

# Fehleinschätzung von Zeit als Ursache für Ablenkungseffekte beim Fahren: Bedeutung von Menüstruktur und visuellen Anforderungen

INGO TOTZKE, STEFANIE SCHOCH & HANS-PETER KRÜGER

*Interdisziplinäres Zentrum für Verkehrswissenschaften (IZVW), Universität Würzburg*

*Schlüsselwörter: Ablenkungseffekte, Fahrerinformationssysteme, Menüstruktur, Zeitschätzung, Zeitreproduktion*

## 1. Theoretischer Hintergrund

### 1.1 Zeiterleben als Ursache von Interferenzen beim Fahren

Aufgrund einer Abwendung der Aufmerksamkeit kann die Bedienung von Fahrerinformationssystemen (FIS) während der Fahrt zu Einbußen in der Fahrsicherheit führen: Es kommt zu Interferenzen zwischen Fahrzeugführung und FIS-Bedienung. Als Erklärungsansatz für solche Interferenzeffekte wird regelhaft auf Kapazitäts- oder Ressourcenmodelle zurückgegriffen, die z.B. von einer begrenzten kognitiven Verarbeitungskapazität (Broadbent, 1958) oder einer unspezifischen Ressource (Kahneman, 1973) bzw. mehreren spezifischen Ressourcen (Wickens & Hollands, 2000) ausgehen. Diese werden von zu bearbeitenden Aufgaben (hier: Fahrzeugführung und FIS-Bedienung) beansprucht bzw. um deren Anteile wird konkurriert. Je nach Anforderung der zu bewältigenden Aufgaben kann mehr Kapazität oder Ressource zur Verfügung gestellt und die Leistung bis zu einem bestimmten Grad gesteigert werden. Gehen die Anforderungen über diesen Punkt hinaus, ist keine Erhöhung der Leistung mehr möglich und Leistungseinbußen sind zu erwarten.

Andere Modelle wiederum gehen davon aus, dass Interferenzen zwischen zwei parallel zu bearbeitenden Aufgaben eine Folge eines nicht-optimalen Time-Sharings sind. Ein solches Time-Sharing bezieht sich auf die effiziente Zeit- bzw. Aufmerksam-

keitsaufteilung zwischen zwei Aufgaben, was z.B. durch ein Training dieser Aufgaben unter Dual-Task Bedingungen ermöglicht wird (z.B. Damos & Wickens, 1980; Detweiler & Schneider, 1991; Gabriel & Burrows, 1968; Schumacher, Seymour, Glass, Fencsik, Lauber, Kieras & Meyer, 2001).

Als Erweiterung typischer Time-Sharing Ansätze zur Erklärung von Interferenzen zweier Tätigkeiten bietet sich das Zeiterleben einer Person an<sup>1</sup>. Häufig wird versucht, dieses Phänomen über kognitive Prozesse, hauptsächlich Aufmerksamkeits- bzw. Gedächtnisprozesse, zu erklären (Block & Reed, 1978; Ornstein, 1969). Demgegenüber wird die Bedeutung biologischer Prozesse betont, indem üblicherweise auf eine interne, aus einem Schrittmacher bestehende Uhr und zusätzliche Komponenten für zeitbezogenes Verhalten verwiesen wird (Creelman, 1962; Rammsayer & Ulrich, 2001). Auch Wechselwirkungen zwischen kognitiven und biologischen Prozessen, also ein Zusammenspiel von Schrittmacher und Gedächtnis- bzw. Aufmerksamkeitsprozessen, werden vermutet (Zakay & Block, 1996).

