

# Benutzerzentrierte, graphische Interaktionsmetaphern für Fahrerinformationssysteme

Verena Broy

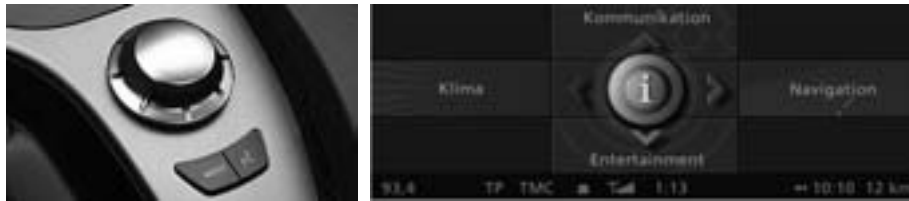
BMW Forschung und Technik GmbH  
Connected Drive - Mensch Maschine Interaktion  
Hanauerstr. 46  
80992 München  
Verena.Broy@bmw.de

**Abstract:** Konventionellen, listenbasierten Menüdarstellungen im automotiven Nutzungskontext mangelt es an einem adäquaten konzeptuellen Interaktionsmodell für die typischerweise heterogenen Benutzergruppe. Um speziell Attraktivität und Gebrauchstauglichkeit von Fahrerinformationssystemen zu erhöhen, wird als Lösung ein graphischer, metaphernbasierter Ansatz für eine benutzerzentrierte Bedienung entwickelt. Dreidimensionale Anzeige-Bedienkonzepte sowie kartographische Repräsentationen großer Datenmengen und erklärende Animationen werden aus vertrauten alltäglichen Gegenständen und deren physikalischen Eigenschaften abgeleitet. Eine Evaluierung der graphischen Ansätze erfolgt in Benutzerstudien bezüglich Attraktivität, Gebrauchstauglichkeit und Verträglichkeit mit der Fahraufgabe. Das Ergebnis weist empirisch eindeutige Vorteile und ein hohes Potenzial hinsichtlich der Herausforderungen für Fahrerinformationssysteme (FIS) nach.

## 1 Motivation

BMW wagte 2001 als erster Automobilhersteller einen klaren Paradigmenwechsel für Interaktionskonzepte im Komfortbereich [ZWS01]. Die klassischen komponentenorientierten Schalterkonzepte werden von gesamtheitlichen Ansätzen in Form integrativer Anzeige und Bedienkonzepte abgelöst. Auslöser war die Zunahme von Funktionen, Bedienelementen und Anzeigen als Folge neuer technischer Möglichkeiten zur Realisierung innovativer Funktionalitäten im Fahrzeug. Klassische Konzepte, die für jede Funktionalität ein Anzeige- und Bedienelement vorsehen, stoßen durch die hohe Zahl an Funktionen an ihre Grenzen. Neu entwickelte Assistenzsysteme unterstützen und entlasten den Fahrer bei der Fahraufgabe. Es erhöht sich das Bedürfnis nach der Benutzung von Komfort- und Informationssystemen, im Weiteren bezeichnet als FIS (Fahrerinformationssystem), wie Radio, Navigation und Kommunikation, die unabhängig von der eigentlichen Fahraufgabe sind.

Heutzutage interagiert der Benutzer über ein multifunktionales Bedienelement mit einem strikt hierarchischem, listenbasiertem Menü, das auf einem zentralen Informationsdisplay angezeigt wird, siehe Abbildung 1. Die Grundidee dieses Interaktionskonzepts der Vollbild-Menüs, engl. *Full Screen Menu*, stammt aus dem Bereich der Personal-



(a) *iDrive Controller* mit zusätzlicher Menü Taste.

(b) *iDrive Anzeige*.

