschläge wurden analysiert und bewertet, so dass das Endprodukt ein Prototyp pro Konzept war.

Die Evaluation

Für eine Evaluation muss im Vorfeld klar definiert werden, in welcher Hinsicht man das bestehende System überprüfen möchte.

Ziel dieses Projekts ist es, das entwickelte System im weiteren Verlauf mit Hilfe einer komparativen, summativen Evaluation zu überprüfen. Um das zu überprüfende System mit einem schon vorhandenen System zu vergleichen, muss dieses schon weit entwickelt sein, da ein Vergleich zwischen zwei Systemen nur sinnvoll ist, wenn diese praktisch gleich relevant sind.

Eine weitere Vorgehensweise könnte sein, das entwickelte System schon auf dem Markt vorhandenen, vergleichbaren Systemen gegenüberzustellen. Dabei würde die Gesamtheit des Systems mit all seinen Gestaltungen und Interaktionsformen bei der Ausführung von gestellten Aufgaben überprüft werden und mit objektiven und subjektiven Variablen im Vergleich zu anderen Systemen bewertet werden. Dabei wäre es auch möglich, einen Schwerpunkt auf das Maß der Ablenkung des Fahrers durch die Systeme zu legen. Diese Evaluation würde überwiegend quantitative Daten hervorbringen, aber auch qualitative Datenerhebungen sind möglich.

4.1.2 Optimierungsvorschlag

Im Folgenden werden ausgehend von Erfahrungen, die während dieser Arbeit gemacht wurden, einige Optimierungsvorschläge für nachfolgende Konzeptionen aufgeführt. Dabei wird ein Schwerpunkt auf benutzerzentrierte Gestaltung gelegt, was zum Einen das Einbe-

ziehen potenzieller Nutzer des Systems in alle vier Phasen der Systementwicklung bedeutet, und zum Anderen ein iteratives Vorgehen beinhaltet.

Die Nutzungskontextanalyse

Eine Nutzungskontextanalyse im Rahmen benutzerzentrierter Gestaltung beinhaltet das Einholen und Festhalten von Informationen über die Nutzer, die Aufgaben, technische Randbedingungen und Arbeitsbedingungen in Zusammenarbeit oder mit Beteiligung der Nutzer. Ein Beobachtungsinterview der Nutzertätigkeiten an Ort und Stelle, Fokusgruppen mit Nutzern oder Kontextsitzungen, in denen Produktmanager, Nutzer, Entwickler und Experten für die Benutzbarkeit von Schnittstellen zusammensitzen, können Methoden sein, um diese Informationen von den Nutzern selbst oder in Zusammenarbeit mit ihnen zu erlangen (Beu, 2003).

Die Vorteile einer Nutzungskontextanalyse liegen darin, die Nutzer, ihre Aufgaben und ihr Umgang mit dem System mit geeigneten Methoden zu beobachten, zu analysieren und daraus resultierende, wichtige Anforderungen an das Konzept zu formulieren. Somit kann während den darauf folgenden Phasen auf Präferenzen und Ziele des Nutzers eingegangen werden (Burmester & Görner, 2003).

Durch eine Analyse der Zielgruppe und ihrer Aufgaben wird der Grundstein einer benutzerzentrierten Gestaltung gelegt und viele Bedienprobleme können schon im Vorfeld erkannt und ausgeräumt werden. Je klarer die Ziele und Aufgaben der Nutzer sind, desto genauer kann während der Konzeption auf ihre Bedürfnisse eingegangen werden. Darüber hinaus ist eine genaue Nutzungskontextanalyse auch geeignet, um Ziele für die Umsetzung zu formulieren und ist weiterhin auch bei der Erstellung der Aufgaben eines späteren Benutzbarkeits-Tests hilfreich (Beu, 2003).

Der iterative Prozess

Das Prinzip der benutzerzentrierten Gestaltung sieht auch eine Beteiligung der Nutzer in der Konzeptionsphase vor. Schon erste Entwürfe und Interaktionsideen können anhand geeigneter Evaluationsverfahren mit Nutzern getestet werden. Diese Evaluationsverfahren sind meist formativer Natur, da das Ziel ist, Optimierungsvorschläge für die Produktgestaltung zu finden. Mithilfe der Evaluation werden Probleme, die die Benutzbarkeit der Schnittstelle betreffen, schnell erkannt und bereits im frühen Stadium beseitigt. Besonders an unsicheren Stellen sind Reaktionen und Meinungen von Nutzern hilfreich, da diese das System von einer anderen Perspektive aus betrachten. Regelmäßige Evaluationen von Gestaltungsansätzen und Interaktionsvorgängen stellen die Benutzbarkeit eines interaktiven

Produkts sicher, da Missverständnisse schon während der Konzeption aufgedeckt und beseitigt werden können (Burmester & Görner, 2003). Probleme, die mithilfe einer Evaluation aufgedeckt werden, führen zu Veränderungen der Konzepte. Auch das Design wird dabei von Anfang an mit einbezogen.