Für die Leistung in einer Aufgabe spielen insbesondere sog. prospektive Zeiturteile eine Rolle: Die Person weiß bereits im Voraus, dass sie die Dauer einer bestimmten Zeitperiode schätzen muss. Die Entstehung prospektiver Zeiturteile wird zumeist über Aufmerksamkeitsmodelle erklärt, die die Wichtigkeit der Aufmerksamkeitslenkung auf die Verarbeitung zeitlicher Informationen betonen. So wurde gezeigt, dass prospektive Zeiturteile bei einer vermehrten Verarbeitung nicht-zeitlicher Informationen kürzer werden (z.B. Hicks, Miller & Kinsbourne, 1976; Macar, Grondin & Casini, 1994; Zakay, Block & Tsal, 1999). Bei gleichzeitiger Bearbeitung zeitlicher und nicht-zeitlicher Aufgaben nimmt die subjektive Dauer von Zeitintervallen mit höherer Schwierigkeit der nicht-zeitlichen Aufgabe ab bzw. die objektiv vergangene Zeit wird unterschätzt. Dies hat Bedeutung für die Planung und Ausführung motorischer und mentaler Aufgaben, da eine Kontrolle und Regulation zeitlicher Aspekte für das Aufrechterhalten einer optimalen Leistung unabdingbar ist (Zakay et al., 1999).

Davon abzugrenzen sind sog. retrospektive Zeiturteile, bei denen Personen während der Aufgabebearbeitung nicht wissen, dass sie später eine bestimmte Zeitdauer beurteilen sollen. Diesem Paradigma liegen kognitive bzw. gedächtnisbasierte Erklärungsmodelle zugrunde, bei denen die subjektive Zeitdauer als Nebenprodukt der allgemeinen Informationsverarbeitung angenommen wird. Zahlreiche Studien belegen, dass retrospektive Zeiturteile länger werden, wenn zunehmend mehr und komplexere nicht-zeitliche Informationen verarbeitet werden (z.B. Block, 1974; Ornstein, 1969). Auch die Häufigkeit der enkodierten Veränderungen kann retrospektive Zeiturteile beeinflussen: So werden beispielsweise Zeitintervalle für Lernlisten mit Buchstaben und Zahlen retrospektiv länger eingeschätzt als Zeitdauern für Lernlisten, die ausschließlich aus Wörtern oder Buchstaben bestehen (Carmichael, 1997).

Zusammenfassend bedeutet dies, dass das Erleben von Zeit von der Schwierigkeit einer gleichzeitig ausgeführten nicht-zeitlichen Tätigkeit und dem Grad an Aufmerksamkeit, der auf diese gerichtet wird, beeinflusst wird. Entsprechende Studien werden dabei regelhaft unter standardisierten Laborbedingungen durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Nach Fraisse (1984) ist im engeren Sinne zu trennen zwischen einem Empfinden von Zeit (engl.: „time perception“ oder „duration perception“) und einer Schätzung von Zeit (engl.: „time estimation“ oder „duration estimation“), sofern das Gedächtnis eine Rolle spielt. Diese Unterscheidung wird von den meisten Autoren jedoch nicht getroffen, sondern es wird allgemein von Zeiterleben bzw. Beurteilung von Zeitdauern gesprochen.

Studien in alltagsnahen Handlungskontexten wurden bislang nur vereinzelt durchgeführt (z.B. Geiger, Schulze-Kissing, van der Meer & Urbas, 2004; Liu & Wickens, 1994). Wiegand (1985) untersuchte beispielsweise das Zeitempfinden beim Autofahren: In einem Feldversuch sollten 20-Sekunden-Intervalle während einer LKW-Fahrt auf einer Teststrecke (ohne Verkehr) bzw. in einem verkehrsbelasteten Stadtbezirk geschätzt werden. Es ergab sich, dass die mittleren geschätzten Dauern weder von den Anforderungen durch die Fahraufgabe noch von der Erfahrung der Fahrer abhängt. Demgegenüber waren die Dispersionsmaße der Zeitschätzung für unerfahrene Fahrer allgemein größer, während für erfahrene Fahrer nur bei der Stadtfahrt größere Dispersionsmaße als auf der verkehrsfreien Betonbahn auftraten.