Abbildung 1: Bedienelement und Anzeige des *BMW iDrive* im *5er BMW*, 2003 [Wik].

computer. Diese Menüart stellen in deren historischer Entwicklung die Übergangsphase zwischen der befehlsbasierten Kommandozeilenbedienung und den metaphernorientierten, graphischen Bedienoberflächen dar [SP04]. In der Geschichte der Mensch-Maschine-Interaktion mit Personalcomputern ist die Schreibtischmetapher, engl. *Desktop Metaphor*, durch ihre bildhaften Darstellungen und zur Realität bezugnehmenden Analogien ein sehr intuitives und erfolgreiches Interaktionsparadigma. Die spezielle Situation im Auto, in der neben der Bedienung von FIS eine verkehrsgerechte und sichere Fahraufgabe absolviert werden muss, verhindert die direkte, unveränderte Übernahme von Interaktionskonzepten aus anderen Domänen in das Fahrzeug [TBK06]. Um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten, müssen bestimmte Anforderungen an das Interaktionskonzept erfüllt werden [Dri03, Eur05]. Mit Hilfe von standardisierten Evaluierungsmethoden, beispielsweise der Okklusion [BKKB04] oder dem Lane Change Task [DIN02] konnte gezeigt werden, dass das Menükonzept für die aktuellen Funktionen und deren Umfänge die automotiven Anforderungen und die Kriterien der Gebrauchstauglichkeit erfüllt. Nach anfänglicher kontroverser Diskussion zeigt sich der Erfolg dieses Bedienkonzepts nun in seiner breiten Akzeptanz. Weitere Hersteller deutscher Premiumfahrzeuge haben ähnliche Konzepte umgesetzt, wie beispielsweise Mercedes mit dem System COMMAND und Audi mit dem System MMI.

## 2 Interaktionsmetaphern zur Lösung neuer Herausforderungen

Die neu etablierten MMI-Konzepte weisen jedoch nicht, genügend Flexibilität für zukünftige Nutzungsszenarien auf und adressieren die emotionale Komponente der Bedienung nicht. Die konsequente Evolution der Menübedienung im Automobil erfordert ein adäquates konzeptuelles Modell, das kultur- und bildungsunabhängig intuitiv verständlich ist. In aktuellen Systemen ist die Präsentation strikt listenbasiert und liefert lediglich über farbliche Kennzeichnung einen Hinweis auf die aktuelle Position des Anwenders in der Menüstruktur. Eine aufbereitete Menüführung durch die Anlehnung an Allgemeinwissen sowie ein angemessenen Umgang mit großen Informationsmengen und die Ablösung hierarchischer Listendarstellungen ist essentiell für eine Neugestaltung des Interaktionskonzepts für FIS.

Zur Lösung der bestehenden Problematik und der neuen Herausforderungen entwickelt die vorliegende Arbeit benutzerzentrierte, graphische Interaktionsmetaphern. Ziele liegen in der Steigerung der Attraktivität und der Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit von Informationssystemen im automotiven Nutzungskontext unter Einhaltung der sicherheitsrelevanten Anforderungen. Konkret soll Anfängern eine einfache und intuitive Bedienung durch die Reduktion der kognitiven Belastung bei der Entwicklung eines mentalen Modells ermöglicht werden. Es soll eine höhere Informationsdichte bei verbesserter Übersichtlichkeit sowie eine Ablösung der textuellen durch eine bildhafte Darstellung realisiert werden. Die Intuitivität soll durch einen eindeutigen Wiedererkennungswert bestimmter Funktionen zusätzlich gewährleistet werden. Eine minimale Ablenkung von der Fahraufgabe und die Unterbrechbarkeit einer Aufgabe in kurze sequentielle Bedienaktionen sind Anforderungen, die für eine verkehrssichere Interaktion im Automobil unverzichtbar sind. Ein bedeutendes Kriterium stellt die Akzeptanz und die Freude an der Nutzung dar.

Die pragmatische Erfüllung der Anforderungen durch listenbasierte Anzeigekonzepte konnte bis dato gezeigt werden. Ein attraktives graphisches Interaktionskonzept unter Einhaltung der automobilen und gebrauchstauglichen Anforderungen stellt eine große Herausforderung an zukünftige Anzeige-Bedienkonzepte im Automobil dar.

