

Prof. Dr. J. F. Krems, Dipl.-Psych. A. Keinath,  
 Dipl.-Psych. M. Baumann  
 Technische Universität Chemnitz  
 Dr. K. Bengler  
 BMW AG, München  
 Dr. C. Gelau  
 Bundesanstalt für Straßenwesen,  
 Bergisch Gladbach

## Die Bewertung von visuellen Displaydarstellungen in Kraftfahrzeugen: Vor- und Nachteile der Okklusionsmethode

### Kurzfassung

Die Anzahl von Informationsdisplays in Fahrzeugen nimmt ständig zu: Derzeit halten sog. Navigationssysteme auf breiter Front in Pkw Einzug. Neben vielen positiven Aspekten gibt dieser Trend auch Anlaß zur Befürchtung, daß die Aufmerksamkeit des Fahrers zu stark in Anspruch genommen und er von der eigentlichen Fahraufgabe abgelenkt wird. Um Sicherheitsrisiken zu vermeiden, ist eine unverzichtbarer Auflage an solche Informationsdarstellungen, daß sie schnelle und sichere Informationsaufnahme sowie -verarbeitung gewährleisten und den Fahrer so gering wie möglich beanspruchen. Eine kritische Variable zur Bewertung stellt somit die Zeit dar, die benötigt wird, um solche Darstellungen richtig ablesen zu können. Die Okklusionsmethode bietet die Möglichkeit, sowohl die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung als auch deren Genauigkeit zu erfassen. Es wird entweder die Zeit gemessen, wie lange die Informationsdarstellungen betrachtet werden, oder es wird die Genauigkeit der Ablesung in Abhängigkeit von der Darbietungsdauer der Darstellung ermittelt. In einer Serie von 5 Experimenten wurde das Okklusionsverfahren als Bewertungsinstrument für das Design von einfachen Displays evaluiert. Unter dem Gesichtspunkt der Validität ist von einem solchen Verfahren zu fordern, daß es die Trennung von Informationsdarstellungen mit unterschiedlich hohen Ableseanforderungen erlaubt. In einem ersten Experiment (N = 20) wurde deshalb die Schwierigkeit einer visuellen Suchaufgabe und die Darbietungszeit der dazugehörigen Informationsdarstellung experimentell manipuliert. Es zeigte sich über alle Präsentationszeiten eine signifikant bessere Ableseleistung für einfachere als für komplexere Darstellungen. In einem weiteren Experi-

ment (N = 25) wurde der Frage nachgegangen, inwieweit diese Trennung auch anhand der von Versuchspersonen selbstgewählten Betrachtungszeiten gelingt. Hier wurden für komplexere Informationsdarstellungen signifikant längere Betrachtungszeiten gefunden als für einfachere. Weiter wurde der Frage nachgegangen, inwieweit sich die Okklusionsmethode zur Bewertung der Unterbrechbarkeit von Dialogen eignet. Die Unterbrechbarkeit eines Dialoges wurde durch den Aufwand bei der Wiederaufnahme nach einer Unterbrechung operationalisiert. In diesem Experiment (N = 60) mußte dabei wieder eine visuelle Suchaufgabe bearbeitet werden, die allerdings zweimal unterbrochen wurde. Der Schwierigkeitsgrad der Wiederaufnahme nach den Unterbrechungen wurde durch zufälligen vs. festgelegten Ortswechsel der gesuchten Information variiert. Auch hier zeigte sich, daß in der leichteren Bedingung signifikant bessere Ableseergebnisse erzielt wurden als in der erschwerten Bedingung. In einem weiteren Experiment (N = 45) sollte geklärt werden, wie sich unterbrochene Darbietung (mit und ohne Zweitaufgabe) im Vergleich zu nicht unterbrochener auf die Leistungsmaße der Okklusionsmethode auswirkt. Dabei konnten Befunde aus vorhergehenden Experimenten repliziert werden und zudem wurde gezeigt, daß die Betrachtungszeiten in der nicht unterbrochenen Bedingung signifikant länger waren als in den unterbrochenen. Dies weist darauf hin, daß die Unterbrechungszeit für die Ausführung der Dialogaufgabe um so besser genutzt werden kann, je weniger belastend die Zweitaufgabe ist. Zusammenfassend stellt sich die Okklusionsmethode als geeignetes Instrument zur Bewertung von Informationsdarstellungen dar, da sie sowohl bei vorgegebenen Präsentationszeiten als auch bei selbstgewählten Betrachtungszeiten zwischen unterschiedlich komplexen Darstellungen zu trennen vermag. Zudem weisen die Ergebnisse darauf hin, daß die Okklusionsmethode auch geeignet ist, um Informationsdarstellungen zu trennen, welche die Wiederaufnahme einer Aufgabe nach einer Unterbrechung unterschiedlich schwer gestalten.

