



In: Hammwöhner, Rainer; Wolff, Christian; Womser-Hacker, Christa (Hg.): Information und Mobilität, Optimierung und Vermeidung von Mobilität durch Information. Proceedings des 8. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2002), Regensburg, 8. – 11. Oktober 2002. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2002. S. 1 – 20

Koordination multimodaler Metainformationen bei Fahrerinformationssystemen am Beispiel der Menüausgabe

Angelika Salmen

Universität Regensburg
Institut für Medien-, Informations- und Kulturwissenschaften
Universitätsstraße 31
93040 Regensburg
angelika.salmen@sprachlit.uni-regensburg.de

Zusammenfassung

Formen der multimodalen Menüausgabe wurden am Beispiel einer elektronischen Bedienungsanleitung hinsichtlich einer effizienten Systeminteraktion und der Verkehrssicherheit in einem realen Fahrversuch untersucht. Über das Systemdesign sollte die Nutzung der sprachlichen Interaktion als primärer Modus suggeriert werden. Als relevant erwies sich zunächst, dass die visuelle Menüausgabe konsekutiv zur sprachlichen erfolgt. Die Metainformationen sind soweit als möglich auf den sprachlich-akustischen Modus zu beschränken und auf die nötigsten Informationen zu reduzieren. Andernfalls führt dies zur Ablenkung der Benutzer und zu negativen Einflüssen auf das Fahrverhalten. Dennoch behält die Vermittlung von aktiven Systemzuständen für jede Komponente Relevanz.

Abstract

A variety of multimodal menu outputs were examined in a real driving situation with respect to efficient system interaction and aspects of safety. An electronic manual served as an exemplary application. The system has been designed with the prime intention of supporting the driver in interacting orally with the system. It proved expedient to display the menu after the spoken output had ended. Metainformation may possibly need to be presented in the acoustic mode and the amount of information required kept to a minimum as otherwise drivers become distracted and their driving behavior is negatively impacted. Conveying the actual states of the system is still relevant for each individual component.



Dieses Dokument wird unter folgender [creative commons](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/) Lizenz veröffentlicht:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/>

1 Einleitung

In der Verkehrsinteraktion verläuft der Großteil der Informationsverarbeitung über den visuellen Kanal. Der akustische Kanal ist dagegen weitgehend ungenutzt. Daher bietet es sich an, Sprache als Bedienmodus zu nutzen. Sowohl Hören als auch Sprechen produzieren keine Interferenzen mit der visuellen Wahrnehmung oder mit motorischen Reaktionen (cf. FÄRBER 1987; BECKER ET AL. 1995; BENGLER 1995; FRANZ ET AL. 1992), wodurch sich die sprachliche Bedienung von Fahrzeugsystemen im Hinblick auf die Verkehrsinteraktion prinzipiell als überlegen erwies. Problematisch sind dennoch umfangreiche Informationsausgaben, wie z.B. längere Menüs. Zur Selektion eines Menüpunktes müssen die Optionen kurzzeitig memoriert werden, wobei die Memorierungskapazität jedoch stark limitiert ist. Bei verbalen Informationen erstreckt sich diese lediglich auf 5 ± 2 Einheiten (MILLER 1956; SIMON 1974). Der Auswahlprozess bei längeren Menüs erfordert generell eine hohe Konzentration und ist mental sehr belastend (SALMEN ET AL. 1999). Muss der Auswahlprozess zudem in die Verkehrsinteraktion integriert werden, kann die Koordination der Handlungen im Bereich der zentral mentalen Verarbeitung zu Überlastung und Reaktionsblockaden führen (cf. PASHLER & JOHNSTON 1998).

Zur Reduktion dieses Gefahrenpotentials kann eine zusätzliche visuelle Menüausgabe als Entlastung der mentalen Beanspruchung genutzt werden. Um die damit einhergehende visuelle Ablenkung einzugrenzen, muss bei den Fahrern jedoch das Bewusstsein vorhanden sein, die visuelle Komponente nur bei Bedarf und in angemessenen Verkehrssituationen zu nutzen. Daher sollte bereits über das Systemdesign ein entsprechendes Benutzerverhalten suggeriert werden.

Es ist anzunehmen, dass der Modus der Menüausgabe selbst zunächst nur über den akustischen Kanal erfolgen sollte, um die sprachliche Interaktion als Hauptmodus zu unterstützen. Eine anschließende visuelle Menüausgabe auf dem Display dürfte das erwünschte Benutzerverhalten hervorrufen, da die Displayausgabe nur Relevanz besitzt, sofern die Auswahl im akustischen Modus nicht vorgenommen werden konnte. Auch für die Metainformationen kann angenommen werden, dass deren Ausgabe über den akustischen Kanal generell den sprachlichen Interaktionsmodus unterstützen. Dennoch ist zu klären, welche Art von Metainformationen für welchen Modus relevant ist.

2 Die sprachliche Komponente

Da die Sprachausgabe als alleiniger Modus genügen soll, ist die Systeminteraktion zunächst auf den Modus der mündlichen Kommunikation auszurichten. Im Gegensatz zum visuellen Modus bestehen im akustischen Modus keine persistenten Anzeigen und Zeigemechanismen, es muss alles verbalisiert werden. Da dies sowohl zeitintensiv als auch ablenkend ist, ist die Information auf das Nötigste zu begrenzen.

Pull-down-Menüs als typische Vertreter einer graphischen Listenauswahl weisen eine umfangreiche Funktionalität auf. Neben der Präsentation der Auswahloptionen, die auch durch Icons oder Shortcuts ergänzt werden können, bestehen diese z.B. aus der Anzeige des Menükopfes, Indikatoren von Subdialogen und Untermenüs, die durch Punkte bzw. Pfeile realisiert sind, sowie aus Separatoren, die inhaltliche Zusammenhänge kennzeichnen. Welche Informationen sind nun für den akustischen Modus relevant?

Aus Gründen der Selbstbeschreibungsfähigkeit von Dialogen ist es erforderlich, dem Benutzer ein *Feedback* darüber zu geben, ob der Auswahlprozess auch zu dem gewünschten Ziel führt. Vor dem Hintergrund der noch nicht vollkommen ausgereiften Spracherkennung kann der Benutzer ferner sofort erkennen, ob seine Eingabe richtig oder falsch erkannt wurde.