### 3 Forschungsarbeiten zur Informationspräsentation in FIS

Es existiert eine Reihe von Forschungsergebnissen, die sich einerseits mit der Verbesserung von FIS, andererseits mit neuen Anforderungen an FIS beschäftigen. Im Kontext des Forschungsbereichs um FIS stehen meist Themen, wie Multimodalität durch die Ausnutzung mehrerer Eingabekanäle, z.B. Gestik, Spracheingabe [Alt04]. Die Untersuchung alternativer Präsentationsformen zu listenbasierten Menüstrukturen wird dagegen wenig vorangetrieben.

Eine Untersuchung der Breite und Tiefe von Menüstrukturen ergibt, dass möglichst flache Hierarchien mit einer maximalen Breite von etwa sieben Menüeinträgen von Vorteil sind. [ANR04] zeigt das Potential vernetzter Menüstrukturen, die durch die Integration eines Bookmarkmenüs, eines Einstellungsmenüs und einer anwählbaren Statusleiste Menüpunkte miteinander verknüpfen. In der Diplomarbeit von Bruno Ratkovic [Rat04] wird die Erweiterung eines FIS, um ein Parallelmenü, eine Modalitätenempfehlung und ein Kontextmenü untersucht.

In [RBB06] werden systematisch Gestaltungsvarianten zur Fragestellung hinsichtlich Kompatibilität von Anzeige und Bedienung untersucht. Die Arbeit zeigt die Wichtigkeit einer hohen Kompatibilität auf. Eine weitere Forschungsarbeit befasst sich mit dreidimensionalen, bildhaften Darstellungen für FIS. In [Alt04] wird eine dreidimensionale Menüstruktur entworfen, bei der die Hauptinteraktionsfläche als Walze dargestellt wird. Eine Benutzerstudie konnte zwar keine Steigerung der Gebrauchstauglichkeit nachweisen, aber eine deutlich höhere subjektive Zufriedenheit bei der dreidimensionalen Darstellung.

## 4 Analyse alltäglicher Gegenstände

Autofahrer sind hinsichtlich Demographie, Ausbildung und kulturellem Hintergrund eine heterogene Benutzergruppe. Durch diese Heterogenität muss eine Schnittmenge an gemeinsamem Wissen gefunden werden, damit ein generell verständliches und nachvollziehbares Konzept entstehen kann. Physikalische Mechanismen und Eigenschaften wie Größe, Position und Licht sind unabhängig von Kultur, Alter und Bildungsniveau. Jeder Mensch macht seine Erfahrungen mit diesen Gegebenheiten, die Bestandteil der Wahrnehmung, der Orientierung und des täglichen Lebens sind. Um geeignete Sachverhalte als Vorlage für Metaphern auszuwählen, die dem Gros der Nutzergruppe bekannt sind, wird in dieser Arbeit ein Ansatz verfolgt, der geläufige Sachverhalte aus dem Alltag und visuelle physikalische Attribute von Objekten auf ihre Tauglichkeit als Konzeptbestandteile einer graphischen Interaktionsoberfläche erforscht. Die Lernphase soll verkürzt und die Akzeptanz des Benutzers erhöht werden.

Eine Analyse alltäglicher Gegenstände sowie erfolgreicher Interaktionskonzepte aus verwandten Gebieten, beispielsweise der Computerdomäne, identifiziert zentrale Ansatzpunkte. Im Folgenden werden, basierend auf psychologischen Prozessen zur Wahrnehmung und Interpretation alltäglicher Szenen, räumliche Umgebungen in dreidimensionale *Gegenstände* als Elemente und den *Hintergrund* als umgebendes Bezugssystem eingeteilt. Des Weiteren kann eine räumliche Umgebung mithilfe von Licht, Schatten und Bewegung unterschiedlich *inszeniert* und damit emotionalisiert werden. Die visuellen Eigenschaften der physikalischen Gegenstände, des Bezugssystems und der Inszenierung werden im Hinblick auf die von ihnen ausgelösten Assoziationen und Erwartungen analysiert. Im Zentrum steht die Frage, ob und auf welche Art und Weise sie als konzeptionelle Bestandteile in graphischen Anwendungen eingesetzt werden. Abschließend werden im speziellen reale Objekte aus der automobilen Umgebung auf ihre Tauglichkeit als Metaphernvorlage und ihren Einsatz in Interaktionskonzepten untersucht.