### 1 Einführung

Der Einsatz visueller Informationsdarstellungen im Fahrzeug nahm in den letzten Jahren, in erster Linie aufgrund technischer Entwicklungen, erheblich zu (KEBECK, CIELER & POHLMANN, 1997). Ziel und Vorteil dieser Hilfsmittel ist ein Zugewinn an Komfort und Betriebssicherheit, wie es sich

auch an den relativ neuen Systemen zur „route guidance“ (Navigationssysteme) verdeutlichen läßt. Bei allen positiven Aspekten wirft diese Entwicklung allerdings auch die Frage auf, inwiefern nicht auch durch neue, zusätzliche Systeme die „informativische“ Belastung des Fahrzeuglenkers weiter erhöht wird und damit negative Auswirkungen auf die Fahrsicherheit zu erwarten sind. Diese Befürchtung läßt sich anhand zweier exemplarischer Studien leicht nachvollziehen. So fanden beispielsweise WIERWILLE - TIJERINA (1990) durch Analyse, von Unfalldaten im U.S.-Bundesstaat North Carolina, daß ca. ein Viertel aller Unfälle ihre Ursache durch visuelle Ablenkung im Fahrzeuginnenraum haben. Untersuchungen von ROCKWELL (1988) zufolge führen schwer lesbare Informationsdarstellungen zu einer verlängerten Blickabwendung von der Fahrbahn um bis zu 20 %. Aber nicht nur längere, auch häufigere Blickabwendungen sind das Ergebnis der zuletzt zitierten Studie. Die Dringlichkeit der Evaluation von Fahrerassistenz- und Navigationssystemen im Hinblick auf die Vor-, aber auch die Nachteile läßt sich also schwerlich bestreiten.

Das Hauptziel bei der Entwicklung und Gestaltung von Informationssystemen sollte die schnelle und sichere Informationsaufnahme sein, ohne dabei die eigentliche Fahraufgabe zu beeinträchtigen. Diese Forderung findet sich entsprechend im Europäischen Grundsatzkatalog zur Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) für On-board-Informations- und Kommunikationssysteme (Europäische Kommission, 1998, S. 4) als folgender Grundsatz dokumentiert: „2.3.1 Optische Informationen müssen vom Fahrer mit wenigen kurzen Blicken erfaßt werden können, ohne daß das Führen des Fahrzeugs dadurch beeinträchtigt wird.“

Um dieses Gestaltungsziel zu verwirklichen, ist es notwendig, daß Entwicklern eine Methode zur Verfügung steht, mit deren Hilfe Konzepte zum Design visueller Displays bereits in frühen Konstruktionsphasen beurteilt werden können. Ein solches Verfahren kann die Okklusionsmethode sein, die wir in einer Serie von Experimenten im Hinblick auf ihre Validität und Brauchbarkeit in der Beurteilung von Displays evaluiert haben.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, zunächst die Okklusionsmethode als Bewertungsinstrument im Designprozeß darzustellen und anschließend experimentelle Befunde zusammenfassend zu berichten.

## 2 Wie bewertet man visuelle Displays?

Die Frage nach der Bewertung von visuellen Displays ist seit längerem ein Thema der Forschung und hat zu vielfältigen Gestaltungsgrundsätzen geführt (vgl. HELANDER, 1987; WOODSON, TILLMANN & TILLMANN, 1992). Interessant sind in unserem Zusammenhang vor allem Kriterien, die eine effektive Informationsübertragung an den Fahrer gewährleisten sollen. KANTOWITZ und SORKIN (1983) schlagen beispielsweise die Erkennbarkeit (visibility), die Unterscheidbarkeit (distinguishability) und die Interpretierbarkeit (interpretability) der dargebotenen Information als Kriterien zur Bewertung von Displayvarianten vor. Zudem sollten neben der Geschwindigkeit und der Genauigkeit der Informationsaufnahme noch der Lernaufwand und verschiedene Beanspruchungsmaße erhoben werden. Ein weiterer und sehr wichtiger Gestaltungsgrundsatz, der speziell auf die Situation im Fahrzeug zugeschnitten ist - und im folgenden eine Rolle spielt - ist die Forderung, daß unter Sicherheitsaspekten eine Blickabwendung von der Fahrbahn von mehr als 2 Sekunden als nicht tolerierbar angesehen wird (vgl. ZWAHLEN, ADAMS & DEBALD, 1988; FÄRBER, 1990). Diese Zeitmarke spielt auch in anderer Hinsicht eine wichtige Rolle. Da zunehmend komplexere Displays wie Navigationssysteme ihre Verbreitung finden, ist auch darauf zu achten, daß die von diesen Systemen initiierten Dialoge leicht zu unterbrechen sind bzw. nach einer Unterbrechung leicht wieder aufgenommen werden können (vgl. LEISER, 1994; ASHBY & PARKES, 1993). Diese Forderung ist insofern von Bedeutung, als Dialoge, die nach einer Unterbrechung (Blick zurück auf die Straße) ohne großen Aufwand fortgesetzt werden können, es dem Fahrer erleichtern, sich in kritischen Situationen auf seine primäre Fahraufgabe zu konzentrieren. Wird diese Gestaltungsregel verletzt, so ist zu befürchten, daß Fahrzeuglenker zu lange mit der Dialogaufgabe beschäftigt bleiben und die Aufmerksamkeit für die eigentliche Fahraufgabe vernachlässigt wird (vgl. ANTIN, 1993).