Einen Faktor der Verunsicherung stellt das fehlende Wissen über die zu erwartende *Informationsmenge* dar, wie sich in den Benutzertests des Projekts SIMBA¹ zeigte. Hier wurde der Prototyp einer interaktiven Bedienungsanleitung (IABA), die auf reiner Spracheingabe und -ausgabe basierte, entwickelt. Die fehlende Angabe führte dazu, dass die Aufmerksamkeit der Probanden je nach individueller Toleranz zwischen 3 und 5 Menüpunkten aufrecht erhalten blieb. War das Menü länger, zeigte sich Ungeduld, und die Aufmerksamkeit sank. Ist der Umfang dagegen vorab bekannt, können die Ressourcen und die Memorierungsstrategie entsprechend eingeteilt werden, was gerade bei der Anwendung in der Verkehrssituation von enormer Bedeutung ist (LUDWIG 1998; SALMEN & TAUSCHEK 1999). Während bei graphischen Menüs sowohl explizite (Anzahl, Seitenmenge) wie implizite Optionen (Wahrnehmung des gesamten Menüs, Größe des Scrollbar-Buttons) existieren, den Menüumfang zu vermitteln, steht im akustischen Modus nur die Verbalisierung dieser Information zur Verfügung.

¹ Das Projekt SIMBA (Simulation des intelligenten maschinellen Beifahrers) wurde an der Universität Regensburg in Kooperation mit DaimlerChrysler von 1996 bis 1999 durchgeführt.

Graphische Auswahllisten ermöglichen es ferner, die *aktuelle Position* zu vermitteln. Ist das komplette Menü ersichtlich, erschließt sich die Listenposition in Relation zum Menüanfang und zum Menüende. Bei umfangreicheren Auswahllisten kann auf Hilfsmittel zurückgegriffen werden, wie etwa Seitennumerierungen oder Scrollbars, die durch den mitwandernden Button die relative Position anzeigen. Zwar existieren auch akustische Pendants zur Scrollbar, allerdings setzen diese i.d.R. eine Lernphase voraus (BREWSTER ET AL. 1994), was dem Anspruch der intuitiven Verständlichkeit, die gerade in der Verkehrssituation relevant ist, nicht entspricht. Geeignet für den akustischen Modus ist dagegen die Numerierung der Menüpunkte, die im Zusammenhang mit der Nennung des Menüumfangs auf die noch zu erwartende Informationsmenge schließen lässt.

Eine explizite Kommentierung der Menüpunkte, ob diese direkt zu einer Informationsausgabe führen oder zu einem *Untermenü* ist dagegen wenig probat, wobei auch der Verzicht auf diese Informationen lediglich als suboptimal gelten kann. Andererseits kommt der sprachlichen Menüausgabe die zusätzliche Funktion zu, die Inhaltsstruktur des Systems zu vermitteln. D.h. Benutzer werden damit rechnen, dass sich die Menüauswahl über mehrere Ebenen erstrecken wird. Orientiert man sich bei der Menüstrukturierung zudem an realen Objekten kann dadurch die Menüfolge und -tiefe implizit ausgedrückt werden: Bei IABA bestand die erste Ebene aus funktionalen Kategorien wie *Fahren* oder *Raumklima*. Auf der zweiten Ebene waren die zugehörigen Systeme aufgelistet, wie *Tempomat* oder *Klimaanlage*. Handelte es sich um komplexe Systeme, führte deren Aufruf zu einem weiteren Menü der einzelnen Funktionen. Bei einfachen Systemen wie etwa der *Sitzheizung* führte die Auswahl dagegen direkt zur Ausgabe des Erklärungstexts (SALMEN & TAUSCHEK 1999; SALMEN ET AL. 1999).

Weiterhin sollte das *Ende des Menüs* signalisiert werden. Zwar impliziert die Angabe des Menüumfangs und die Numerierung diese Information, es erfordert jedoch eine Transferleistung des Benutzers, was im Sinne der Aufgabenangemessenheit vermieden werden sollte. Aufgrund der Aufgabenangemessenheit sollte dem Benutzer auch der *Zeitpunkt der Eingabemöglichkeit* vermittelt werden. Da diese beiden Dialogschritte in direkter zeitlicher Abfolge stehen, können sie innerhalb einer Systemrückmeldung zusammengefasst werden. Ein akustisches Signal hätte den Vorteil, dass es kurz ist; allerdings ist dessen Semantik erst zu erlernen. Besteht Ungewissheit über die Bedeutung, was bei erstmaligen oder seltenen Benutzern der Fall sein kann, kann der Memorierungsprozess beeinträchtigt werden (BALLAS & MULLINS 1991).

Aus Gründen der Transparenz ist deshalb eine verbale Rückmeldung vorzuziehen.

Ein wesentliches Kriterium ist ferner die Vermittlung des Auswahlprozesses. Insbesondere im Bereich der Telephonie wird dies oft durch ausführliche verbale Instruktionen vorgenommen, die ihren Ursprung in der DTMF²-Technologie haben. Instruktionen der Art *Wenn Sie Hilfe brauchen, sagen Sie Hilfe* sind nicht nur redundant sondern auch ineffektiv (BALENTINE 1999). Da die Menüausgabe die Aktion der Auswahl impliziert, ist es ausreichend, eine einmalige Aufforderung am Ende des Menüs zu geben (LUDWIG ET AL. 1996).

Bei der Verbalisierung von Metainformationen ist generell darauf zu achten, dass diese so knapp wie möglich gehalten sind. Gerade bei häufigerem Gebrauch führen immer wiederkehrende wortreiche Anweisungen schnell zu Langeweile (DE VRIES & JOHNSON 1997) oder gar Enerviertheit, wenn Formulierungen über die nötigen Informationen hinausgingen (LUDWIG 1998). Nicht zuletzt spielt der Zeitfaktor eine entscheidende Rolle. Im Rahmen von IABA hat sich gezeigt, dass die in Tabelle 1 angeführten Feedbacks als minimale Information ausreichend und gleichzeitig unmissverständlich waren (SALMEN ET AL. 1999).

Feedback-Funktionen	IABA-Feedbacks
Erkannte Eingabe	<i>Thema</i>
Menüumfang	Es gibt <i>n</i> Themen:
Menüposition	[Numerierung der Themen]
Menüende & Eingabeaufforderung	Welches Thema wollen Sie?

Tab. 1: Sprachliche Metainformationen

3 Die visuelle Komponente

Die Motivation der visuellen Ergänzung liegt darin, die Memorierung der Menüpunkte zu unterstützen. Insofern stellt sich die Frage, ob die Wiederholung der Metainformationen im visuellen Modus nötig ist. Dagegen spricht das Prinzip, redundante und irrelevante Informationen zu vermeiden, da sie von den zentralen Punkten ablenken und unter Umständen die Informationsverarbeitung behindern können (MULLET & SANO 1995: 126-29; HASEBROOK 1995: 64-66). Andererseits sollte im Sinne der Selbstbeschreibungsfähigkeit

² DTMF steht für Dual Tone Multiple Frequency.

und der Konsistenz der Systemzustand auch über das Display jederzeit ersichtlich sein.