Am Beispiel der Rückseite von physikalischen Gegenständen soll der Ansatz verdeutlicht werden. Im alltäglichen Leben wird die Rückseite von realen Objekten oft als Informationsträger genutzt. Es können detaillierte Informationen über den entsprechenden Gegenstand gegeben werden, beispielsweise bei einem Buch die Inhaltsangabe, Kritiken und der Preis. Oder die Darstellung auf der Rückseite versteckt Informationen der Vorderseite wie bei Spielkarten. Des Weiteren ist es üblich Notizen auf der Rückseite des jeweiligen Gegenstands vorzunehmen oder äquivalente Informationen in Form verschiedener Sprachen abzubilden. Verschiedene Interaktionskonzepte setzen bereits das Konzept der Rückseite ein. In dem *Project Looking Glass* von Sun [SUN] können Notizen auf die Rückseite von Webseiten in Form von Post-Its geklebt werden oder in Untermenüs navigiert werden. Individuelle Einstellungen zu den Anwendungen des Programms *Dashboard* [App] werden auf deren Rückseite angeboten. [Alt04] bieten in einem dreidimensionalen FIS auf einer Walze zusätzliche Informationen auf deren Rückseite an, beispielsweise Verkehrsinformationen auf der Rückseite des Radiomenüs. Letztlich ist die Rückseite ein starkes Prinzip zur Anzeige von Informationen. Eine fehlende Standardisierung und die Breite der Informationsinhalte in Interaktionskonzepten lässt noch kein allgemeines mentales Modell zu.

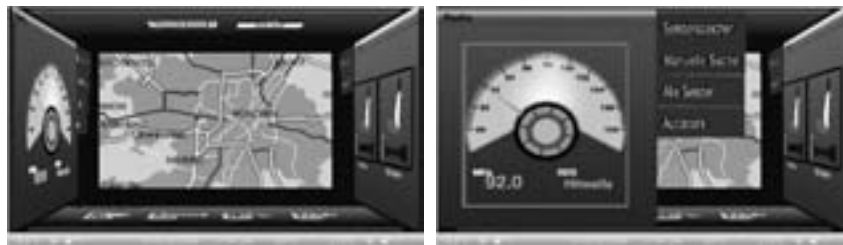
Nach dem gezeigten Prinzip werden weitere Eigenschaften aus dem Alltagsgegenstände analysiert, unter anderem Orientierung, Position, Licht und Schatten. Es werden ebenfalls Objekte aus der automotiven Umgebung untersucht, beispielsweise Landkarten oder Verkehrsschilder.

## 5 Konzeption eines graphischen FIS

Basierend auf der Analyse werden die Interaktionsmetaphern unter Berücksichtigung der Anforderungen automotiver Systeme erarbeitet. Von besonderem Interesse ist der Trend zu dreidimensionalen Darstellungen, die Mechanismen des Alltags realitätsnäher abbilden als zweidimensionale Konzepte. In der Kernidee wird der Informationsraum auf die dritte Dimension erweitert, die innovative und nutzergerichte Bedienstrategien ermöglicht, die selbst in anderen Domänen bislang unbekannt sind.