Bereits sehr früh können einfache Prototypen zum Einsatz kommen, um die Designansätze zu überprüfen. Die Ergebnisse der Evaluation eines Prototyps fließen dann über Abwandlungen der Konzepte und des Designs in immer detailliertere Prototypen ein. Die Ergebnisse der Evaluationen helfen auch, eine detailliertere Vorstellung des Nutzungskontextes zu erlangen. Der Kreislauf zwischen der Konzeption und Evaluation wird so lange fortgesetzt, bis die Ergebnisse der Evaluation zufriedenstellend sind (Machate, 2003).

Sowohl in der Konzeptionsphase als auch bei der Erstellung von Prototypen soll es Ziel der angewandten Evaluationsverfahren sein, die Benutzbarkeit des Systems zu verbessern und jeweilige Problembereiche aufzudecken. Hierbei können zu Beginn der Produktentwicklung organisatorisch einfache, analytische Evaluationen durchgeführt werden, um offensichtliche Probleme zu erkennen und zu beheben, bevor man die aufwändigeren empirischen Methoden anwendet (Burmester, 2003). Oft genügt nur ein kleiner Test, etwa eine heuristische Evaluation mit wenigen Testpersonen, um die meisten und schwerwiegenden Probleme zu erkennen (Nielsen, 1994).

Wie schon angedeutet, ist die Evaluationsphase innerhalb eines benutzerzentrierten Gestaltungsprozesses kein einmaliger, am Ende der Systementwicklung stehender Vorgang, sondern wird bereits in das Erstellen von Konzepten und Prototypen mit eingebunden. Es sollten mindestens zwei komplette Evaluationszyklen durchlaufen werden. Am Ende der Systementwicklung sollte auf jeden Fall ein Test angeschlossen werden, um die Benutzbarkeit zu prüfen, die Arbeitsergebnisse zu bewerten und festzustellen, in wie weit die in der Nutzungskontextanalyse festgelegten Ziele erreicht wurden und an welchen Stellen weitere Verbesserungen vorgenommen werden müssen (Burmester & Görner, 2003). Dabei sind sowohl quantitative Bewertungskriterien wie Fehler- und Zeitmessungen während einer Aufgabenbewältigung, als auch qualitative Bewertungskriterien wie Meinungen des Nutzers zu dem System hilfreich. Wichtig ist, dass man die Evaluation dazu nutzt, Schwachstellen und Problemursachen von Benutzungsschnittstellen zu finden. Erst wenn Probleme erkannt und ihr Hintergrund verstanden wurde, ist es sinnvoll, sich auf Lösungen zu konzentrieren (Burmester & Görner, 2003).

Für zukünftige Konzeptionen ist zu überlegen, die benutzerzentrierte Gestaltung von Beginn an in die Produktentwicklung einfließen zu lassen. Durch die Einbeziehung des Nut-

zers in die Entwicklung kann das Produkt in allen Phasen auf seine Benutzbarkeit hin überprüft werden.

4.2 Der Umgang mit Richtlinien

Viele Konzeptideen und alternative Ansätze mussten während der Konzeption aufgrund der strengen Rahmenbedingungen ausgeschlossen werden. Die ergonomischen und projektinternen Rahmenbedingungen führten in manchen Punkten zu Umsetzungen, die nicht unproblematisch sind. Ein Beispiel dafür ist die flache Menühierarchie des Konzepts für den berührungsempfindlichen Bildschirm. Der große Funktionsumfang und das Ziel, die Hierarchie möglichst flach zu halten, waren eine projektinterne Voraussetzung, deren Erfüllung auch zu Nachteilen führte. Ein Nachteil ist die Fülle und Dichte der Bildschirmseiten. Eine einfache Informationsdarstellung und die Gewährleistung einer übersichtlichen Gestaltung sind aufgrund der Vielzahl der berührungsempfindlichen Schaltflächen auf einer Menüebene nur eingeschränkt möglich. Für eine flache Hierarchie und die Integration aller Funktionen wurde dieser Nachteil aber in Kauf genommen. Auch die Normen, insbesondere die DIN EN ISO 15008 (2003) »Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug« für die Schriftgröße und die Farbgestaltung, führten zu Einschränkungen in der Konzeption, da nur bestimmte Schriftgrößen und nur wenige, sehr kontrastreiche Farben in Frage kamen. Hierbei stellt sich die Frage, inwiefern man von den Normen abweichen darf. In der vorliegenden Arbeit waren diese Richtlinien unumgänglich, da deren Einhaltung oberste Priorität hatte. Für spätere Konzeptionen wäre zu überlegen, in welchen Punkten man von einer strengen Einhaltung dieser Richtlinien abweichen und diese lediglich als Orientierungspunkte sehen kann. Dadurch würden eventuell neue Wege eröffnet, um zu neuen Gestaltungslösungen zu gelangen. Eine Möglichkeit wäre, die Gestaltungen auf Basis von Richtlinien im Rahmen einer benutzerzentrierten Gestaltung anzuwenden, um somit sowohl den Richtlinien möglichst gerecht zu werden, als auch eine möglichst hohe Benutzbarkeit des Systems zu erreichen.