Das *Anfragefeedback* dient als Rückmeldung über die erkannte Eingabe und die darauf folgende Aktion. Bei korrekter Erkennung wäre die visuelle Wiederholung redundant, und bei einer Fehlererkennung wäre die Displayausgabe ohne Relevanz, wodurch darauf verzichtet werden kann. Als sinnvoll kann dagegen die Anzeige des Kontexts im Sinne einer Überschrift erachtet werden. Gerade in der Verkehrssituation können plötzlich auftretende Ereignisse die volle Aufmerksamkeit fordern, wobei über das Anfragefeedback der Kontext der abgebrochenen Menüauswahl direkt wieder hergestellt werden kann. Nicht unproblematisch ist die Darstellung jedoch bei mehrseitigen Menüausgaben. Da die Leseperformanz mit zunehmender Informationsmenge sinkt und die Information möglichst mit einem bzw. wenigen Blicken wahrgenommen werden soll, gilt eine maximale Anzahl von vier bis fünf Zeilen bzw. Menüpunkten als optimal (KOZMA 1991). D.h. alle Menüs, die länger sind, sollten als Teillisten auf mehrere Seiten verteilt werden. Aus Gründen der Konsistenz müsste die Kontextinformation auf jeder Seite erscheinen, was teilweise zu einer unnötigen Erhöhung der Seitenanzahl und auch zu einer Vermehrung der Informationsmenge führen würde. Da dies einer schnellen Informationsaufnahme entgegensteht, sollte auf die visuelle Darstellung verzichtet werden.

Die Angabe über die *Menülänge* ist ebenfalls als redundant und damit als verzichtbar zu betrachten. Der einmalige Verweis darauf sollte genügen. Der primäre Zweck im sprachlichen Modus ist ferner, dass der Benutzer seine Aufmerksamkeit entsprechend der zu erwartenden Informationsmenge einteilen kann. Die Persistenz der visuellen Ausgabe erfordert dagegen keine kontinuierliche Aufmerksamkeit. Relevant ist allerdings, die *Numerierung* der Menüpunkte beizubehalten. Insbesondere, wenn die Nennung der Nummer als alternative Eingabemöglichkeit dient, muss die Zuordnung zu den Menüpunkten explizit sein.

Erforderlich ist ferner die Signalisierung des *Menüendes* bzw. bei der Ausgabe von Teilmenüs die Anzeige der *Fortsetzung*. Standardisierte Darstellungsformen bei graphischen Benutzeroberflächen sind Navigationsbuttons, die mit Richtungspfeilen gekennzeichnet sind, wobei diese allein stehen oder in einer Scrollbar integriert sein können. Bei letzterer kann zudem die relative Position über den Positionsbutton abgelesen werden. Alternativ können die Seitenzahlen explizit ausgedrückt werden: entweder in der Form *1 v. 3* oder in direkter Reihenfolge der einzelnen Seitenzahlen, wobei die aktuelle Seitenzahl markiert ist. Da die Menüs aufgrund der Memorierungskapazität in

markiert ist. Da die Menüs aufgrund der Memorierungskapazität in ihrer Länge relativ begrenzt sind und der Umfang bereits bekannt ist, kann auf die explizite Seitenangabe verzichtet werden. Die Darstellung von Pfeilen ist nicht nur ausreichend, als Symbole sind sie zudem schneller zu interpretieren (ZEIDLER & ZELLNER 1992: 59-60; HERCZEG 1994: 79-80). Sofern das Menü nach oben und / oder nach unten fortgesetzt wird, können entsprechende Richtungspfeile eingeblendet werden. Der Anfang und das Ende des Menüs können durch das Ausblenden der jeweiligen Pfeile implizit ausgedrückt werden.

Verzichtbar ist wiederum die textuelle Darstellung der *Eingabeaufforderung*, da diese im Handlungskontext impliziert ist. Allerdings kann der aktive Zustand des Spracherkenners symbolisiert werden, wobei hier im Gegensatz zum akustischen Modus auch die Dauer der Eingabemöglichkeit angezeigt werden kann. Da i.d.R. die Erkennung nach einer gewissen Zeit automatisch deaktiviert wird, sofern keine Eingabe gemacht wird, erhält der Benutzer die entsprechende Rückmeldung. Auch im Fall der Eingabe ist die Rückmeldung über ein eingegangenes Signal als aufgabenangemessen zu sehen.

Da anzunehmen ist, dass sich eine konsekutive visuelle Menüausgabe unterstützend auf die Bewusstseinshaltung auswirkt, die sprachliche Interaktion als primären Modus zu nutzen, stellt sich weiterhin die Frage, was während der Sprachausgabe auf dem Display erscheint. Um jegliche Ablenkung von der sprachlichen Ausgabe zu vermeiden, wäre ein schwarzes Display zu bevorzugen. Da der aktuelle Systemzustand über den akustischen Modus vermittelt wird, kann der Anspruch der Selbstbeschreibungsfähigkeit als erfüllt gelten. Dennoch könnte eine Verunsicherung hinsichtlich der Displayfunktion auftreten. Ein schwarzes Display lässt nicht erkennen, ob dies intendiert oder einer Störung zuzuschreiben ist. Andererseits könnte durch die Nachrangigkeit der visuellen Ausgabe die Notwendigkeit einer steten Funktionsbestätigung des Displays relativiert werden.

Als Interimsanzeige können drei Möglichkeiten in Betracht gezogen werden: 1) eine Defaultanzeige, 2) ein Symbol, das die Sprachausgabe signalisiert und 3) ein Anfragefeedback. Die *Defaultanzeige* kann, wie ihr Wortlaut bereits impliziert, nur die generelle Funktionalität des Displays bestätigen, wobei sich hier eine Anzeige in symbolischer Form anbietet, wie z.B. das Fahrzeuglogo oder, falls es sich um eine zentrale Schnittstelle mehrerer Systeme handelt, ein Piktogramm, das das aktive System signalisiert. Da der Informationsgehalt eines Symbols mit einem kurzen Blick erfasst werden kann, ist allenfalls von einem minimalen Ablenkungspotential auszugehen. Ein *Symbol*

zur Signalisierung der Sprachausgabe hätte neben der schnellen Wahrnehmung zudem den Vorteil, den aktuellen Zustand anzuzeigen. Die textuelle Präsentation des *Anfragefeedbacks* gibt darüber hinaus eine inhaltliche Information, was unter dem Aspekt der Selbstbeschreibungsfähigkeit als optimal angesehen werden kann. Allerdings ist die Verarbeitung textueller Information zeitintensiver als von symbolischer, was von der sprachlichen Ausgabe ablenken könnte. Ferner könnte die Intention der konsekutiven visuellen Menüausgabe, die sprachliche Interaktion als Hauptmodus zu suggerieren, durch die textuelle Darstellung verwässert werden.

4 Versuch

Die diskutierten Optionen wurden in einem realen Fahrversuch untersucht, wobei eine exemplarische Bedienungsanleitung als Anwendungskontext diente.