### 5.1 3D-iFlip - Perspektivische Menüanordnung

Eine perspektivische Menüanordnung gibt den Benutzern einen Anhaltspunkt, um sich eine grobe Übersicht über den Menüstatus zu verschaffen, und eine Erinnerungshilfe, um Funktionen effizient wieder zu finden. Das zentrale Hauptinteraktionsfeld wird zurückversetzt und die vier Hilfsmenüs perspektivisch in Richtung der zentralen Hauptinteraktionsebene gedreht. Dem Benutzer wird der Eindruck vermittelt in einen Raum zu blicken, siehe Abbildung 2a.



(a) Grundkonzept

(b) Aktivierung eines Untermenüs

Abbildung 2: Das Grundkonzept besteht aus fünf Applikationsobjekten: einem Menü im Zentrum sowie vier zusätzlichen Menüs, die um 90 Grad in den Raum gedreht sind.

Zur komfortableren Bedienung wird ein in den Raum geklapptes Untermenü bei dessen Aktivierung in das Sichtfeld des Benutzers rotiert und ermöglicht diesem eine ungestörte Interaktion, siehe Abbildung 2b. Somit soll ein deaktiviertes Submenü lediglich der Form und Farbe einen groben Hinweis auf dessen aktuellen Zustand und Einstellungen geben und verlangt von dem Benutzer keine unkomfortable Bedienung unter erschwerten Ablesebedingungen [BAKL06].

## 5.2 3D-iFlip - Rückseiten als Informationsträger

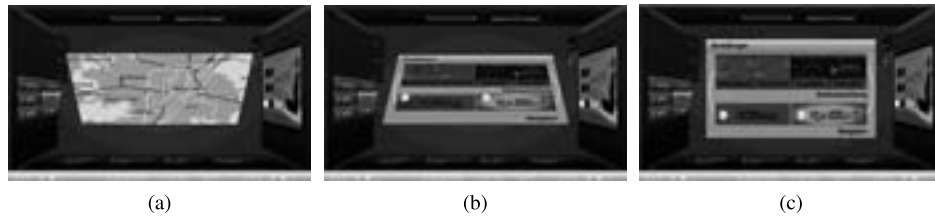


Abbildung 3: Auf der Rückseite der Navigationskarte werden Einstellungen zur Karten- ausrichtung, Sprachhinweisen und Zielführung angeboten.

Die Rückseiten der Anwendungstafeln dienen zusätzlich als Informationsträger. Das Konzept, virtuellen Gegenständen eine Rückseite zu geben, wird in der Desktopumgebung bereits an verschiedenen Stellen eingesetzt. Allerdings fehlt eine durchgängige Umsetzung dieses Konzepts. Um ein intuitives Verständnis zu gewährleisten, wurden verschiedene Konzepte in einer Expertenuntersuchung bewertet. Deren Ergebnis empfiehlt, kontextabhängige Einstellungen anzubieten, beispielsweise Klangeinstellungen auf der Rückseite des Audiomenüs. Damit wird die semantische Nähe durch eine örtliche Verbundenheit unterstützt [BAKL06]. In Abbildung 3 ist die Animation der Drehung des Navigationsmenüs exemplarisch dargestellt.

## 5.3 Menüführung mittels Licht und Schatten



Abbildung 4: Die Beleuchtung betont aktive Menüs sowie deren Fokus [SÖ7].

Zusätzlich wird die Menüführung durch den gezielten Einsatz von Licht und Schatten emotional aufgewertet. Dabei wird die relevante Menütafel heller dargestellt, als die restliche Szene des 3D iFlip und der Fokus in Form eines Lichtspots umgesetzt, das die Position des Benutzers in dem Menü widerspiegelt [SÖ7], siehe Abbildung 4.

#### 5.4 Schnellzugriffe durch Lesezeichen



Abbildung 5: Lesezeichen in der spiralbasierten Anzeige [SÖ7].