## **1.2 Bedeutung der Menüstruktur**

Gestaltungsmerkmale des FIS haben einen erheblichen Einfluss auf die Schwierigkeit der FIS-Bedienung und können daher das Zeiterleben der Fahrer beeinflussen. Speziell die Menüstruktur stellt ein schwierigkeitsrelevantes Merkmal dar: Sie beeinflusst sowohl die Geschwindigkeit und Qualität der Systembedienung als auch das Systemverständnis und -wissen (für eine Übersicht siehe Norman, 1991). Für die Ausgestaltung von Menüsystemen werden im Allgemeinen breite Menüs bevorzugt, obwohl sie pro Menüebene längere Such- und erhöhte Reaktionszeiten bedingen. Über alle Menüebenen hinweg scheint sich dies günstig auszuwirken, zumal bei größerer Menütiefe vermehrt Orientierungsprobleme auftreten können (z.B. Kiger, 1984; Larson & Czerwinski, 1998; Snowberry, Parkinson & Sisson, 1983).

Die genannten Studien verwenden jedoch ausschließlich Single-Task Situationen, eine Analyse der Auswirkungen von der Menüstruktur unter Dual-Task Bedingungen fehlt weitgehend. Rauch, Totzke und Krüger (2004) zeigten beispielsweise, dass sich in einer Dual-Task Situation (hier: Trackingaufgabe und FIS-Bedienung) für breite Menüs schlechtere Tracking- und Bedienleistungen sowie ein ungünstigeres Blickverhalten ergeben. Breite Menüsysteme sind demzufolge unter Dual-Task Bedingungen negativ zu bewerten. Die Autoren begründen dies mit der größeren, pro Menüebene dargebotenen Informationsmenge bei breiten Menüs und den daraus resultierenden höheren Anforderungen an den Fahrer. Dies führt in Dual-Task Situationen zu einer schlechteren Verschränkbarkeit mit der Primäraufgabe. Im tiefen Menü kann hingegen ein günstiger Aufgabenwechsel von den Fahrern realisiert werden, es ergeben sich geringere Interferenzen zwischen FIS-Bedienung und Fahrzeugführung.

## **1.3 Fragestellungen**

Zur Erklärung von Interferenzen von FIS-Bedienung und Fahrzeugführung wird in dieser Studie auf das Zeiterleben einer Person zurückgegriffen: Es wird angenommen, dass bei gleichzeitiger Bedienung von FIS während der Fahrzeugführung die Dauer der einzelnen Bediensequenzen unterschätzt wird und dadurch die einzelnen Bediensequenzen zu lange dauern. Dadurch wird die Aufmerksamkeit der Fahrer an die FIS-Bedienung gebunden und die Fahraufgabe vernachlässigt. Werden die Fahrer später nach Aufgabenbearbeitung gefragt, wie lange die FIS-Bedienungen während der Fahrzeugführung dauerten, werden die Dauern der Zeitintervalle aufgrund der Menge und Komplexität der Informationen hingegen überschätzt.

Dieser Effekt soll stärker für die Bedienung von breiten Menüsystemen sein, da von diesen höhere Anforderungen an den Fahrer ausgehen als von tiefen Menüsystemen:

Tiefe Menüstrukturen bedingen nicht nur geringere Interferenzen zwischen FIS-Bedienung und Fahrzeugführung als breite Menüstrukturen. Zudem sind einzelne Bediensequenzen kürzer als bei breiten Menüs, die objektiven Zeitdauern werden für die Bedienung des tiefen Menüsystems im Nachhinein weniger stark überschätzt.