4.3 Fazit

Die immer größer werdende Vielfalt von technischen Möglichkeiten von Fahrerinformationssystemen führt zu immer größer werdenden Funktionsumfängen dieser Systeme im Fahrzeug. Neben der Implementierung technischer Neuigkeiten wird der Benutzbarkeit dieser Systeme ein immer höheres Gewicht beigemessen. Auch die vorliegende Arbeit hatte

zum Ziel, gegebene Funktionsumfänge unter Berücksichtigung externer Vorgaben mit einer möglichst hohen Benutzbarkeit umzusetzen. Die Ziele einer effizienten, einfachen und zielgerichteten Bedienung durch den Nutzer sind hoch gesteckt und noch gibt es kein Patentrezept, um diese Ziele zu erreichen. Die in dieser Arbeit entwickelten Ansätze sind ein Vorschlag und müssen sich nun in weiteren Tests und praktischen Umsetzungen bewähren. Bei der Weiterentwicklung dieser Konzepte wäre ein Experiment interessant, das untersucht, welche Auswirkung die konsistente Gestaltung der Darstellungen und der Interaktionen der beiden Konzepte auf das Verständnis und die Bedienung des Nutzers beim Umstieg von einem System auf das andere hat, das heißt inwiefern die Konsistenz den Wissenstransfer unterstützt.

Literaturverzeichnis

Anderson, J.R. (1992). Automaticity and the ACT* theory. *American Journal of Psychology*, 105, 165-180.

Anderson, J.R. (1996). *Kognitive Psychologie*. (2.Auflage) Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Arnheim R. (1983). Die Macht der Mitte. Eine Kompositionslehre für die bildenden Künste. Köln: DuMont.

Beier, G., Boemak, N. & Renner, G. (2001). Sinn und Sinnlichkeit - psychologische Beiträge zur Fahrzeuggestaltung und -bewertung. In K. Jürgensohn & K.P. Timpe (Hrsg.), *Kraftfahrzeugführung* (S.263-284). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Beu, A. (2003). Analyse des Nutzungskontextes. In J. Machate & M. Burmester (Hrsg.), *User Interface Tuning: Benutzerschnittstellen menschlich gestalten* (S. 67-82). Frankfurt a.M.: Software & Support Verlag.

Bötticher, S., Nirschl, G., Schlag, B., Voigtländer, M. & Weller, G. (2004). *Invent-Teilprojekt Fahrerverhalten/MMI (FVM) – Arbeitspaket 3100: Entwicklung eines Bewertungsverfahrens, Abschlussbericht* (Entwurf Version 1.0). Dresden: Technische Universität, Fraunhofer Institut Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI).

Boles, D. (1998). *Typographie*. Verfügbar unter: <http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/mm/buch/node14.html>. Stand 23.12.1998 [10.03.2005].

Borsutzky, S. (2002). *Usability – genormte Qualität, ISO-Norm 9241*. Scoreberlin GmbH, Agentur für Usability-Beratung & Optimierung. Verfügbar unter: <http://www.scoreberlin.de/usability-artikel/usability-iso-norm/>. Veröffentlicht 8/2002 [10.03.2005]

Bubb, H. (2003). Fahrerassistenz primär ein Beitrag zum Komfort oder für die Sicherheit? In Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme* (S.25-33). Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag.

Burmester, M. (2003). Ist das wirklich gut? Bedeutung der Evaluation für die benutzerzentrierte Gestaltung. In J. Machate & M. Burmester (Hrsg.), *User Interface Tuning: Benutzerschnittstellen menschlich gestalten* (S. 97-120). Frankfurt a.M.: Software & Support Verlag.

Burmester, M. & Görner, C. (2003). Das Wesen benutzerzentrierten Gestaltens. In J. Machate & M. Burmester (Hrsg.), *User Interface Tuning: Benutzerschnittstellen menschlich gestalten* (S. 47-66). Frankfurt a.M.: Software & Support Verlag.

Christ, S. & Baur, A. (2003). Die Rolle des Fahrers bei der Entwicklung neuer Infotainment- und Fahrerassistenzsysteme im Automobil. In Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme* (S. 257-268). Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag.

CIE Publication 15.2 (1986). *Colorimetry* (2. Auflage). Wien: Commission International de l'Eclairage [CIE].

Deutsches Institut für Normung [DIN] (1986). DIN 33402-2 *Körpermaße des Menschen; Werte*. Ausgabe 1986-10. Berlin: Beuth-Verlag.

Deutsches Institut für Normung [DIN] (2003). DIN EN ISO 15008 *Straßenfahrzeuge – Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen – Anforderungen und Bewertungsmethoden der visuellen Informationsdarstellung im Fahrzeug*. Ausgabe 2003-10. Berlin: Beuth-Verlag.

Deutsches Institut für Normung [DIN] (2000). DIN EN ISO 9241-9 *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 9: Anforderungen an Eingabemittel, ausgenommen Tastaturen*. Berlin: Beuth-Verlag.