Die im vorliegenden Beitrag untersuchte Okklusionsmethode bietet die Möglichkeit, visuelle Displays nach allen drei oben genannten Kriterien zu bewerten. Die Berücksichtigung des Gestaltungsgrundsatzes der maximal tolerierbaren Zeit ist schon alleine durch das Wesen der Methode gewährleistet. Die Methode basiert auf der systemati-

schen Kontrolle der Zeiteinheiten, die einer Person für die Erfassung einer Vorlage zur Verfügung gestellt werden. Kontrolliert wird dabei sowohl die Zeit, wie lange eine relevante Information sichtbar ist, (Betrachtungsdauer oder Präsentationszeit) als auch die Zeit, für die sie nicht sichtbar ist, also die Okklusionszeit. Dabei besteht zum einen die Möglichkeit, die für eine fehlerfreie Informationsaufnahme benötigte Betrachtungszeit von den Versuchspersonen selbst wählen zu lassen und die dabei benötigte Zeit als Maß zu erheben. Zum anderen kann die relevante Information zeitlich begrenzt dargeboten werden und die Genauigkeit und Güte der Informationsaufnahme als Verhaltensvariable erhoben werden. Zusätzlich ist es möglich, die Okklusionsphase, also den Zeitabschnitt, im dem die Primäraufgabe nicht sichtbar ist, zur Bearbeitung weiterer Aufgaben zu nutzen, um die ökologische Validität der Ergebnisse zu erhöhen. Die Methode ist also vom Grundansatz tachistoskopischen Techniken verwandt, die auch schon in frühen Untersuchungen zur Lesbarkeit von unterschiedlichen Anzeigetypen Anwendung fand (z. B. SLEIGHT, 1948).

### 3 Validierung der Methode und Untersuchungsansatz

Im Vordergrund der hier vorgestellten Experimente steht die Frage nach der Validität der Okklusionsmethode bei der Bewertung von Displaydarstellungen. Dabei orientierten wir uns an den oben ausgeführten Forschungen zur Display- und Dialoggestaltung. Mit Bezug auf die Okklusionsmethode bedeutet dies im einfachsten Falle, daß das Verfahren in der Lage sein muß, zwischen unterschiedlich komplex gestalteten Ableseaufgaben (Displays) zu trennen. Es müssen, sofern das Verfahren als „Quick-and-dirty“ Bewertungsverfahren in frühen Designstadien eingesetzt werden kann, verlässliche Unterschiede in den Leistungs- und Bewertungsmaßen bei einfachen versus komplexen Vorlagen gefunden werden. Zudem sollte die Methode Hinweise darauf liefern, wie leicht sich verschiedene Dialogvarianten unterbrechen lassen, bzw. wie schwer die Wiederaufnahme eines Dialogs nach einer Unterbrechung fällt. Dabei sollten sich erneut reliable Unterschiede in den Leistungs- und Bewertungsmaßen der Okklusionsmethode nachweisen lassen.

Im Rahmen einer Validierungsstudie ist ein laborexperimenteller Untersuchungsansatz nahelie-

gend, zumal die Anwendung der Okklusionsmethode vorrangig als Screening-Verfahren gedacht ist, das komplexe Versuchsanordnungen nicht ersetzen, sondern vielmehr ergänzen soll. Dies schließt die Forderung nach ökologisch valideren Simulator- oder Feldstudien natürlich nicht aus.

In einer ersten Reihe von Experimenten wurde der Frage nachgegangen, inwieweit die Okklusionsmethode zwischen unterschiedlich komplex gestalteten Displayvarianten trennt. Dabei wurden zwei Varianten einer Ableseaufgabe konstruiert, deren unterschiedliche Komplexität über die zur Bearbeitung erforderlichen kognitiven Operationen variiert wurde. Es entstanden so jeweils eine einfache und eine komplexe Variante der Ableseaufgabe, die an einem PC-Bildschirm bearbeitet werden mußte. In der einfachen Variante genügte eine einfache Erinnerungsleistung, um die Ableseaufgabe korrekt zu lösen, während in der komplexen Variante eine zusätzliche, kognitiv aufwendige Vergleichsoperation durchgeführt werden mußte.

Da die Okklusionsmethode es zuläßt, sowohl mit vorgegebenen Präsentationszeiten (Experiment 1) als auch mit selbstgewählten Betrachtungszeiten (Experiment 2) zu arbeiten, wurde jeweils ein entsprechendes Experiment durchgeführt.

Um die Validität der Okklusionsmethode zur Bewertung der Unterbrechbarkeit von Dialogen zu prüfen, wurden zwei weitere Experimente mit stillierten Displays durchgeführt. Es wurde jeweils wieder eine einfache und komplexe Variante einer visuellen Suchaufgabe konstruiert, die am Bildschirm eines PC bearbeitet werden mußten. In der einfachen Variante war die Wiederaufnahme des Dialoges insofern erleichtert, als ein gesuchter Eintrag im Display nach jeder Unterbrechung an vorhersehbarer Stelle zu finden war. Im Gegensatz dazu konnte der gesuchte Eintrag in der komplexen Variante nach einer Unterbrechung an unvorhersehbarer Stelle des Displays stehen. Dabei wurde sowohl die Codierungsform der gesuchten Information variiert, als auch der Versuch unternommen, in den Unterbrechungszeiten Zweitaufgaben einzuführen, um die ökologische Validität der getroffenen Aussagen zu erhöhen. In Experiment 3 war die Information graphisch codiert und es war keine Zweitaufgabe zu bearbeiten. Im vierten Experiment wurde die gesuchte Information semantisch codiert und eine Zweitaufgabe eingeführt.