Strategien zur Individualisierung durch Schnellzugriffe auf oft genutzte Informationen sind in heutigen Informationssystemen unverzichtbar [SP04]. Dem Bedürfnis nach individuellen Schnellzugriffen wird in einem spiral- und einem listenbasierten Favoritenmenü Rechnung getragen, das auf einer übergeordneten Ebene angezeigt wird [SÖ7]. Licht und Schatten werden eingesetzt, um den Fokus anzuzeigen, durch die Helligkeit des Minibilds die Nutzungshäufigkeit wieder zu spiegeln und eine Menüvorschau in einem Lichtkegel anzuzeigen, siehe Abbildung 5.

#### 5.5 MusicMap - Kartographie großer Informationsmengen

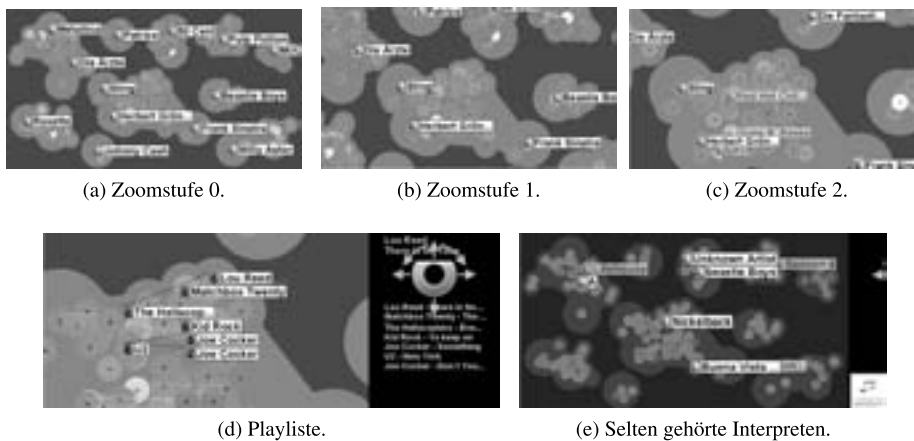


Abbildung 6: Die MusicMap ordnet Interpreten auf einer Landkarte an [Roe06].

Der Umgang mit umfangreichen Datenmengen stellt eine wichtige zukünftige Herausforderung in FIS dar. Problematisch ist besonders in der automatisierten Umgebung die be-

grenzte Anzeigefläche. Eine Listenrepräsentation der Daten wird dieser Anforderung über Sortiermöglichkeiten nur bedingt gerecht. Eine Anzeige mehrerer Parameter über das Sortierkriterium hinaus ist schwer realisierbar, Überblick und Zusammenhänge können nicht hergestellt werden. Im Desktopbereich werden Techniken der Informationsvisualisierung, beispielsweise kartenbasierte Ansätze, zur Lösung dieser Probleme eingesetzt. Die kartographische Repräsentation bildet über Ähnlichkeiten der Objekte am Beispiel von Musikdaten eine Landschaft ab. Über Zoomen und Verschieben kann ein Kartenausschnitt im gewünschten Maßstab an einer bestimmten Position festgelegt werden, siehe Abbildung 6a-c. Abspiellisten werden als Routen durch die Landschaft visualisiert, Abbildung 6d und über Filtertechniken Interpreten mit bestimmten Eigenschaften angezeigt werden [Roe06], Abbildung 6e.

## 6 Evaluierung animierter, graphischer Interaktionsmetaphern in FIS

Zur Absicherung der Konzepte werden Nutzerstudien in Form standardisierter Verfahren zur Evaluierung von FIS, wie beispielsweise der Okklusion [BKKB04] oder dem Lane Change Task [DIN02], durchgeführt. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zeigen, dass der Ansatz graphischer Interaktionsmetaphern für FIS angemessen ist und darüber hinaus eine Steigerung der Attraktivität bedeutet sowie die Gebrauchstauglichkeit erhöhen kann [BAKL06].