4.1 Das System

Das System war auf einem Standard-PC unter Windows-NT mit VBA implementiert und befand sich während der Versuche im Kofferraum des Testfahrzeugs. Zu bedienen war es über einen Hebel am Lenkrad. Durch Ziehen konnte die Erkennung aktiviert werden bzw. die Ausgabe unterbrochen werden. Der Hebel diente weiterhin zur Kontrolle des Displays. Nach Beendigung der Sprachausgabe konnte durch ein Drücken nach oben zurückgeblättert, bzw. nach unten weitergeblättert werden. Das Display war oberhalb der Mittelkonsole angebracht. Es handelte sich um ein 7 Zoll TFT-Display mit einer Auflösung von 640 x 480.

Die Informationsabfrage war allein über die Menüsteuerung möglich. Die Menüfolge erstreckte sich maximal über drei Ebenen, der Umfang der Menüs lag zwischen 3 und 14 Menüpunkten. Nach der Systemaufforderung zur Eingabe wurde der Spracherkenner automatisch aktiviert. Die akustische Menüausgabe blieb unabhängig von den visuellen Ergänzungen unverändert.

Als Ergänzungen dienten vier Displayvarianten. Bei zwei Varianten erfolgte die Displaypräsentation des Menüs erst nach Beendigung der Sprachausgabe. Hier wurde während der Sprachausgabe einmal die inhaltslose Defaultanzeige in Form des Fahrzeuglogos dargestellt (*Logo*) und einmal die Anfrage als Feedback visualisiert (*Feedback*). Bei den anderen beiden Varianten wurde das Menü bereits parallel zur Sprachausgabe dargestellt und stand danach

weiterhin zur Verfügung. Die simultanen Menüausgaben erfolgten einmal im Blättermodus (*Paging*) und einmal im Scrollmodus (*Scrolling*). Die visuelle Menüausgabe setzte gleichzeitig zur Ausgabe der akustischen Menüpunkte ein. Bei der Variante *Paging* blieb das Display während der akustischen Ausgabe des Anfragefeedbacks und des Menüumfangs schwarz, während bei der Version *Scrolling* das Anfragefeedback eingeblendet wurde. Ferner wurde bei letzterer der aktuelle Menüpunkt durch Highlighting hervorgehoben, der immer an der zweiten Position des sichtbaren Menüs war. Die visuellen Menüausgaben nach der Sprachausgabe waren für alle Varianten im Blättermodus. Mehrseitige Menüs wurden durch Pfeile an der rechten Seite dargestellt, die in die entsprechende(n) Fortsetzungsrichtung(en) wiesen.

Sprachausgabe	Logo	Feedback	Paging	Scrolling
Anfrage-Feedback	Fahrzeuglogo	Vis. Anfrage-	Black Screen	Vis. Anfrage-
<i>Es gibt x Themen:</i>	(Defaultanzeige)	Feedback	"	Feedback
Menü	"	"	Visuelles Menü;	Visuelles Menü;
<i>Welches Th. wollen Sie?</i>	"	"	(Blättermodus)	(Scrollingmodus)
Erkennung	Visuelles Menü	Visuelles Menü	Visuelles Menü	Visuelles Menü

Tab. 2: Zustände der Systemvarianten

4.2 Der Versuchsablauf

Dem Versuch wurde ein *Within subject design* zugrunde gelegt, durch dessen intrasubjektive Vergleiche Einflussgrößen aufgrund individueller Differenzen reduziert und auf eine Standardisierung verzichtet werden konnte (BORTZ 1993). Zwölf erfahrene Fahrer machten jeweils vier Versuchsfahrten innerhalb von zwei Wochen. Als Strecke diente ein ca. 15 km langer Rundkurs durch die Stadt Regensburg, der durch die Innenstadt, Wohn- und Gewerbegebiete sowie über eine Umgehungsstraße führte und damit die diversen Schwierigkeitsgrade nach FASTENMEIER (1995) erfasste (cf. DAHMEN-ZIMMER ET AL. 1999). In der ersten Fahrt wurde die Versuchsstrecke ohne Systembedienung abgefahren, um eine Kontrollbedingung zu erhalten (F1). Im Anschluss wurden aus Gründen der Kapazität pro Versuchsperson drei der vier Systemvarianten getestet (F2-F4). Um die entstehenden Lerneffekte zu nivellieren, wurde die Reihenfolge der zum Test gegebenen Systemvarianten permutiert, so dass bezüglich der Reihenfolgeposition eine einheitliche Verteilung resultierte.

Pro Fahrt erhielten die Probanden acht Aufgaben, die als klassische Bedienungsanleitungsfragen gelten können. Der Beginn der einzelnen Aufgaben war an bestimmten Streckenabschnitten festgemacht, um die Bearbeitung in

schwierigen Fahrsituationen sicherzustellen (*Testing the limits*). Die Varianten wurden hinsichtlich einer effizienten Systeminteraktion, der subjektiven Belastungssituation und der Verkehrssicherheit überprüft. Dazu dienten Fragebögen für die Probanden, die Beurteilung des Fahrverhaltens durch einen assistierenden Fahrlehrer sowie eine anschließende Analyse der Systeminteraktion anhand von Videoaufzeichnungen.

5 Ergebnisse

Es wurden die Hypothesen aufgestellt, dass 1) die konsekutive Menüausgabe die sprachliche Interaktion als primären Modus besser unterstützt, was zu einer effizienten Systeminteraktion und einem stabilen Fahrverhalten führt; und 2) dass bei primärer sprachlicher Interaktion die Darstellung von redundanten visuellen Metainformationen verzichtbar ist. Da jeder Versuchsperson nur drei der vier Varianten zum Test gegeben wurde, resultierten daraus unterschiedliche Messreihen, wodurch die statistischen Vergleiche über T-Tests für gepaarte Stichproben vorgenommen wurden. Die Bewertungen der Probanden wurden anhand von bipolaren Analogskalen vorgenommen. Auf einer horizontalen Linie markierten sie die für sie zutreffende Position zwischen zwei Polen, z.B. *gut* – *schlecht*. Die Markierungen wurden in Millimetern ausgemessen, was einen Bereich von 0 bis 38 ergab. Die Ergebnisse wurden für die Darstellung auf den Bereich [0, 1] normalisiert.

5.1 Bewertung der Metainformationen

Die **akustischen Metainformationen** wurden von den Probanden für positiv und ausreichend befunden. Die Wiederholung der Anfrage wurde auf der Analogskala im Mittel mit 0,80 bewertet. Die Angabe der Menülänge inform der Ausgabe *Es gibt x Themen* wurde mit durchschnittlich 0,84 bewertet.