### 3.1 Einfache versus komplexe Vorlagen bei vorgegebenen Präsentationszeiten

#### Methoden

An diesem Experiment nahmen 20 Versuchspersonen teil. Der Versuch wurde in einem Labor an einem PC/AT 486 und großem Bildschirm (Diagonale 17 Zoll) durchgeführt. Um die Entfernung der Probanden vom Bildschirm zu kontrollieren, wurde eine Kinnstütze verwendet. Die Eingaben erfolgten durch eine spezielle Eingabetastatur und wurden zeitmarkiert aufgezeichnet.

Als Reizvorlagen wurden stilisierte 10 x 10 cm große Kartendarstellungen verwendet (s. Bild 1). Die Versuchspersonen mußten in jeweils mehreren Durchgängen die einfachen und komplexen Aufgaben bearbeiten. Die einfachere Variante erforderte von den Probanden durch Drücken einer Richtungstaste anzugeben, welcher von zwei Wegen Punkt A mit Punkt B verbindet. In der komplexen Variante waren drei Wege von A ausgehend eingezeichnet. Die Aufgabe bestand hier darin, den kürzesten von zwei Wegen herauszufinden der A mit B verbindet und die entsprechende Richtungstaste zu drücken. Die komplexe Version erfordert also neben einem vollständigen Absuchen des ganzen Displays auch eine zusätzliche kognitive Vergleichsoperation. In beiden Bedingungen gab es nur eine korrekte Lösung. Die Richtungen der korrekten Lösungen waren über alle Aufgaben ausbalanciert worden. Nähere Einzelheiten zur Konstruktion des Stimulusmaterials finden sich bei KEINATH, BAUMANN, GELAU UND KREMS (1998).

Wie bereits angedeutet, wurde ein Meßwiederholungsplan verwendet. Als unabhängige Variablen wurde die Präsentationszeit (200 – 1200 msec/ 8 Stufen) und die Komplexität der Aufgabe (einfach vs. komplex) manipuliert. Als abhängige Variable wurde die Fehlerhäufigkeit erhoben. Jede Versuchsperson bearbeitete insgesamt 160 Aufgaben, wobei jeweils 80 auf die einfache und komplexe Bedingung entfielen. Daraus ergaben sich für jede Präsentationszeit 20 zu bearbeitende Aufgaben.

#### Ergebnisse

Für die inferenzstatistische Auswertung wurden die Fehlerwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit der Präsentationszeiten betrachtet. Bild 2 kann man entnehmen, daß die Fehlerwahrscheinlichkeiten für die komplexe Aufgabe über alle Präsentationszeiten über denen der einfachen Aufgabe liegen. Mit zunehmender Präsentationszeit nehmen die Fehlerwahrscheinlichkeiten für beide Bedingungen ab.

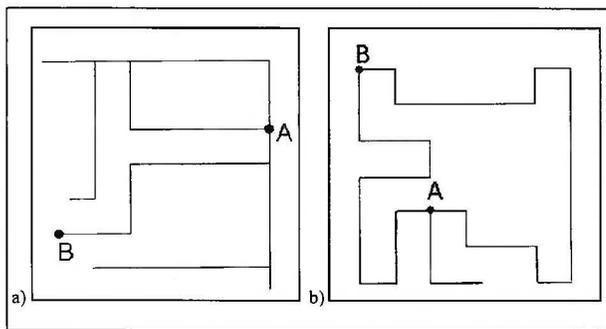


Bild 1: Stimulusmaterial der a) einfachen Bedingung und der b) komplexen Bedingung

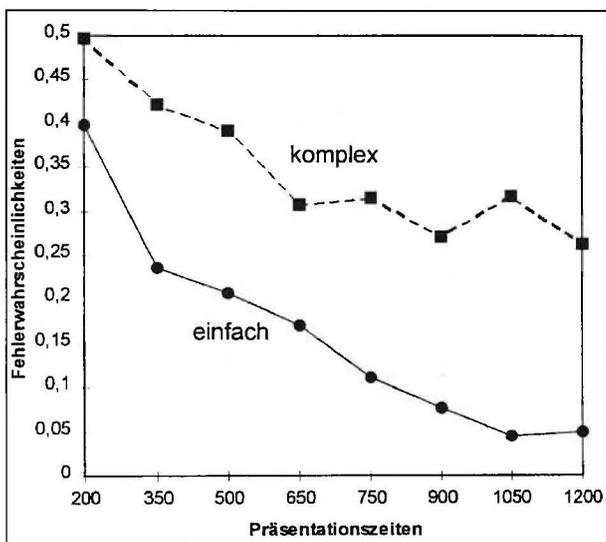


Bild 2: Fehlerwahrscheinlichkeiten der einfachen und komplexen Bedingung über die Präsentationszeiten

Mittels einer log-linearen Analyse der Daten fand sich, daß sowohl der Faktor „Aufgabenschwierigkeit“ als auch der Faktor „Präsentationszeit“ signifikant wurden. Mit Hilfe eines Wilcoxon-Rangsummen-Tests konnte auch gezeigt werden, daß die Unterschiede zwischen der einfachen und der komplexen Bedingung über alle Präsentationszeiten signifikant sind. Die beste Trennung gelang bei 1050 msec und die geringste bei einer Präsentationszeit von 200 msec. Für weitere Details – insbesondere inferenzstatistische Kenngrößen – siehe GELAU, KEINATH, BAUMANN, BENGLER und KREMS (1999).