Keine der konzipierten graphischen Interaktionsvarianten führt zu einer signifikant höheren Ablenkung von der Fahraufgabe als herkömmliche Darstellungen, gemessen durch Blickverhalten, Spurhaltegröße und Unterbrechbarkeit. Die mittleren Blickdauern liegen im empfohlenen Bereich und können in manchen Fällen signifikant reduziert werden. Bei der Blindbedienbarkeit langer Listen konnte weder der textbasierte noch der kartographische Ansatz die Anforderungen einer angemessenen Bedienung während der Fahraufgabe erfüllen. Animationen hingegen erzeugen unter der Voraussetzung, dass sie durch eine Aktion des Anwenders ausgelöst werden, exozentrische Animationspfade visualisieren sowie in einer angemessenen Dauer ablaufen [BAK06], keine höhere Ablenkung von der Fahraufgabe in den mittleren Blickdauern, der Unterbrechbarkeit und der Spurhaltegröße.

Es erfolgt eine signifikante Steigerung der Attraktivität durch Dreidimensionalität und Informationsvisualisierung gegenüber textbasierten, zweidimensionalen Darstellungen. Besonders der Einsatz von Licht und Schatten als metaphorische Präsentation des Fokus angelehnt an Detail- und Kontext-Konzepte verbessert die emotionale Wahrnehmung. Animationen, unter den oben genannten Voraussetzungen, können ebenfalls zu einem positiveren Empfinden beitragen.

Die Ergebnisse zu den Kriterien der Gebrauchstauglichkeit müssen differenziert betrachtet werden. Durch eine einfache räumliche Darstellung der Hauptmenüpunkte eines komplexen FIS wird die Effizienz, gemessen an den Bearbeitungsdauern, erhöht. Für eine spiralförmige Anordnung von geringen Datenmengen ist allerdings in manchen Fällen die Effizienz signifikant niedriger als eine text- und bildbasierte Liste. Die kartographische Präsentation großer Datenmengen stellt sich nach einer Eingewöhnungsphase bis auf we-

nige Ausnahmen als die schnellere Variante gegenüber einer langen alphabetisch sortierten Liste heraus und verfügt über eine steilere Lernkurve. Abschließend sind Konzepte mit erklärenden Animationen unter angemessenen Ablaufdauern intuitiver als unanimierte Konzepte. Der Vorteil der Animationen im Erstkontakt verringert sich objektiv über die Gewöhnung, aber sie werden dennoch subjektiv weiterhin bevorzugt.

Die Betrachtung der objektiven und subjektiven Daten aus den Nutzertests zeigt das hohe Potenzial von graphischen Interaktionsmetaphern basierend auf physikalischen Eigenschaften für ein breites Benutzerspektrum in der Domäne der FIS auf.

## 7 Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurden benutzerzentrierte, graphische Interaktionsmetaphern für FIS erforscht. Der erarbeitete Ansatz erlaubt technisch unversierten Benutzern einen intuitiven Zugang zu den Funktionalitäten eines FIS. Für einen serienmäßigen Einsatz im Auto sind weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nötig, von der Ermittlung einer passenden Hardware bis zur Konzeption graphischer Varianten einzelner Funktionen. Erfahrungen aus den müssen bei einer weiterführenden Konzeption berücksichtigt werden. Es bleiben weitere Herausforderungen für eine Integration graphischer Interaktionsmetaphern in automotiven Nutzungsszenarien zu lösen.

Die Fragestellung der Interaktion mit computerbasierten Systemen als sekundäre Aufgabe zu einer wesentlich wichtigeren Primäraufgabe geht in Hinblick auf die Trends in der ubiquitären und mobilen Computernutzung weit über den Automobilbereich hinaus. Die vorliegende Arbeit und deren Ergebnisse legen eine ermutigende Basis für diese Forschungsthematik.