Die **visuelle Anzeige des Anfragefeedbacks** erwies sich im Rahmen der Befragung als weniger relevant. Die existente Anzeige wurde zwar relativ hoch bewertet, nämlich mit durchschnittlich 0,68 bei der Variante *Feedback* und mit 0,79 bei der Variante *Scrolling*; die Anzeige wurde jedoch in den anderen Fällen nicht vermisst. Bei den Varianten *Logo* und *Paging* wurde dies im Mittel jeweils mit 0,16 angegeben. Die intrasubjektiven Vergleiche zwischen den Versionen *Feedback* und *Scrolling* ($p = ,136$) sowie zwischen *Logo* und *Paging* ($p = ,287$) waren jeweils nicht signifikant.

Bei den Versionen *Logo* und *Paging* war allerdings eine gewisse Verunsicherung hinsichtlich der Displayfunktionalität zu verzeichnen, sofern der aktuelle **Systemzustand** nicht abzulesen war. Die Verunsicherung durch die Defaultanzeige bei der Version *Logo* betrug durchschnittlich 0,16. Das zeitweilig schwarze Display bei der Version *Paging* wurde diesbezüglich mit 0,24 bewertet. Die mittlere Differenz zwischen den beiden Varianten war nicht signifikant ($p = ,361$).

In einem abschließenden **Ranking von Displayanzeigen**, welche während der Sprachausgabe favorisiert werden würden, wurde ein schwarzes Display dennoch an letzte Position (1,25) gesetzt. An Position 3 war die Defaultanzeige (1,75), an Position 2 eine Statusanzeige, die die aktive Sprachausgabe signalisiert (3,33) und an Position 1 das visuelle Anfragefeedback (3,67).

Das **visuelle Feedback über die geöffnete Erkennung**, das in Form eines roten Balkens am Display erschien, wurde positiv beurteilt. Bei der Version *Logo* betrug die mittlere Bewertung 0,84, bei der Version *Feedback* 0,87, bei der Version *Paging* 0,92 und bei der Version *Scrolling* 0,89. Im intrasubjektiven Vergleich zeigten sich keine signifikanten Differenzen.

	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)		Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)
L – F	-0,08	0,21	,405	F – P	0,02	0,05	,317
L – P	0	0	1,000	F – S	-0,04	0,09	,267
L – S	-0,08	0,31	,534	P – S	0,02	0,08	,595

Tab. 3: Bewertung der Anzeige des aktiven Spracherkenners

Die Anzeige mittels **Pfeilen**, die am rechten Displayrand erschienen, um weitere vorausgehende bzw. nachfolgende Seiten anzuzeigen, wurde von allen außer 1 VP als probat beurteilt. Diese kritisierte, dass die Pfeile nicht auffällig genug waren.

Fazit: Aus Sicht der Probanden kann die Hypothese, dass auf redundante visuelle Informationen verzichtet werden kann, nicht eindeutig bestätigt werden. Die fehlende Anzeige des visuellen Anfragefeedbacks wurde zwar nicht vermisst, doch von allen Optionen, welche Anzeige während der Sprachausgabe erscheinen sollte, favorisiert. Eindeutig zeigte sich dagegen, dass auch im multimodalen Kontext über jede Komponente der Systemzustand abzulesen sein sollte.

5.2 Systeminteraktion

Weiterhin wurde die Systeminteraktion daraufhin untersucht, inwieweit diese von den diversen Varianten beeinflusst wurde. Ein eindeutiges Bild ergab sich hinsichtlich des visuellen Ablenkungspotentials zwischen der konsekutiven und der simultanen Menüausgabe. Die **Blicke während der Sprachausgabe** auf das Display betragen bei der Version *Logo* durchschnittlich 26,2, bei der Version *Feedback* 39,9, bei der Variante *Paging* 102,7 und bei der Variante *Scrolling* 99,7. Die Differenzen im intrasubjektiven Vergleich zwischen den konsekutiven und den simultanen Varianten waren alle signifikant (cf. Tab. 4). Zwischen den konsekutiven Varianten *Logo* und *Feedback* zeigte sich noch eine marg. signifikante Differenz von 20,2 Blicken. Stellt man die Blickzuwendungen in Relation zu den ausgegebenen Menüpunkten, ergaben sich für die Version *Logo* 0,2 Blicke pro Menüpunkt, bei der Version *Feedback* 0,3 Blicke, bei der Version *Paging* 0,8 Blicke und bei der Version *Scrolling* 0,9 Blicke.

	Blicke während der Spracheingabe			Blicke während der Sprachausgabe			Blicke nach der Sprachausgabe		
	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)
L – F	-15,7	33,2	,301	-20,2	20,3	,059	-16,8	29,0	,214
L – P	-7,2	21,9	,459	-77,8	35,5	,003	-2,2	16,6	,762
L – S	-19,7	24,9	,111	-76,2	26,8	,001	6,2	29,3	,628
F – P	-0,5	34,8	,973	-78,8	27,8	,001	10,3	20,6	,275
F – S	4,5	7,3	,192	-63,0	31,0	,004	20,5	16,9	,031
P – S	13,5	36,0	,401	3,0	29,9	,815	-3,7	23,6	,719

Tab. 4: Absolute Displayblicke

Bei der Häufigkeit der Blickzuwendungen auf das Display, **nachdem die Sprachausgabe beendet war**, stellten sich die Differenzen allerdings wieder ein. Pro Fahrt wurden bei der Version *Logo* durchschnittlich 27,9 mal auf das Display gesehen, bei der Version *Feedback* 41,4 mal, bei der Version *Paging* 27,8 mal und bei der Version *Scrolling* 23,1 mal. Die Tendenz der häufigeren Blickzuwendungen bei der Version *Feedback* bestätigte sich im intrasubjektiven Vergleich nur zur Version *Scrolling* (cf. Tab. 4). Im Vergleich der Blickzuwendungen pro erhaltener Menüpunkte traten keine Differenzen auf. Im Mittel beliefen sie sich in der Version *Logo* auf 0,3 Blicke und in den anderen Versionen auf 0,4 Blicke pro Menüpunkt.

Weiterhin war **während der Spracheingabe** bei allen Varianten eine hohe Blickfrequenz zu beobachten. Bei der Version *Logo* waren dies im Mittel 72,2 Blicke, bei der Version *Feedback* 84,0 Blicke und bei den Versionen *Paging* und *Scrolling* jeweils 78,1 Blicke. Setzt man die Blicke in Zusammenhang mit den Benutzereingaben, ergeben sich im Mittel etwa 2 Blicke pro Eingabe. Bei der Version *Logo* waren bei durchschnittlich 36,6 Eingaben 2,0 Blicke zu verzeichnen, bei der Version *Feedback* bei 34,4 Eingaben 2,4 Blicke, bei der Version *Paging* bei 38,7 Eingaben 2,0 Blicke und bei der Version *Scrolling* bei 34,1 Eingaben 2,3 Blicke. Zwischen den Varianten zeigten sich keine signifikanten Differenzen (cf. Tab. 4). Dies deutet darauf hin, dass die bloße visuelle Anzeige über den Erkennerstatus nicht ausreichend war. Im Gegensatz zu einem SIMBA-Versuch, der bei stehendem Fahrzeug durchgeführt wurde (SALMEN ET AL. 1999), war in der Verkehrssituation, in der zahllose visuelle Reize verarbeitet werden, die Aufmerksamkeitsschwelle nicht mehr hoch genug, um aus dem Augenwinkel heraus wahrgenommen zu werden. Folglich ist der Erkennerezustand mit einem zusätzlichen Signal zu indizieren.