## 2. Methodisches Vorgehen

### 2.1 Beschreibung der Fahraufgabe

An den Fahrparcours dieser Studie wurden zwei Anforderungen gestellt:

- (1) Vergleichbarkeit der Fahrsituation
- (2) Realisierung sicherheitskritischer Situationen

Zahlreiche Studien zeigen, dass Fahrer bei Einführung von Nebenaufgaben (z.B. Gespräche mit Beifahrern, Mobiltelefonieren, Bedienung von FIS/FAS) über die Fahrgeschwindigkeit die Schwierigkeit der Fahraufgabe selbstständig einregeln, um ein adäquates Schwierigkeitsniveau zu erzielen. So wählen Fahrer bei einer Nebentätigkeit während der Fahrt geringere Geschwindigkeiten (für eine Übersicht siehe Totzke & Bengler, im Druck). Ältere Fahrer regeln bei einer vergleichbaren Nebenaufgabe beispielsweise geringere mittlere Fahrgeschwindigkeiten ein als jüngere Fahrer (Totzke, Hofmann & Krüger, 2005). Um dennoch vergleichbare Bedingungen für die Probanden herzustellen, wurde in dieser Studie ein Tempomat eingeführt. Hierdurch wurde eine Richtgeschwindigkeit von 100 km/h auf einem Landstraßenparcours gehalten, der aus einer 32 km langen, relativ leicht zu fahrenden Landstraße mit Kurven, Gegenverkehr und vorausfahrendem Fahrzeug bestand. Gegenverkehr und vorausfahrende Fahrzeuge fuhren mit Geschwindigkeiten von ca. 100 km/h.

Damit sich die Fahrer nicht ausschließlich auf die FIS-Bedienung konzentrierten, wurden sicherheitskritische Situationen im Fahrparcours realisiert. Hierzu war das jeweils vorausfahrende Fahrzeug derart mit dem Ego-Fahrzeug verknüpft, dass es einen Abstand von etwa 65 m hielt und in unregelmäßigen Abständen Bremsmanöver realisierte. Mit einer Verzögerung von 3 bis 4 m/s<sup>2</sup> bremste das Führungsfahrzeug bis auf ca. 40 km/h ab und beschleunigte nach einigen Sekunden wieder auf 100 km/h. Um eine Beinahekollision zu vermeiden, musste der Proband über eine Betätigung des Bremspedals den Tempomat übersteuern und die Fahrgeschwindigkeit verringern. Sobald nicht mehr manuell gebremst wurde, beschleunigte der Tempomat automatisch bis zum Erreichen der Zielgeschwindigkeit.

Aufgabe der Probanden war es, sich an die Straßenverkehrsordnung zu halten, auf die Spur- und Abstandshaltung zu achten, keine Fahrfehler zu begehen sowie das jeweilige Führungsfahrzeug nicht zu überholen. Die Probanden sollten diesen Fahrparcours zweimal durchfahren, um zum einen die FIS-Bedienung während der Fahrt zu erlernen und zum anderen mögliche aus der Menüstruktur resultierende Unterschiede in Fahrzeugführung und FIS-Bedienung aufzuzeigen (sog. Manipulation Check, siehe Abschnitt 3.1). Jede Fahrt dauerte ca. 15 min.

Zusätzlich wurde eine Fahrt zur Zeitreproduktion eingeführt (siehe Abschnitt 2.3), in der die Probanden auf einer geraden Strecke mit Tempomat (Geschwindigkeit 100 km/h) fahren sollten. Im Parcours trat Gegenverkehr auf und es wechselten sich vo-

rausfahrende Fahrzeuge ab. In dieser Fahrt bremste das jeweilige Führungsfahrzeug aber nicht ab (d.h. der Proband musste während dieser Fahrt nicht bremsen). Die Fahrt dauerte ca. 15 min.