Deutsches Institut für Normung [DIN] (1996). DIN EN ISO 9241-10 *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung*. Ausgabe: 1996-07. Berlin: Beuth-Verlag.

- Demmer, C. (2005). *NetLexikon*. Berlin: Akademie.de.asp GmbH. Verfügbar unter: <http://www.lexikon-definition.de/FAS.html>. Stand 27.1.2005 [10.03.2005].
- Echterhoff, S. (2004). *Werbe-lexikon.info – das kostenlose Werbelexikon*. sekomm – S. Echterhoff Kommunikation Werbeagentur. Verfügbar unter: <http://www.typografie.info/portal/article.php?sid=37>. Stand 16.12.2004 [10.03.2005].
- Felsmann, M. [Chefredakteur] (2004). *wissen.de*. München: www.Wissen.de GmbH. Verfügbar unter: <http://www.wissen.de>. Stand 22.12.2004 [10.03.2005].
- Födisch, M. & Schuster, G. *Realität oder Illusion: Experimente zur Wahrnehmung und Täuschung*. Technologiezentrum Informatik, Unveröffentlichtes Manuskript. Verfügbar unter: <http://www.informatik.uni-bremen.de/~fmike/multilern/>. Bremen: Universität Bremen. Stand 20.12.2004 [10.03.2005].
- Geiger, T. (2004). Bedienkonzepte – Krieg der Knöpfe. *Der Spiegel* (Ausgabe 28.9.2004). Hamburg: Spiegel Verlag Augstein.
- Green, P. & McDonald, L. (Hrsg.) (2002). *Colour Engineering – Achieving Device Independent Colour*. Chichester: J. Wiley & Sons.
- Haller, R. (2001). Fahrer-Assistenz versus Fahrer-Bevormundung: Wie erreicht man, dass der Fahrer Herr der Situation bleibt? In T. Jürgensohn & K.-P. Timpe (Hrsg.), *Kraftfahrzeugführung* (S. 31-38). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Hamberger, W. & Mauter, G. (2003). Audi-Multimediainterface (MMI). In Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme* (S. 217-233). Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Hermann, R. (2004). *Typografie Info – Portal für Typografie und Gestaltung*. Roßbach und Hermann GbR. Verfügbar unter: <http://www.typografie.info/portal/article.php?sid=37>. Stand 4.12.2004 [10.03.2005]

Holt, B. J. & Raynee, S. J. (2002). An Overview of Automaticity and Implications for Training the Thinking Process. *Report Nr. 1790*. Fort Knox: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.

Kiger, J.I. (1984). The depth/breadth tradeoff in the design of menu-driven user interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, 20, 201-213.

Lilienthal, J., Müller, T. & Wengelnik, H. (2003). Erweiterung der Mensch-Maschine Schnittstelle. In Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme* (S. 147-170). Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag.

Lindbloom, B. J. (2003). *Useful Color Equations*. Unveröffentlichtes Manuskript. Verfügbar unter: <http://www.brucelindbloom.com>. Stand 20.4.2003 [10.03.2005].

Machate, J. (2003). Von der Idee zum Produkt – mit Benutzern gestalten. In J. Machate & M. Burmester (Hrsg.), *User Interface Tuning: Benutzerschnittstellen menschlich gestalten* (S. 83-96). Frankfurt a.M.: Software & Support Verlag.

Nielsen, J. (1994). Heuristic Evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack (Hrsg.), *Usability Inspection Methods* (S. 25-62). New York: J. Wiley & Sons.

Norman, K. (1991). *The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control at the Human/Computer Interface*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club (2003). *ÖAMTC nimmt Auto-Elektronik unter die Lupe*. Verfügbar unter: <http://www.oeamtc.at/netautor/pages/resshp/anwendg/1099544.html>. Stand 23.9.2003 [10.03.2005].

Paap, K. R. & Cooke, N. J. (1997). Design of menus. In M. Helander, T. K. Landauer & P. Prabhu (Hrsg.), *Handbook of Human-Computer Interaction* (2. Auflage) (S. 533-569). Amsterdam: Elsevier Science.

Parkinson, S. R., Sisson, N. & Snowberry, K. (1985). Organization of broad computer menu displays. *International Journal of Man-Machine Studies*, 23, 689-697.

Pew, R. W. & Mavor, A. S. (Hrsg.) (1998). *Modeling Human and Organizational Behavior: Application to Military Simulations*. Panel on Modeling Human Behavior and Command Decision Making: Representations for Military Simulations, National Research Council. Washington: Nat. Academic Press.

Post, D. L. (1997). Color and Human-Computer-Interaction. In M. Helander & T. K. Landauer & P. Prabhu (Hrsg.), *Handbook of Human-Computer Interaction* (2. Auflage) (S. 574-611). Amsterdam: Elsevier Science.