### 3.2 Einfache versus komplexe Vorlagen bei selbstgewählten Präsentationszeiten

#### Methoden

An diesem Experiment nahmen 25 Versuchspersonen teil.

Die Versuchsanordnung folgte der aus Experiment 1, ebenso wurde das selbe Stimulusmaterial be-

nutzt. Die Aufgabe war wiederum, in der einfachen Bedingung den Weg herauszufinden, der A mit B verbindet, bzw. zu entscheiden, welcher von zwei Wegen die kürzeste Verbindung von A nach B ist.

Es wurde in diesem Experiment ein einfaktorieller Meßwiederholungsplan realisiert. Als unabhängige Variable wurde die Komplexität der Aufgabe variiert. Als abhängige Variable wurden die selbstgewählten Betrachtungszeiten sowie die Anzahl korrekter Aufgaben erhoben. Insgesamt mußten wieder 160 Aufgaben bearbeitet werden, wobei jeweils 80 auf die einfache Bedingung und auf die komplexe Bedingung entfielen.

### Ergebnisse

Es fand sich, daß bei der komplexen Bedingung signifikant ( $Z = -4.3$ ,  $p < 0.001$ ) weniger Aufgaben korrekt gelöst werden ( $M = 56$ ,  $SD = 9$ ) als in der einfachen Bedingung ( $M = 73$ ,  $SD = 7$ ). In die weitere Analyse wurden deshalb nur solche Durchgänge einbezogen, bei denen die Aufgabe korrekt gelöst wurde.

Auch bei der Analyse der Betrachtungszeiten fand sich ein signifikanter Unterschied ( $Z = -2.60$ ;  $p = 0.009$ ) zwischen der einfachen ( $M = 1490$  msec,  $SD = 380$ ) und der komplexen Bedingung ( $M = 1769$  msec,  $SD = 559$ ).

### 3.3 Dialogunterbrechung ohne Zweitaufgabe (graphische Codierung)

#### Methode

Insgesamt nahmen an diesem Experiment 60 Versuchspersonen teil. Die Versuchsanordnung entsprach der aus den vorangegangenen Experimenten.

Als Stimulusmaterial wurden stilisierte Telefonverzeichnisse (Displays) benutzt. Auf jeder Reizvorlage befanden sich untereinander fünf Namen und die dazugehörigen Telefonnummern (s. Bild 3a). Jeweils einer der Namen war dabei durch einen Rahmen gekennzeichnet. Dies entsprach dem Grundtyp, der insgesamt vier mal variiert wurde, so daß der umrandete Name an allen fünf möglichen Positionen stehen konnte.

Die Aufgabe der Probanden bestand in diesem Experiment darin, den umrandeten Namen und die dazugehörige Telefonnummer zu bestimmen. Es mußte also nach einer graphisch codierten Information gesucht werden. Die Displays wurden den Versuchspersonen insgesamt dreimal hintereinander gezeigt, wobei die Einzeldarbietungen je nach

Steffen Laufer	3092	Steffen Laufer	3092
Maja Lader	4803	Maja Lader	4803
Uwe Falke	2775	Uwe Falke	2775
Olaf Pester	3201	Olaf Pester	3201
Dieter Gerlich	3135	Dieter Gerlich	3135
a)		b)	

**Bild 3:** Stimulusmaterial a) für Experiment 3 und b) für Experiment 4

Bedingung 200, 300 oder 400 msec dauerten. Nach jeder Darbietung folgte eine Maskierung und der Bildschirm blieb für 500 msec schwarz. In der einfachen Experimentalbedingung war die Position des gesuchten Namens nach jeder Unterbrechung vorhersehbar (Positionsveränderung einer festen Regel folgend), in der komplexen Experimentalbedingung variierte die Position des gesuchten Eintrages zufällig zwischen allen Positionen. Mit dieser Gestaltung des Ablaufs und des Stimulusmaterials sollten unterschiedlich komplexe Wiederaufnahmesituationen von Displays experimentell prüfbar gemacht werden. Nach der dritten Darbietung mußte die Versuchsperson den gesuchten Namen und die dazugehörige Telefonnummer nennen.

Als experimentelles Design wurde ein  $2 \times 3$  between-subjects Design verwendet. So ergaben sich sechs Gruppen mit jeweils 15 Versuchspersonen. Insgesamt mußte jede Versuchsperson 40 Durchgänge bearbeiten. Als unabhängige Variable wurde die Dauer der Einzeldarbietungen variiert (200, 300 oder 400 msec). Als zweite unabhängige Variable wurde die Dialogkomplexität variiert, indem die Ortsveränderung entweder einer festen Regel folgte (einfache Bedingung) oder sich zufällig änderte (komplexe Bedingung). Die Anzahl der Fehler wurde als abhängige Variable erhoben.