## Literatur

- [Alt04] Frank Althoff. Ein generischer Ansatz zur Integration multimodaler Benutzereingaben., 2004.
- [ANR04] M. Ablassmeier, G. Niedermaier und G. Rigoll. A New Approach of Using Network Dialog Structures in Cars. In *8th World Multiconf. on Systemics, Cybernetics and Informatics*, Orlando, USA, Jul. 2004.
- [App] Apple. Apple Mac OS Tiger, Dashboard.
- [BAK06] Verena Broy, Frank Althoff und Gudrun Klinker. Animationen für Fahrerinformationssysteme: Ablenkungspotential oder Steigerung der Usability. In *USEWARE'06*, 2006.
- [BAKL06] Verena Broy, Frank Althoff, Gudrun Klinker und Christian Lange. iFlip: a metaphor for in-vehicle information systems. In *AVI '06: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*. ACM Press, 2006.
- [BKKB04] M. Baumann, A. Keinath, J.F. Krems und K. Bengler. Evaluation of in-vehicle HMI using occlusion techniques. In *Experimental results and practical implications, Applied Ergonomics*, 2004.

- [DIN02] DIN Deutsches Institut für Normung. *Passenger cars – Test track for a severe lane-change manoeuvre.*, Nov. 2002. Ref.No: ISO 3888-1:1999.
- [Dri03] Driver Focus-Telematics Working Group, Alliance of Automobile Manufacturers. Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interaction with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems, September 2003.
- [Eur05] European Commission Information Society and Media Directorate-General - G4 ICT for Transport. *European Statement of Principles on the Design of Human Machine Interaction (ESoP 2005) - Draft*, June 2005.
- [Rat04] Bruno Ratkovic. Individualisierungskonzepte im Rahmen multimodaler Infotainment-systeme. Diplomarbeit, TU Muenchen, 2004.
- [RBB06] M. Rakic, H. Bubb und J. Breuer. Bewertung von Gestaltungsvarianten eines Informations- und Kommunikationssystems anhand sicherheitsrelevanter Kriterien in einer Fahrsimulatorstudie. In *Useware*, 2006.
- [Roe06] Christopher Roelle. An Explorative, Hierarchical User Interface to Structured Music Repositories. Diplomarbeit, TU München, Germany, December 2006.
- [Sö7] Horst Söggel. Konzeption von Licht- und Schattenmetaphern für ein Fahrerinformationssystem. Diplomarbeit, TU Muenchen, 2007.
- [SP04] Ben Shneiderman und Catherine Plaisant. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition)*. Pearson Addison Wesley, 2004.
- [SUN] SUN. Project Looking Glass.
- [TBK06] Marcus Tönnis, Verena Broy und Gudrun Klinker. A Survey of Challenges Related to the Design of 3D User Interfaces for Car Drivers. In *3DUI '06: Proceedings of the 3D User Interfaces (3DUI'06)*, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society.
- [Wik] Wikipedia. Head Unit.
- [ZWS01] A. Zeller, A. Wagner und M. Spreng. iDrive – Zentrale Bedienung im neuen 7er von BMW. In: *Elektronik im Kraftfahrzeug*. In *VDI-Berichte Nr.1646*, 2001.



**Verena Broy** geboren am 11.07.1979 in Augsburg, besuchte von 1989-1998 das technisch-naturwissenschaftliche Gymnasium Oberhaching. Nach ihrem Abitur studierte sie bis 2003 Informatik mit Nebenfach Psychologie an der Technischen Universität München. Das Thema ihrer Diplomarbeit war *Volumenbasierte, elastische Registrierung von Patientendatensätzen*. Auf dem Forschungsgebiet der Mensch-Maschine-Interaktion bearbeitete sie bei der BMW Forschung und Technik GmbH eine Dissertation zu dem Thema *Benutzerzentrierte, graphische Interaktionsmetaphern für Fahrerinformationssysteme* unter Betreuung durch

Frau Prof. Klinker, verantwortlich für die Fachgruppe Augmented Reality der Technischen Universität München. Seit 2006 ist sie als Entwicklungsingenieurin für Anzeige und Bedienkonzepte mit Fokus auf Fahrerinformationssysteme bei der BMW Forschung und Technik tätig.