Bezüglich der Frage, **wie die Probanden insgesamt mit der sprachlichen Ausgabe zurechtkamen**, ergaben die mittleren Bewertungen bei der Variante *Logo* 0,74, bei der Version *Feedback* 0,85, bei der Version *Paging* 0,85 und bei der Version *Scrolling* 0,80. Die Differenzen zwischen den Varianten erweisen sich alle als nicht signifikant. Auffällig war jedoch, dass in der Kombination von erster Fahrt und Systembedienung nur bei der Variante *Logo* die Bewertungen deutlich niedriger waren, nämlich 0,51. Bei der Version *Feedback*, bei der die Menüausgabe ebenfalls konsekutiv erfolgte, blieben die Bewertungen dagegen konstant. Vergleicht man nur die Bewertungen von Fahrt 3 und Fahrt 4 waren auch die Differenzen der Mittelwerte zwischen den Varianten aufgehoben: *Logo* 0,86, *Feedback* 0,84, *Paging* 0,85 und *Scrolling* 0,82. Folglich trat nur bei der Version *Logo* ein Lerneffekt auf.

	Mittlere Differenz	Stand.-Abw.	Sig. (2-seitig)		Mittlere Differenz	Stand.-Abw.	Sig. (2-seitig)
L – F	-0,08	0,30	,548	F – P	-0,04	0,12	,443
L – P	-0,06	0,15	,352	F – S	0,01	0,11	,776
L – S	-0,04	0,31	,790	P – S	0,07	0,09	,112

Tab. 5: Bewertung des Zurechtkommens mit der Sprachausgabe

Im Vergleich der tatsächlichen **Anfrageschritte** (= exklusive zusätzlicher Anfragen aufgrund systembedingter Fehlerkennungen) mit den minimal benötigten ergab sich für die Version *Logo* eine Differenz von 0,8 ($p = ,006$), bei der Version *Feedback* von 1,0 ($p = ,001$), bei der Version *Paging* von 0,9

($p = ,011$) und bei der Version *Scrolling* von 0,5 ($p = ,007$). Betrachtet man die Differenzen zwischen den tatsächlichen und den minimal benötigten Anfrageschritten nach Einstellen des Lerneffekts, also ohne F2, war diese in der Version *Feedback* weiterhin am höchsten mit 0,8 ($p = ,005$). Bei der Version *Paging* reduzierte sich die Differenz auf 0,6 ($p = ,030$) und bei der Version *Scrolling* auf 0,3 ($p = ,026$). Bei der Version *Logo* war die deutlichste Reduktion mit 0,4 ($p = ,014$) zu beobachten.

Hinsichtlich der **vorzeitigen Menüauswahl**, d.h. vorgenommene Eingaben bevor die Menüausgabe beendet war, zeigte sich erneut, dass mit der Version *Logo* der sprachliche Modus am besten unterstützt wurde. Vorzeitige Eingaben aufgrund der akustischen Wahrnehmung kamen hier durchschnittlich 7,8 mal vor, bei der Version *Feedback* 5,3 mal, bei der Version *Paging* 1,2 mal und bei der Version *Scrolling* 0,7 mal. Bei den simultanen Varianten *Paging* und *Scrolling* wurden vorzeitige Eingaben vornehmlich über das Display gemacht, 8,7 mal bzw. 7,6 mal. Sig. Differenzen bezüglich der akustischen Auswahl erwiesen sich im intrasubjektiven Vergleich nur zwischen den Varianten *Logo* und *Paging* mit 6,83 ($p = ,022$) sowie *Logo* und *Scrolling* mit 8,67 ($p = ,014$).

Die Notwendigkeit der **Menüwiederholungen** erstreckte sich bei der Version *Logo* auf ein durchschnittliches Vorkommen von 2,3, bei der Version *Feedback* von 4,2, bei der Version *Paging* von 3,0 und bei der Version *Scrolling* von 3,1. Im intrasubjektiven Vergleich ergaben sich zwischen den Varianten keine signifikanten Differenzen. Lediglich bei der Version *Feedback* ergab sich eine marg. signifikante Differenz von 2,8 zur Version *Scrolling* ($p = ,077$).

Fazit: Die Hypothese, dass die konsekutive Menüausgabe die sprachliche Interaktion als primären Modus besser unterstützt, kann unter dem Aspekt der Systeminteraktion nur für die Version *Logo* eindeutig bestätigt werden. Da sich bei der Version *Feedback* wie bei den simultanen Varianten kein Lerneffekt bezüglich der sprachlichen Interaktion einstellte, sich keine signifikante Differenz zu den simultanen Varianten bezüglich der vorzeitigen akustischen Menüauswahl einstellte und tendenziell die häufigsten Menüwiederholungen vorkamen, ist davon auszugehen, dass die Aufmerksamkeit auf die sprachliche Ausgabe reduziert war. Dies bestätigt ferner die Annahme, dass die Intention der konsekutiven Menüausgabe, die sprachliche Interaktion als primären Modus zu unterstützen, durch die textuelle inhaltliche Darstellung verwässert wurde. Indirekt wurde dadurch auch die Hypothese, dass auf redundante Informationen verzichtet werden kann, bestätigt.

5.3 Subjektive Belastungssituation

Über eine Befragung der Probanden mittels eines Fragebogens wurde weiterhin untersucht, welche Auswirkungen die Systemvarianten auf die subjektive Belastungssituation haben. Als Vergleichswert diente die Kontrollfahrt.

Der entstandene **Zeitdruck** während der Testfahrt war in der Kontrollbedingung mit einer durchschnittlichen Bewertung von 0,06 sehr niedrig. Bei zusätzlicher Systembedienung war jeweils ein Anstieg zu beobachten, wobei dieser bei der Version *Feedback* nicht signifikant und bei der Version *Logo* lediglich marg. signifikant war (cf. Tab. 6).