Der Versuch wurde im Fahrsimulator des Würzburger Instituts für Verkehrswissenschaften (WIVW; siehe Abbildung 1; für eine Beschreibung siehe [www.wivw.de](http://www.wivw.de)) durchgeführt. Daten wurden mit einem Messtakt von 100 Hz aufgezeichnet. Zur Beschreibung der aus der Einführung der FIS-Bedienung resultierenden Veränderung der Spurhaltung und des Lenkverhaltens werden im Folgenden die Standardabweichung des Gierwinkelfehlers [Grad] und die Standardabweichung der Lenkgeschwindigkeit [Grad] herangezogen. Die Einführung eines Tempomaten zur Geschwindigkeitsregelung führt dazu, dass vor allem die Reaktionen der Probanden auf die Bremsmanöver des Führungsfahrzeugs zur Bewertung der längsregulatorischen Aktivität heranzuziehen sind. Hierzu wird auf die maximale Bremspedalbetätigung [0...1] und den minimalen Abstand zum Führungsfahrzeug [m] eingegangen. Für eine Prüfung der Auswirkungen des Menüsystems auf die Fahrzeugführung wurde auf zweifaktorielle Split-Plot Varianzanalysen mit within-Faktor „Fahrt“ (Fahrt 1 vs. Fahrt 2) und between-Faktor „Menü“ (breit vs. tief) zurückgegriffen.



Abbildung 1: Ansicht des Fahrsimulators (links) und Screenshot einer Fahrsituation (rechts). Für weitere Informationen zur Fahrsimulation siehe [www.wivw.de](http://www.wivw.de).

## 2.2 Beschreibung des Menüsystems

Während der Fahrten sollten die Probanden ein Menüsystem bedienen, sofern die aktuelle Fahrsituation es zuließ und kognitive Kapazitäten frei wären. Zur Variation der Schwierigkeit des Menüsystems wurden zwei Varianten verwendet: Ein tiefes Menü, das aus vier Menüebenen bestand, und ein breites Menü, das aus zwei Menüebenen bestand. Das tiefe Menü umfasste vier Optionen auf der ersten Menüebene (Menübereiche „Navigation“, „Entertainment“, „Telefon“ und „Bordcomputer“), je zwei Optionen auf der zweiten bzw. dritten Ebene und vier Funktionen auf der vierten Ebene ( $4 \times 2 \times 2 \times 4$  System; siehe Abbildung 2 rechts). Das breite Menü setzte sich aus zwei Ebenen mit jeweils acht Optionen zusammen ( $8 \times 8$  System; Menübereiche „Ziele“, „Route“, „Audio“, „TV“, „Anruflisten“, „Text-Mitteilungen“, „Fahrzeugsinstellungen“ und „Fahrzeuginformationen“; siehe Abbildung 2 links). Beide Menüs bestanden aus 64 Funktionen (Für eine umfassende Beschreibung der Menüsysteme siehe Rauch et al., 2004).

Die Probanden sollten im Menüsystem möglichst schnell und präzise vorgegebene Menüfunktionen ansteuern (sog. Aufgaben). Die Navigation innerhalb des Systems erfolgte über einen Joystick. Nach dem erfolgreichen Ansteuern einer Menüfunktion

wurde eine neue Aufgabe gegeben. Steuerte der Proband einen falschen Menüpunkt an, wurde ein sog. Falsch-Bildschirm eingeblendet, auf dem die anzusteuernde Funktion erneut genannt wurde. Im Anschluss musste die richtige Menüfunktion ausgewählt werden. Die Probanden konnten während der Fahrten so viele Aufgaben bearbeiten, wie sie wollten. Das Menüsystem wurde über ein Display in der oberen Mittelkonsole des Fahrzeugs dargeboten.



Abbildung 2: Screenshots der Menüsysteme. Abgebildet ist jeweils die oberste Ebene des breiten (links) und tiefen (rechts) Menüsystems.

Um die Dauer einer Bediensequenz zuverlässig zu bestimmen, mussten die Probanden eine Joysticktaste während der gesamten Bedienhandlung drücken. Hierdurch wurde der Bildschirm jeweils angeschaltet und das Menüsystem wurde dargeboten. Nach Loslassen der Joysticktaste wurde der Bildschirm wieder gelöscht und die Probanden sollten keine weiteren Bedienhandlungen tätigen. Das Drücken der Joysticktaste wurde in früheren Studien als nicht hinderlich bewertet.