Schattenberg, K. & Debus, G. (2001). Multimodale Anzeige- und Bedienkonzepte zur Steuerung technischer Systeme während der Fahrt im Kraftfahrzeug: Evaluationsbefunde zur Systemweiterentwicklung mit paralleler Sprachbedienung. In K. Jürgensohn & K.P. Timpe (Hrsg.), *Kraftfahrzeugführung* (S. 177-193). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Sears, A. & Shneiderman, B. (1989). High Precision Touchscreens: Design Strategies and Comparisons with a mouse. *International Journal of Man-Machine Studies*, 34 (4), 593-613.

Shneiderman, B. (1993). Touchscreens now offer compelling uses. In B. Shneiderman (Hrsg.), *Sparks of Innovation in Human-Computer-Interaction* (S.157-165). Norwood NJ: Ablex Publ.

Stary, C. (2000). TADEUS: seamless development of task-based and user-oriented interfaces. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 30 (5), 509-525.

Stegmaier, G. & Vogt, M. (2002). Angetestet: BMW 730D / 740D. In *Focus Online*. Verfügbar unter: <http://focus.msn.de/D/DL/DLB/DLBE/DLBEA/DLBEAA/dlbeaa.htm?rub=1&snr=21>. Stand 2002 [10.03.2005].

- Summala, H. (2000). Automatization, Automation and modelling of Drivers Behaviour. *Recherche Transports Sécurité*, 68, 35-45.
- Thissen, F. [verantw. Prof.] (2004). *Informationsdesign – Projektlexikon – Gestaltgesetze*. Stuttgart: Hochschule der Medien – Studiengang Informationsdesign. Verfügbar unter: <http://v.hdm-stuttgart.de/projekte/infodesign/g/gestaltgesetze.html>. Stand 22.12.2004 [10.03.2005]
- Totzke, I., Meilinger, T. & Krüger, H.P. (2003). Erlernbarkeit von Menüsystemen im Fahrzeug - mehr als "nur" eine Lernkurve. In Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert: Anforderungen, Anwendungen, Aspekte für Mensch-Maschine-Systeme* (S. 171-195). Tagung Braunschweig, 2. und 3. Juni 2003/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Totzke, I., Rauch, N. & Krüger, K.-P. (2003). Kompetenzerwerb und Struktur von Menüsystemen im Fahrzeug: „Breiter ist besser?“ In C. Steffens, M. Thüning & L. Urbas (Hrsg.), *Entwerfen und Gestalten. 5. Berliner Werkstatt für Mensch-Maschine-Systeme, ZMMS Spektrum*, 18, 226-249. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Vollrath, M. & Totzke, I. (2001). *Nicht-fahrtbezogene Kommunikation im Fahrzeug. Eine experimentelle Untersuchung der auftretenden Interferenzen*. Beitrag auf der Tagung für experimentell arbeitende Psychologen (TeaP) 08.-11. April 2001. Regensburg.
- Voorhorst, F., Fjeld, M., Leuthold, K., Guttormsen, S. & Stulzer, W. (2002). The Touchability of Touchscreens. In *Report KTI-Nr / CTI-No. 4615.1*. Bern.
- Waloszek, G. (2000) *Interaction Design Guide for Touchscreen Applications*. Unveröffentlichtes Manuskript, SAP Design Guild Verfügbar unter: <http://www.sapdesignguild.org/resources/TSDesignGL/TSDesignGL.pdf>. Stand 22.01.2001 [10.03.2005].
- Wickens, C. D. & Hollands, J.G. (1998). *Engineering psychology and human performance* (2. Auflage). New York: Harper-Collins Publ.

Zaphiris, P., Shneiderman, B. & Norman, K.L. (2002) Expandable Indexes versus Sequential Menus for Searching Hierarchies on the World Wide Web. *Behavior and Information Technology*, 21 (3), 201-207.

Anhang

Anhang A

Im Folgenden ist der gesamte Funktionsumfang, der als Grundlage für das Konzept für den berührungsempfindlichen Bildschirm diente, aufgeführt.

Funktionsumfang und Hierarchie im Bereich *TV&Video*

Unterbereich *Allgemein*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Videoquelle umschalten	TV/Video umschalten	Auf TV umschalten
		Auf Video umschalten
	Vollbild/Zoom	Auf Vollbild schalten
		Auf Zoom schalten
	Klang	Bässe/Höhe
		Balance/Fader
		Lautstärke
	Sound	Werkseinstellung/Standard/ Sprachoptimiert/Surround
	Helligkeit, Kontrast, Farbe	Helligkeit
		Kontrast
		Farbe
	Sprache, Untertitel	Untertitel on/off
		Sprachauswahl aus Liste
	Land	Landauswahl
	Kanal fixieren	Kanal fixieren on/off
	Kameraperspektiven	Perspektive wählen
	Video-AUX (Auxilliary)- Betrieb	On/off

Unterbereich *TV*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Programm einstellen	Programmliste	Programm aus Liste wählen
	Programmsuchlauf	Suchlauf Start/Stop
	Programmspeicher	Programm aus Speicher wählen
	Scan-Suchlauf	Scan-Suchlauf Start/Stop
	manueller Kanaleingabe	Kanal eingeben
Programm speichern	Zifferntaste	Programm speichern
	Speichermenü	Menü aufrufen
Videotext	Videotext	Videotext letzter Sender on/off