	Zeitdruck			Stress		
	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)
K	0,06			0,14		
L	+0,14	0,19	,060	+0,10	0,15	,089
F	+0,07	0,12	,135	+0,19	0,15	,006
P	+0,18	0,20	,031	+0,24	0,25	,021
S	+0,11	0,11	,015	+0,20	0,22	,025

Tab. 6: Subjektiver Zeitdruck und Stress

Der **Stress** stieg mit zusätzlicher Systeminteraktion ebenfalls an. Während bei der Version *Logo* der niedrigste Anstieg zu verzeichnen war, der zudem nur marg. Signifikanz erreichte, zeigte sich bei der Version *Feedback* und bei den simultanen Varianten ein deutlich höherer Stresszuwachs, der jeweils signifikant war (cf. Tab. 6).

Die **Bewältigung** der Testfahrt nahm bei allen Varianten ab, wobei dies nur bei den Versionen *Feedback* und *Paging* signifikant war. Bei der Version *Logo* war insgesamt der höchste Rückgang zu verzeichnen (cf. Tab. 7). Allerdings resultiert dieser vornehmlich aus den Angaben aus der ersten Fahrt mit Systembedienung. Vergleicht man lediglich F3 und F4 mit der Kontrollfahrt, ist die Differenz mit 0,05 fast aufgehoben ($p = ,467$). Die Werte der anderen Varianten weisen dagegen nur wenig Veränderung auf, wenn sich die Differenzen zur Kontrollfahrt auch nicht mehr als signifikant erweisen: *Feedback*: 0,12 ($p = ,127$), *Paging*: 0,15 ($p = ,137$) und *Scrolling*: 0,13 ($p = ,269$).

Die **Konzentration** ging gegenüber der Kontrollfahrt bei allen Varianten zurück. Da bei der Kontrollfahrt jeweils die besten Werte vorlagen, ist davon auszugehen, dass der Rückgang an Konzentration auf Unkonzentriertheit

verweist. Ein signifikanter Konzentrationsabfall war bei den Varianten *Scrolling* und *Feedback* festzustellen (cf. Tab. 7).

	Bewältigung			Konzentration		
	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)
K	0,82			0,80		
L	-0,23	0,34	,075	-0,04	0,20	,587
F	-0,17	0,21	,042	-0,12	0,15	,036
P	-0,15	0,17	,034	-0,07	0,16	,255
S	-0,14	0,24	,125	-0,18	0,22	,048

Tabelle 7: Subjektive Bewältigung und Konzentration

Fazit: Da sich bei allen Varianten außer *Feedback* ein erhöhter Zeitdruck einstellte, kann dies als weiteres Indiz dafür gewertet werden, dass hier die Aufmerksamkeit auf die Sprachausgabe reduziert war. Der Stress stieg allerdings wie bei den simultanen Varianten signifikant an, was auf die vermehrte Displayzuwendung zurückzuführen ist, was auch in Unkonzentriertheit resultierte. Die relativ niedrige Bewältigung bei der Version *Logo* in der ersten Fahrt mit Systembedienung geht mit dem Lernprozess bezüglich der sprachlichen Interaktion einher. Damit können auch aus der Perspektive der subjektiven Belastungssituation die Hypothesen bestätigt werden.

5.4 Fahrverhalten

Schließlich wurde der Einfluss der Varianten auf das Fahrverhalten analysiert, wobei die Kontrollbedingung wieder als Vergleichsmaß diente. Ein Kriterium war dabei das verkehrsrelevante Blickverhalten, das in Sicherheits- und Tachoblicke unterteilt wurde. Die **Sicherheitsblicke** umfassten Blicke in die Rückspiegel sowie seitliche und rückwärtige Blicke, um die Verkehrssituation bei Spurwechseln oder Abbiegevorgängen zu erfassen. Die höchsten Reduktionen lagen bei den Varianten *Feedback* und *Paging* vor, die jeweils signifikant waren. Der niedrigste Rückgang war bei der Version *Logo* zu verzeichnen, der zudem nicht signifikant war (cf. Tab. 8).

Als **Tachoblicke** wurden Blicke auf die Armaturenanzeigen bezeichnet, da sie meist zur Kontrolle der Geschwindigkeit dienen (cf. DAHMEN-ZIMMER ET AL. 1999). Wiederum zeigten sich die Reduktionen bei den Versionen *Feedback* und *Paging* als signifikant. Der größte Rückgang war dennoch bei der Version *Scrolling* zu verzeichnen, der aber nur marg. Signifikanz erreichte (cf. Tab. 8).

	Sicherungsblieke			Tachoblicke		
	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Stand.- Abw.	Sig. (2-seitig)
K	139			112		
L	-15,0	24,9	,108	-36,3	54,8	,082
F	-24,7	31,7	,048	-30,9	18,1	,001
P	-24,4	9,7	,000	-41,1	40,3	,016
S	-20,6	31,5	,086	-49,1	66,6	,058

Tab. 8: Absolute Sicherungs- und Tachoblicke

Das Fahrverhalten erfuhr weiterhin durch den assistierenden Fahrlehrer eine Gesamtbeurteilung nach den Kategorien *Sicherheit*, *Kontrolle* und *zügiges Fahren* von 1 (sehr ausgeprägt) bis 5 (wenig ausgeprägt). Bezüglich der Sicherheit stellten sich bei keiner Variante signifikante Differenzen zur Kontrollfahrt ein. Bezüglich der Kontrolle über die Verkehrssituation stellte sich bei der Version *Paging* eine signifikante und bei der Version *Scrolling* eine marg. signifikante Differenz ein. Das zügige Fahren reduzierte sich signifikant bei den Versionen *Logo* und *Paging*.

	Sicherheit			Kontrolle			Zügiges Fahren		
	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)
K	2,3			2,1			2,0		
L	+,22	,83	,447	+,33	,71	,195	+,78	,44	,001
F	+,11	,60	,594	+,22	,83	,447	+,78	1,20	,088
P	+,22	,83	,447	+,44	,53	,035	+,67	,71	,022
S	0	,71	1,000	+,33	,50	,081	+,44	,88	,169

Tab. 9: Gesamtbeurteilung

Ferner wurden während der Fahrt Verstöße im Geschwindigkeitsverhalten festgehalten. Die Verstöße wurden von 1 (leichte Behinderung) bis 6 (Eingreifen des Fahrlehrers) gewichtet und pro Fahrt summiert. Hier zeigte sich bei der Version *Scrolling* ein signifikanter Anstieg, der fast ausschließlich auf Tempoüberschreitungen basierte. Bei der Version *Feedback* zeigte sich ein marg. signifikanter Anstieg, der sowohl auf Tempoüberschreitungen wie -unterschreitungen basierte, in der Unterscheidung jedoch keine Signifikanz mehr erreichte (cf. Tab. 10).

Fazit: Insgesamt zeigte sich bei keiner Variante eine signifikante Reduktion der Sicherheit. Allerdings ließen sich qualitative Unterschiede beobachten.