Das Menüsystem läuft über einen eigenständigen PC, der das System berechnet und Informationen zur aktuellen Position im Menü sowie zur Art und Geschwindigkeit der Bedienhandlung aufzeichnet (Messtakt: 100 Hz). Um die Dauern einer Bediensequenz bzw. die Bearbeitungsdauer der Aufgaben zu betrachten, wird auf nachstehende Parameter eingegangen: Betätigung der Joysticktaste [Dauer in s], bearbeitete Aufgaben [Anzahl] und Gesamtbearbeitungszeit (Gesamte Zeitdauer während einer Fahrt, die die Probanden sich mit der Bearbeitung der gestellten Aufgaben beschäftigen [s]). Die Ergebnisse wurden mittels zweifaktorieller Split-Plot Varianzanalysen mit within-Faktor „Fahrt“ (Fahrt 1 vs. Fahrt 2) und between-Faktor „Menü“ (breit vs. tief) geprüft. Auf eine Darstellung qualitativer Aspekte der Menübedienung wird an dieser Stelle verzichtet: Es ergeben sich keine Unterschiede im Parameter „Überflüssige Wegstrecke“ als Parameter der Bediengüte (Verhältnis tatsächlich gegangener Schritte zu notwendigen Schritten zur Bearbeitung einer Aufgabe).

### 2.3 Beschreibung der Zeitreproduktionsaufgabe

Um zu untersuchen, ob die aus der FIS-Bedienung während der Fahrt resultierenden Leistungseinbußen auf eine Fehleinschätzung der Zeit zurückgeführt werden können, sollten die Probanden in einer abschließenden Fahrt vorgegebene Zeitintervalle reproduzieren. In dieser sog. Zeitreproduktion (engl. „reproduction method“; Block, Hancock & Zakay, 2000) wird den Probanden ein Zeitintervall von bestimmter Länge präsentiert, das von ihnen anschließend selbstständig hergestellt werden soll. Eine solche Zeitreproduktion verlangt, eine bereits erlebte Zeitdauer zu schätzen und anschließend ohne Übersetzung in konventionelle Zeiteinheiten (z.B. Sekunden oder

Minuten) zu reproduzieren. Es sollen zwei erlebte Dauern (hier: vorgegebene Tondauer und reproduziertes Zeitintervall) zueinander in Beziehung gesetzt werden<sup>2</sup>.



Abbildung 3: Schematischer Ablauf der Zeitreproduktionsaufgabe (Ausschnitt einer Zeitsequenz). Dunkelblauer Bereich: vorgegebene Tondauer, umrahmter Bereich: 10s-Intervall zur Reproduktion des Zeitintervalls mit vorgegebener Tondauer (dunkelblauer Bereich) und eines zu lange dauernden reproduzierten Zeitintervalls (hellblauer Bereich).

Hierfür wurden Zeitintervalle während der Fahrt über Töne, einem mit einer Okarina gespielten Fis der 5. Oktave, vorgegeben. Die Tondauern betragen (in Anlehnung an typische minimale bzw. maximale Bedienzeiten von FIS) 2.0s, 3.5s oder 5.0s und wurden dem Fahrer in einer zufälligen Reihenfolge präsentiert. In Abbildung 3 wird dies durch den dunkelblauen Bereich außerhalb des umrahmten Feldes angegeben. Während der Tonvorgabe sollte das Menüsystem nicht bedient werden. Jedem Ton folgte ein Intervall von 10s Dauer, in dem kein Ton zu hören war (siehe umrahmtes Feld in Abbildung 3). Dieses Intervall sollte zur Zeitreproduktion genutzt werden, indem das Menüsystem sinnvoll zu bedienen war (d.h. vorgegebenen Aufgaben sollten bearbeitet werden), und zwar jeweils möglichst genau so lange, wie der vorangegangene Ton gedauert hatte. Dazu sollten die Probanden den Bildschirm über die Joysticktaste (siehe Abschnitt 2.2) einschalten, wenn sie mit der Bedienung des Menüsystems begannen, bzw. ausschalten, wenn die Zeit abgelaufen war und sie mit der Bedienung des Menüs aufhörten. Abbildung 3 veranschaulicht dies im umrahmten Feld: Der dunkelblaue Bereich kennzeichnet die Dauer des vorgegebenen Zeitintervalls, der anschließende hellblaue Bereich das möglicherweise zu lange reproduzierte Intervall. Pro Fahrt wurden 60 Töne vorgegeben.