Unterbereich *DVD*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Play, Pause, Stopp	Play	Play
schneller Vor- und Rücklauf	Pause	Pause
	Stopp	Stopp
	Schneller Vor-/Rücklauf	Schneller Vorlauf
		Schneller Rücklauf
Film auswählen		Film auswählen
Kapitel/Szene auswählen	Kapitel/Szene direkt auswählen	Direkte Auswahl
	Schrittweise weiterschalten	Schritt vor/zurück

Funktionsumfang und Hierarchie im Bereich *Telefon*Unterbereich *Allgemein*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Telefon ein-, ausschalten	Notruf
	PIN (Personal Identification Number)- /PUK (Personal Unblocking Key)-Eingabe
	Code-Abfrage deaktivieren

Unterbereich *ankommender Ruf*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Ankommender Ruf	Ruf annehmen
	Ruf abweisen
	Gespräch beenden

Unterbereich *verpasste Anrufe*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Verpasste Anrufe	Anzeigen lassen

Unterbereich *anrufen*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Anrufen	Rufnummer direkt eingeben
	Wahlwiederholung
	Telefonbuch auffrufen und Eintrag auswählen
	Eintrag aus Liste verpasster Anrufe auswählen
	Eintrag aus Liste ausgegangener Anrufe wählen
	Eintrag aus Liste angenommener Anrufe wählen
	Kurzwahl
	Rufaufbau starten

Unterbereich *aktives Gespräch*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Aktives Gespräch	Gespräch beenden
	Freisprechmikrofon on/off
	Aktives Gespräch parken und wieder annehmen
	Anklopfen
	Zweites Gespräch aufbauen
	Makeln und aktives Gespräch beenden

Funktionsumfang und Hierarchie im Bereich *Navigation*Unterbereich *Allgemein*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Akustik für Navigationsansage	Akustik	Bässe/Höhen einstellen
		Balance/Fader einstellen
		Lautstärke einstellen
Anzeige zur Zielführung	Symbolanzeige	Standard/persönlich/keine/aktivieren/deaktivieren
	Kartenausrichtung	Nord/dynamisch
	GPS-Positionsanzeige	On/off

Automatische Kartenumschaltung	Kartenumschaltung	On/off
	Maßstäbe für Vollbild- und Teilbild-Kartenanzeige	Voll- und Teilbildanzeige standard/manuell
		Kartenanzeige geteilt/Vollbild
		Kontinuierliche Eingabe oder Zoom
		Kartenmaßstab umschalten

Unterbereich *Routenmodus einstellen*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Allgemeines zu Routenmodus	Meiden von bestimmten Straßenarten	Tunnel/ Autobahn/Maut/Fähre
Routentyp wählen	Schnell/kurz/dynamisch	Diskrete Eingabe
Dynamische Zielführung	Dynamische Zielführung	On/off
	Akustische Ansage	On/off
	TMC-Meldungen	Alle Meldungen/ Staufunktion/ off

Unterbereich *Zieleingabe*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Zieleingabe	Per Karte	Land auswählen Zielort auswählen
	Manuell	Land eingeben Ort eingeben PLZ eingeben Straße eingeben Hausnummer eingeben Kreuzung eingeben Zentrum wählen Parkplatz eingeben

Unterbereich *Zielspeicher*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Aufrufen	Aktuelles Ziel im Zielspeicher speichern	Ziel speichern
	Ziel im Zielspeicher aufrufen	Zielführung zu einem Ziel im Zielspeicher starten
		Ziel im Speicher löschen

Unterbereich *Letzte Ziele*

Rubrik	Unterrubrik	Beinhaltete Funktionen
Aufrufen	Ziel aus letzten Zielen auswählen	Zielführung zu einem Ziel in letzte Ziele starten
		Ziel aus den letzten Zielen löschen

Unterbereich *Sonderziele*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
In der Positionsumgebung	Sonderziele in der Positionsumgebung auswählen
In der Umgebung letzter Ziele	Sonderziele in der Umgebung letzter Ziele auswählen
Zu einem anderen Ort	Sonderziele in einem anderen Ort auswählen
Zu einem überregionalen Ziel	Sonderziele zu einem überregionalen Ziel auswählen
Per Karte	Sonderziele per Karte auswählen

Unterbereich *Zielführung*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Allgemeines zu Zielführung	Zielführung abbrechen
	Route auf Karte anzeigen
	Aktuelle Position speichern
Navigationsansagen	Aktuelle Ansage wiederholen
	Ansage abbrechen
	Ansage on/off
Navigationsanzeigen	Kartenmaßstab
	Kartenausrichtung
	Kartenanzeige
Via-Funktion	Via-Route auswählen
	Aktive via-Route
Stau-Funktion	On/off
	Sperrungslänge ändern
Zwischenstopp	Zwischenstopp-Ziel eingeben
	Zwischenstopp-Ziel löschen/ändern