#### Ergebnisse

Die mittleren Fehlerwahrscheinlichkeiten sind Bild 4 zu entnehmen. In einer varianzanalytischen Auswertung fanden sich signifikante Haupteffekte der Faktoren Komplexitätsbedingung ( $F = 1848.15$ ,  $p < 0.00$ ) und Präsentationszeit ( $F = 2025.36$ ,  $p < 0.00$ ). Dagegen wurde der Interaktionseffekt nicht signifikant ( $F = 61.25$ ,  $p = 0.27$ ). Dies bedeutet, daß die Fehlerwahrscheinlichkeiten in der einfachen Bedingung durchgängig niedriger sind als in der komplexen Bedingung und mit zunehmender Darbietungsdauer insgesamt weniger Fehler gemacht werden. Dies bestätigen auch weitere inferenzstatistische Analysen (für weitere Details siehe KEINATH, BAUMANN GELAU, BENGLER & KREMS (in Vorbereitung)).

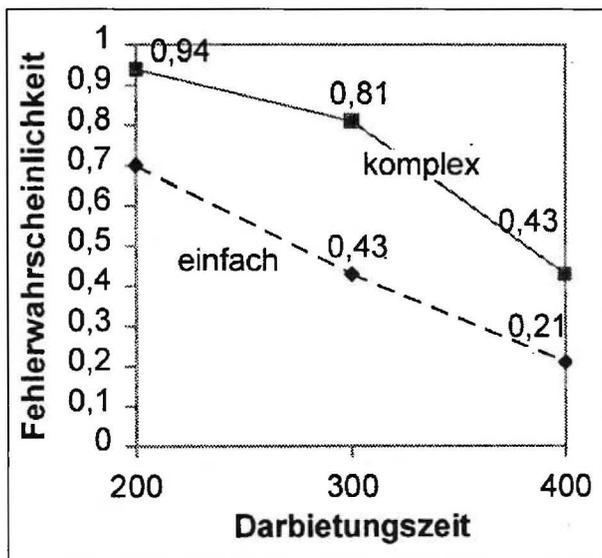


Bild 4: Fehlerwahrscheinlichkeiten der einfachen und komplexen Bedingung über die Präsentationszeiten

### 3.4 Dialogunterbrechung mit Zweitaufgabe (semantische Codierung)

#### Methode

An diesem Experiment nahmen 30 Versuchspersonen teil. Die Versuchsanordnung entsprach der aus den vorherigen Experimenten.

Es wurden dieselben Telefonregister als Displays herangezogen wie in Experiment 3, allerdings entfiel die jeweilige Markierung eines Eintrages (s. Bild 3 b).

Die Aufgabe war im wesentlichen vergleichbar mit der aus Experiment 3. Im Unterschied zu Experiment drei wurde den Probanden zu Beginn eines Durchgangs ein Name dargeboten und die Aufgabe bestand nun darin, die dazugehörige Telefonnummer aus dem Display abzulesen. Die Aufgabe war in diesem Experiment also stärker semantisch codiert. Wie in Experiment 3 gab es eine einfache Dialogbedingung, bei der nach der Unterbrechung die gesuchte Information nach einer festen Regel ihre Position veränderte und eine komplexe Bedingung, bei der die Ortsveränderung zufällig war. Zudem mußte während der Unterbrechungszeit eine Zweitaufgabe bearbeitet werden mit dem Zweck, ökologisch validere Aussagen zu ermöglichen. Die Zweitaufgabe war ebenfalls eine visuelle Suchaufgabe, bei der aus jeweils vier Buchstaben, die an den Ecken des Bildschirms dargeboten wurden, der Vokal unter drei Konsonanten bestimmt werden mußte. Die Zweitaufgabe wurde so gewählt, daß Blickabwendungen von Seiten der Probanden nötig waren, um diese zu lösen. Insgesamt wurden die Telefonregister dreimal jeweils eine Se-

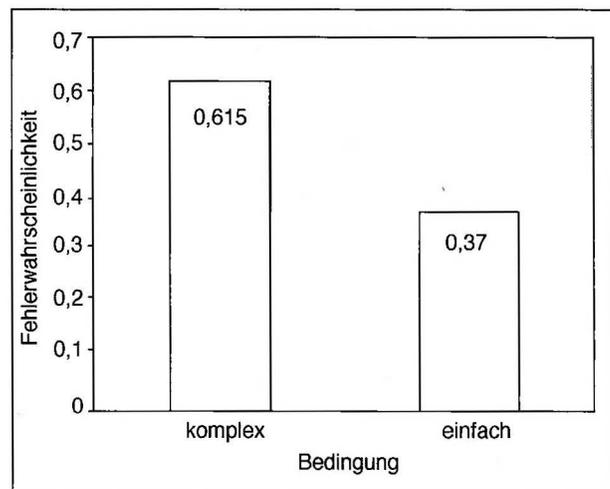


Bild 5: Fehlerwahrscheinlichkeiten in der Zweitaufgabe

kunde lang dargeboten, so daß auch insgesamt zwei Zweitaufgaben zu bearbeiten waren, für die jeweils auch eine Sekunde zur Verfügung stand. Die gesuchte Telefonnummer und die beiden Vokale mußten am Ende jedes Durchgangs den Versuchsleitern genannt werden.

Es wurde ein einfaktorielles between-subjects Design realisiert. Als unabhängige Variable wurde die Ortsveränderung der Information (feste Regel = einfache Bedingung, zufälliger Wechsel = komplexe Bedingung) manipuliert. Als abhängige Variablen wurden die Fehleranzahlen in der Erst- und Zweitaufgabe erhoben. Als Fehler in der Zweitaufgabe wurde gezählt, wenn beide Vokale falsch benannt wurden.