Bei der Version *Logo* war lediglich ein Rückgang des zügigen Fahrens zu verzeichnen. Die Version *Feedback* nimmt dagegen wiederum eine Zwischenstellung ein. Die Sicherungsblicke wurden reduziert, aber im Gegensatz zur Version *Paging* blieb die Kontrolle über die Verkehrssituation aufrechterhalten. Die reduzierten Tachoblicke führten nur zu einer marg. signifikanten Differenz im Geschwindigkeitsverhalten, während bei der Version *Scrolling* trotz marg. signifikant reduzierter Tachoblicke mehr Tempoüberschreitungen vorkamen. Insofern kann die Hypothese, dass eine primäre sprachliche Systeminteraktion ein stabiles Fahrverhalten ermöglicht wiederum nur für die Version *Logo* bestätigt werden.

	Geschwindigk.-verstöße			G-Tempoüberschreit.			G-Tempounterschreit.		
	Mittle- re Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittle- re Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)	Mittlere Diff.	Stand.- Abw.	Sig. (2-s.)
K	10,1			9,5			0,6		
L	+2,33	4,18	,133	+1,00	2,69	,298	+1,22	2,64	,202
F	+2,67	3,84	,071	+,78	3,46	,519	+1,78	4,02	,222
P	+1,44	5,15	,425	-1,11	1,96	,128	+2,67	4,74	,130
S	+2,56	2,74	,023	+2,11	2,52	,036	+,44	1,01	,225

Tab. 10: Geschwindigkeitsverhalten

6 Fazit

Der Anspruch an das Systemdesign, dem Benutzer die primäre Nutzung der Sprache als Interaktionsmodus zu suggerieren, kann nur durch eine konsekutive visuelle Menüausgabe erreicht werden. Um die volle Konzentration auf die Sprachausgabe zu lenken, muss auf jegliche textuelle Darstellungen auf dem Display verzichtet werden. Bereits die Anzeige des Anfragefeedbacks bedeutet eine Ablenkung, die in einer ineffizienteren Systeminteraktion resultiert und sich in der Konsequenz negativ auf das Fahrverhalten auswirkt. Entsprechend sind alle Metainformationen, die über den akustischen Kanal vermittelt werden können, sprachlich oder akustisch auszugeben, um kontinuierlich in diesem Modus agieren zu können. Redundante visuelle Metainformationen sind für eine effiziente Systeminteraktion nicht erforderlich. Als relevant erwies es sich allerdings, dass über alle Komponenten der aktuelle Systemzustand jederzeit wahrnehmbar ist, um Verunsicherungen der Benutzer zu vermeiden. Dabei sind symbolische Anzeigen zu präferieren, da sie schnell erfassbar sind und dadurch die akustische Informationsverarbeitung nicht beeinträchtigen.

7 Literatur

- Balentine, B. 1999. "Re-engineering the Speech Menu. A 'Device' Approach to Interactive List-Selection." In: D. Gardner-Bonneau (ed.). 1999. Human Factors And Voice Interactive Systems. Kluwer Academic Publishers. 205-35.
- Ballas, J.A. und T. Mullins. 1991. "Effects of Context on the Identification of Everyday Sounds." *Human Performance* 4 (3). 199-219.
- Becker, S., M. Brockmann, E. Bruckmayr, O. Hofmann, R. Krause, A. Mertens, R. Nin und J. Sonntag. 1995. *Telefonieren am Steuer*. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW.
- Bengler, K. 1995. *Gestaltung und experimentelle Untersuchung unterschiedlicher Präsentationsformen von Wegleitungsinformationen in Kraftfahrzeugen*. Regensburg: S. Roderer Verlag.
- Bortz, J.. 1993. *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin u. Heidelberg: Springer Verlag.
- Brewster, S.A., P.C. Wright und A.D.N. Edwards. 1994. "The Design and Evaluation of an Auditory-Enhanced Scrollbar." In: *Human Factors in Computing Systems. CHI '94 Conference Proceedings*. New York: ACM Press. 173-79.
- Dahmen-Zimmer, K., M. Kostka, W. Piechulla, I. Scheufler und A. Zimmer. 1999. "KOMI-ZIF. Kompendium für dedizierte Methoden bei der Untersuchung von informationellen Zusatz Tätigkeiten im Fahrzeug." Projektbericht. Universität Regensburg.
- De Vries, G. und G.I. Johnson. 1997. "Spoken Help for a Car Stereo: An Explanatory Study." *Behavior & Information Technology* 16 (2). 79-87.
- Färber, B. 1987. *Geteilte Aufmerksamkeit. Grundlagen und Anwendung im motorisierten Straßenverkehr*. Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Fastenmeier, W. 1995. "Die Verkehrssituation als Analyseeinheit im Verkehrssystem." In: W. Fastenmeier (ed.). 1995. *Autofahrer und Verkehrssituation. Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Strassensysteme*. Köln: Verlag TÜV Rheinland. 27-78.
- Franz, E.A., H.N. Zelaznik und A. Smith. 1992. "Evidence of Common Timing in the Control of Manual, Orofacial, and Speech Movements." *Journal of Motor Behavior*, 24. 281-87.
- Hasebrook, J. 1995. *Multimedia Psychologie. Eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation*. Heidelberg u.a.: Spektrum Akademischer Verlag.
- Herczeg, M. 1994. *Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation*. Bonn u.a.: Addison-Wesley.
- Kozma, R.B. 1991. "Learning with Media." *Review of Educational Research* 61 (2). 179-211.
- Ludwig, M. 1998. "Auswertung der Benutzertests des 1. Gesamtprototyps der interaktiven Betriebsanleitung." Projektbericht, Universität Regensburg.
- Ludwig, M., P. Großmann und A. Salmen. 1996. "Test des Erstbetriebmodus." Projektbericht, Universität Regensburg.
- Miller, G.A. 1956. "The Magical Number Seven, Plus Or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information." *Psychological Review* 63 (2). 81-97.

- Mullet, K. und D. Sano. 1995. *Designing Visual Interfaces. Communication Oriented Techniques*. Mountain View, CA.:Sun Soft Press.
- Pashler, H. und J.C. Johnston. 1998. "Attentional Limitations in Dual Task Performance." In: H. Pashler (ed.). 1998. *Attention*. East Sussex: Psychology Press. 155-89.
- Salmen, A. und C. Tauschek. 1999. "Auswertung der Elba-Pretests (Prototyp II)." Projektbericht, Universität Regensburg.
- Salmen, A., C. Tauschek, T. Schnakenberg und B. Wisbauer. 1999. "Auswertung der Elba-Benutzertests (Prototyp III)." Projektbericht, Universität Regensburg.
- Simon, H.A. 1974. "How Big Is a Chunk?" *Science* 183. 482-88.
- Zeidler, A. und R. Zellner. 1992. *Software-Ergonomie. Techniken der Dialoggestaltung*. München u. Wien: R. Oldenbourg Verlag.