Funktionsumfang und Hierarchie im Bereich *Audio*

Unterbereich *Allgemein*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Lautstärke	Lautstärkereglern Stummschaltung Automatische Lautstärkeregelung Lautstärke für Verkehrsmeldungen
Klangeinstellungen	Balance/Fader Bässe/Höhen Auf Werkseinstellungen zurücksetzen

Unterbereich *Radio*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Radio	Wellenbereich umschalten
Verkehrsfunk	TA Verkehrsdurchsage unterbrechen Stummschaltung TMC-Meldungen aufrufen
Sender einstellen	Per Senderliste Per Sendersuchlauf Per Scan-Suchlauf Per PTY Per Autostorespeicher Manuelle Frequenzeingabe Per Handabstimmung
Sender speichern	Manuell speichern per Zifferntasten Manuell speichern per Speicher-Menü Speichern per Autostore
RDS	Einschalten Frequenz fix Regionalbetrieb

Unterbereich *CD*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
CD auswählen	Per CD-Liste Per Direkteingabe der CD Nummer Per Magazin-Menü
Titel auswählen	Per Titelsprung Per Titelliste Per manueller Eingabe der Titelnummer Per Scan - Suchlauf

Wiedergabe-Optionen	Normale Titelfolge
	Titel wiederholen
	CD wiederholen
	Titelmix
	CD - Mix
	Schneller Rücklauf/Vorlauf
	Play, Pause, Stopp

Unterbereich *MP3*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
MP3 auswählen	MP3-Ordner und gleichzeitig Titel auswählen
	MP3-Ordner-Nr. eingeben
	MP3-Ordner auswählen
Titel auswählen	Titel einstellen
	Titel auswählen
	Titel - Nr. eingeben
	Titel suchen
Wiedergabe - Optionen	Normale Titelfolge
	Titel wiederholen
	Titelmix
	Schneller Rücklauf/Vorlauf
	Play/Pause/Stopp

Funktionsumfang und Hierarchie im Bereich *Klima*

Unterbereich *Sicht*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Entfrostern (Windschutzscheibe)	Entfrostern (Windschutzscheibe) on/off
Heckscheibenheizung	Heckscheibenheizung on/off

Unterbereich *Aussenluftzufuhr*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Umluft	Umluft on/off
Aktivkohlefilter	Aktivkohlefilter on/off

Unterbereich *Klimaanlage*

Rubrik	Beinhaltete Funktionen
Allgemein	Klimatisierungsautomatik on/off
	MONO
	A/C on/off
	Temperatur
	Restwärme on/off
	EC Sparbetrieb on/off
	Stratification of Temp (Relative Footwell Temp)
	Auto Max Cool
	Manuell
Luftverteilung	Manuell
	Luftverteilungsautomatik
	AUTOM.
Luftmenge	Manuell
	Luftmengenautomatik
	Standheizung

Anhang B

Im Folgenden wird der gegebene Funktionsumfang für das funktionsreduzierte Schalter-Konzept aufgeführt.

Bereich *Audio*

Unterbereich *Allgemein*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Lautstärkereglern	Kontinuierliche Eingabe	Lautstärke
Stummschaltung	Taste	An/aus
TA	Taste	An/aus
		Aktueller Unterbereich

Unterbereich *Radio*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Wellenbereich umschalten (FM/AM)	Diskrete Eingabe	Wellenbereich
Sender einstellen	Liste	Frequenz/Sendername
Sender einstellen	Suchlauf	Frequenz/Sendername

Unterbereich *CD*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
In CD Liste CD auswählen	Liste	CD-Nummer
Mit Titelsprung Titel auswählen	Taste	Aktuelle Track-Nummer

Unterbereich *Wiedergabeoptionen*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Play	Taste	Play
Pause	Taste	Pause
Stopp	Taste	Stopp

Bereich *Navigation*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Ansage Wiederholen	Taste	Ziel
Navigation Abbrechen	Taste	
Routentyp	Diskrete Eingabe	Routentyp
Start/Stopp	Taste	Zielführung und Ansage
Ziel aus Liste wählen	Liste	Ziel
Karte/Pfeil umschalten	Taste	Kartenansicht/Pfeil zum Ziel

Bereich *Telefon*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Annehmen	Taste	Gesprächspartner
Auflegen	Taste	Gespräch beendet
Teilnehmer aus Telefonbuch wählen	Liste	Liste/Gesprächspartner

Bereich *Klima*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Entfrosten	Taste	On/off
Heckscheibenheizung	Taste	On/off
Standheizung	Taste	On/off
Sitzheizung	Diskrete Eingabe	Off/Heizstufe 1 bis 3
Umluft	Taste	On/off
A/C	Taste	On/off
Automatik	Taste	On/off
Temperatur	Tasten	Numerische Temperaturanzeige

Anhang C

Im Folgenden wird der gegebene Funktionsumfang für das puristische Schalter-Konzept aufgeführt.