#### Ergebnisse

Wie in Experiment drei fanden wir auch bei einer eher semantisch codierten Aufgabe (mit Zweitaufgabe), daß die Okklusionsmethode erfolgreich zwischen einfachen und komplexen Dialogen trennt. Die Unterschiede in den Fehlerwahrscheinlichkeiten für die einfache Bedingung ( $M = 0.1$ ,  $SD = 0.1$ ) und die komplexe Bedingung ( $M = 0.17$ ,  $SD = 0.9$ ) sind signifikant ( $Z = -2.23$ ,  $p < 0.025$ ). Ebenfalls wurden signifikante Unterschiede in den Fehlerwahrscheinlichkeiten der Zweitaufgabe gefunden ( $Z = -2.99$ ,  $p < 0.003$ ). In der komplexen Bedingung ist die Fehlerwahrscheinlichkeit in der Zweitaufgabe auch weitaus höher ( $M = 0.615$ ,  $SD = 0.18$ ) als in der einfachen Bedingung ( $M = 0.37$ ,  $SD = 0.18$ ). Diese Unterschiede sind nochmals in Bild 5 veranschaulicht. Weitere Details sind KEINATH, BAUMANN, GELAU, BENGLER & KREMS (in Vorbereitung) zu entnehmen.

## 4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Experimente zeigen, daß die Okklusionsmethode ein valides Verfahren zur Bewertung von Displays sein kann. Es konnte in Experiment 1 und 2 gezeigt werden, daß die Methode zwischen experimentell manipulierten, unterschiedlich komplexen Displayentwürfen valide trennt. In Experiment 1 wurde der von ZWAHLEN, ADAMS und DeBALD (1988) für die Dauer der einer Blickabwendung von der Fahrbahn als tolerierbar erachtete Bereich von 200 bis 1200 msec vollständig abgedeckt. Eine maximale Trennung der Displayentwürfe hinsichtlich der Fehlerwahrscheinlichkeiten gelang uns im Bereich um 1000 msec.

Auch bei den von den Probanden selbstgewählten Betrachtungszeiten gelang es, zwischen einfachen und komplexen Displaydarstellungen zu trennen. Die Frage der unterschiedlichen Fehlerhäufigkeiten wird bei GELAU, KEINATH, BAUMANN, BENGLER und KREMS (1999) diskutiert. In diesem Kontext soll nur darauf hingewiesen werden, daß verschiedene Ursachen bereits ausgeschlossen werden können. Anhand einer Replikation der Studie ist eine fehlerhafte Instruktion ebenso auszuschließen, wie prinzipielle Unlösbarkeit einiger Reizvorlagen. Dies legt die Vermutung nahe, daß ein zeitlicher Schwellenwert existiert, bei dessen Erreichen eine Reaktion, also eine Blickabwendung erfolgt, auch wenn die Informationen nur unvollständig aufgenommen werden können (vgl.: WIERWILLE, 1993). Diese Vermutung läßt sich dadurch stützen, daß keine signifikanten Unterschiede bei selbstgewählten Betrachtungszeiten zwischen falschen und korrekten Aufgabenlösungen feststellbar waren. Im Fahrzeug wäre also zu erwarten, daß es zu einer erneuten Blickzuwendung kommt. Da dies ist in unserem experimentellen Paradigma nicht möglich war, führte dies zu einer Verzerrung der Fehlerhäufigkeiten.

Die Experimente zur Dialogunterbrechung, bzw. der Leichtigkeit der Wiederaufnahmesituation nach einer Unterbrechung ergaben ebenfalls, daß die Okklusionsmethode als einfaches Bewertungsinstrument geeignet ist. So zeigten beide Experimente eine deutliche Trennung von unterschiedlich komplexen Wiederaufnahmesituationen. Dies läßt sich sowohl für graphisch (Exp. 3), als auch für semantisch codierte Dialogaufgaben (Exp. 4) belegen. Zudem konnte in Experiment 4 gezeigt werden, daß die komplexe Bedingung auch negative

Auswirkungen auf die Zweitaufgabe hatte. Das Äquivalent zu einer realen Situation im Fahrzeug wäre, daß ein die Dialogwiederaufnahme erschweres Display negative Auswirkungen auf die eigentliche Fahraufgabe (bei uns Zweitaufgabe) hat. Die Okklusionsmethode liefert also nicht nur einen wichtigen Hinweis darauf, welche Displays eine Wiederaufnahme nach einer Unterbrechung erleichtern oder erschweren, sondern auch, welche Displays zu einer größeren Interferenz mit einer Zweitaufgabe führen können. Dies erscheint uns als ein wichtiger Befund, da die Gefahr einer einseitigen Aufmerksamkeitsverteilung von der Fahraufgabe hin zu einem Display als entscheidendes Sicherheitsrisiko betrachtet wird (vgl. DEWAR, 1988; ANTIN, 1993).