Bereich *Audio*

Unterbereich *Allgemein*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Lautstärkereglер	Kontinuierliche Eingabe	Lautstärke
Stummschaltung	Taste	On/off
TA on/off	Taste	On/off
		Aktuelles Untermenü

Unterbereich *Radio*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Wellenbereich umschalten (FM/AM)	Diskrete Eingabe	Wellenbereich
Sender einstellen	Suchlauf	Frequenz und Sender

Bereich *Navigation*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Ansage wiederholen	Taste	Ziel
Start/Stopп	Taste	Zielführung
Ziel aus Liste wählen	Liste	Ziel

Bereich *Telefon*

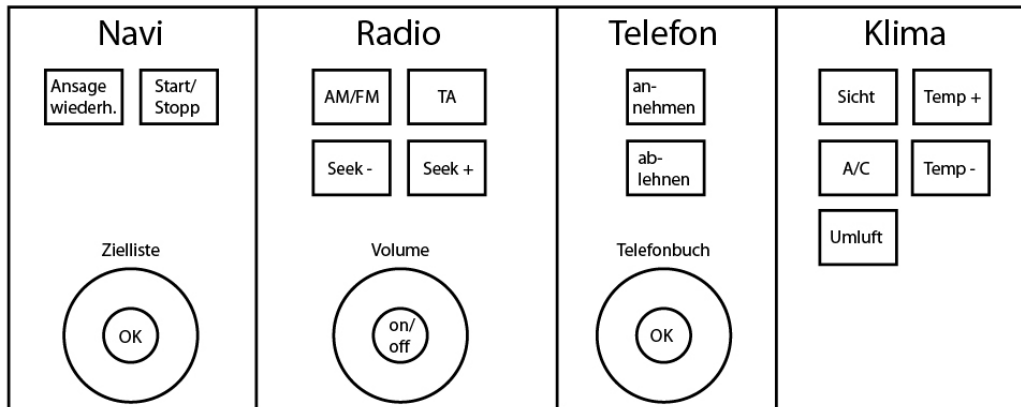
Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Annehmen	Taste	Gesprächspartner
Auflegen	Taste	Gespräch beendet
Teilnehmer aus Telefonbuch wählen	Liste	Liste/Gesprächspartner

Bereich *Klima*

Funktion	Art der Bedienung	Anzeige
Sicht (Entfrosten/Heckscheiben-Heizung)	Taste	On/off
Umluft	Taste	On/off
A/C	Taste	On/off
Temperatur	Tasten	Numerische Temperaturanzeige

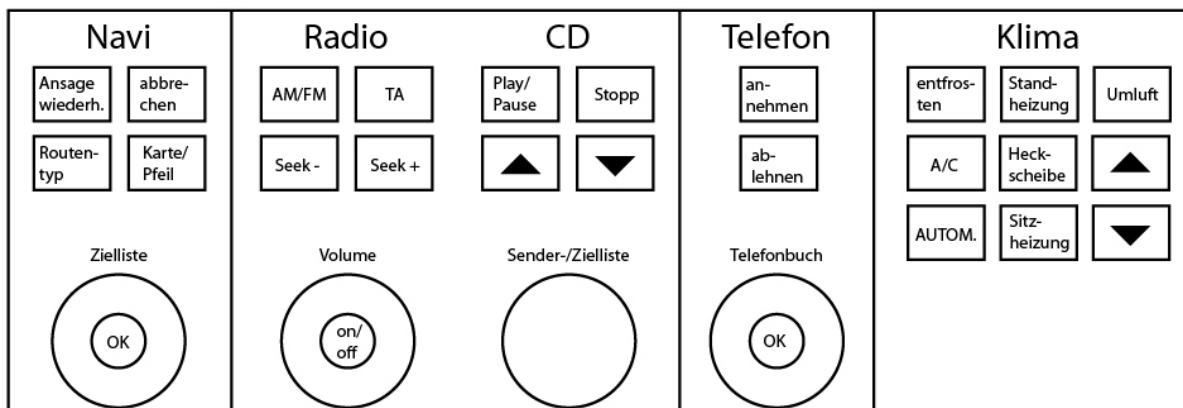
Anhang D

Schematische Vorgabe für die Bedienelemente des puristischen Schalterkonzepts:



Anhang E

Schematische Vorgabe für die Bedienelemente des funktionsreduzierten Schalterkonzepts:



Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Bachelor-Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Mir ist bekannt: Bei Verwendung von Inhalten aus dem Internet habe ich diese zu kennzeichnen und mit Datum sowie der Internet-Adresse (URL) ins Literaturverzeichnis aufzunehmen.

Die Arbeit hat keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ich bin mit der Einsichtnahme in der Bibliothek und auszugsweiser Kopie einverstanden. Alle übrigen Rechte behalte ich mir vor. Zitate sind nur mit vollständigen bibliographischen Angaben und dem Vermerk »unveröffentlichtes Manuskript einer Bachelor-Arbeit« zulässig.

Stuttgart, den.....