Zusammengefaßt belegen unsere Untersuchungen, daß es sich bei der Okklusionsmethode um ein valides Verfahren zur Bewertung von Displaydarstellungen sowie zur Dialogunterbrechbarkeit handelt. Dennoch sollte darauf hingewiesen werden, daß für eine umfassende Validierung eine Erprobung der Methode außerhalb des laborexperimentellen Rahmens nötig ist. Zudem sind vor allem im Bereich der Dialogunterbrechung noch weitere Untersuchungen angezeigt. Bisher wurde lediglich die Leichtigkeit der Dialogwiederaufnahme als Kriterium für die Unterbrechbarkeit eines Dialoges untersucht. Andere Maße mußten im Rahmen der bisherigen Untersuchungen unberücksichtigt bleiben. Ein weiterer, bisher unberücksichtigter Aspekt ist die Einbeziehung differentieller Überlegungen in diesem Zusammenhang. Dies würde sowohl der Veränderung der Altersstruktur der autofahrenden Bevölkerung Rechnung tragen (z.B. PFAFFEROTT, 1994), als auch der bereits dokumentierten verminderten Leistung bei Aufgaben zur visuellen Suche und der selektiven Aufmerksamkeit (z.B. BALL, ROENKER & BRUNI, 1990).

## 5 Literatur

- ANTIN, J.F. (1993): Informationals aspects of car design: Navigation. In B. Peacock & W. Karwowski (Eds.), *Automotive Ergonomics* (S. 321-337). London, Washington, DC: Taylor & Francis.
- ASHBY, M.C. & PARKES, A.M. (1993): Interface design for navigation and guidance. In A.M. Parkes & S. Franzen (Eds.), *Driving future vehicles* (S. 295-310). London, Washington, DC: Taylor & Francis.

- BALL, K., ROENKER, D.L. & BRUNI, J.R. (1990): Developmental changes in attention and visual search throughout adulthood. In J.T. Enns (Ed.), *The development of attention: Research and theory* (S. 489-508). Amsterdam: Elsevier.
- DEWAR, R.E. (1988): In-vehicle information and driver overload. *International Journal of Vehicle Design*, 9, 557-564.
- Europäische Kommission (1998): *Telematikanwendungen für Verkehr und Umwelt: Europäischer Grundsatzkatalog zur Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) für On-Board-Informations- und Kommunikationssysteme*. Task Force HMI.
- FÄRBER, B. (1990): Mehr Instrumente, mehr Sicherheit? *VDI Berichte*, 819, 118.
- GELAU, A., KEINATH, A., BAUMANN, M., BENGELER, K. & KREMS, J.F. (1999): Die Okklusionsmethode als Verfahren zur Bewertung von visuellen Displaydarstellungen in Kraftfahrzeugen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 53, 41-57.
- HELANDER, M.G. (1987): Design of visual displays. In G.S. Salvendy (Ed.), *Handbook of human factors* (S. 507-548). New York u.a.: John Wiley.
- KANTOWITZ, B.H. & SORKIN, R.D. (1983): *Human factors*. New York u.a.: John Wiley.
- KEBECK, G., CIELER, S. & POHLMANN, S. (1997): *Vergessene Ergonomie*. Münster: LIT-Verlag.
- KEINATH, A., BAUMANN, M., GELAU, C. & KREMS, J.F. (1998): Validierung von Okklusionsverfahren als Methode zur Evaluierung von Informationsdarstellungen. Bericht im Rahmen des Projektes „Validierung von Okklusionsverfahren als Verfahren zur Evaluierung von fahrtgeeigneten Informationsdarstellungen“ im Auftrag der BMW AG, München. Technische Universität Chemnitz.
- KEINATH, A., BAUMANN, M., GELAU, C., BENGELER, K. & KREMS, J.F. (in Vorbereitung): Occlusion as a valid method for dialogue and display evaluation.
- LEISER, R. (1993): Driver-vehicle interface: dialogue design for voice input. In A.M. Parkes & S. Franzen (Eds.), *Driving future vehicles* (S. 275-293). London, Washington, DC: Taylor & Francis.
- PFAFFEROTT, I. (1994): Mobilitätsbedürfnisse und Unfallverwicklung älterer Autofahrer/innen. In U. Tränkle (Hrsg.), *Autofahren im Alter* (S. 19-36). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- ROCKWELL, T.H. (1988): Spare visual capacity: New empirical results for an old idea. In A.G. Gale, M.H. Freeman, C.M. Haslegrave, P. Smith & S.P. Taylor (Eds.), *Vision in Vehicles - II* (S. 317-324). Amsterdam u.a.: Elsevier.
- SLEIGHT, R.B. (1948): The effect of instrument dial shape on legibility. *Journal of Applied Psychology*, 32, 170-188.
- WIERWILLE, W.W. (1993): Visual and manual demands of in-car controls and displays. In B. Peach & W. Karwowski (Eds.), *Automotive Ergonomics* (pp. 299 - 320). London: Taylor & Francis.
- WIERWILLE, W.W. & TIJERINA, L. (1995): Eine Analyse von Unfallberichten als ein Mittel zur Bestimmung von Problemen, die durch die Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit und der visuellen Belastung innerhalb des Fahrzeugs verursacht werden. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 41, 164-168.
- WOODSON, W.E., TILLMANN B. & TILLMANN, P. (1992): *Human factors design handbook* (2nd ed.). New York u.a.: McGraw Hill.
- ZWAHLEN, H.T., ADAMS, C.C., JR. & DeBALD, D.P. (1988): Safety aspects of CRT touch panel controls in automobiles. In A.G. Gale, M.H. Freeman, C.M. Haslegrave, P. Smith & S.P. Taylor (Eds.), *Vision in Vehicles - II* (S. 335-344). Amsterdam u.a.: Elsevier.