Bei dieser Aufgabe ging es nicht darum, viele Aufgaben bei der Menübedienung zu bearbeiten, sondern darum, möglichst präzise das vorgegebene Zeitintervall wiederzugeben. Die Probanden waren also angewiesen, mit der Bedienung aufzuhören und die vorgegebene Aufgabe erst nach dem nächsten dargebotenen Ton weiterzuführen. Es sollten keine Techniken angewendet werden, mit denen die Probanden sich Anhaltspunkte für die Zeitdauern schaffen konnten (z.B. Mitzählen oder Mitzklopfen mit den Fingern). Die Probanden wurden weder über die Anzahl verschiedener Tondauern noch über die Dauer der einzelnen Töne informiert.

Als Abhängige Variable wird an dieser Stelle einzig die Betätigung der Joysticktaste [Dauer in s] herangezogen. Zur Überprüfung, inwiefern sich die reproduzierten Zeitintervalle vom vorgegebenen Intervall unterscheiden, wurden für jede Zeitdauer Einstichproben-t-Tests verwendet. Unterschiede in Abhängigkeit des Menüsystems wurden zusätzlich über zweifaktorielle Split-Plot Varianzanalysen mit within-Faktor „Ton“ (2.0s vs. 3.5s vs. 5.0s) und between-Faktor „Menü“ (breit vs. tief) geprüft.

<sup>2</sup> Der hier eingesetzte methodische Ansatz wird in Anlehnung an Block et al. (2000) abgegrenzt von typischen Zeitproduktionsaufgaben, bei denen Zeitintervalle mittels konventioneller Zeiteinheiten vorgegeben werden, die vom Probanden anschließend herzustellen sind (Beispiel: „Drücken Sie den Knopf so lange, bis Sie denken, dass 60 Sekunden vergangen sind.“). Klassische Zeitproduktionsaufgaben beinhalten somit den Vergleich von im Gedächtnis gespeicherten Informationen bezüglich konventioneller Zeiteinheiten mit einer erlebten Dauer.

## 2.4 Beschreibung der Zeitschätzaufgabe

Unmittelbar nach Abschluss der Fahrten (bevor die Probanden das Simulatorfahrzeug verließen) wurden die Probanden zusätzlich gefragt, wie lange die vorgegebenen Töne gedauert hatten. In dieser retrospektiven Methode<sup>3</sup> zur verbalen Schätzung von Zeitintervallen (engl. „verbal estimation method“; Block et al., 2000) sollten die objektiven Zeitintervalle mittels konventioneller Zeiteinheiten (Sekunden, Minuten) geschätzt werden. Die Probanden wurden vorher nicht informiert, dass ein solches Urteil abgefragt würde. Da die Tondauern während der Fahrt in einer zufälligen Reihenfolge präsentiert wurden, ist nicht davon auszugehen, dass systematische Reihenfolgeeffekte (z.B. Primacy- oder Recency-Effekte) bei der Beurteilung der Tondauern zu berücksichtigen sind.

Als Abhängige Variable wurden die Urteile der Probanden bezüglich der Dauer der vorgegebenen Töne [s] festgehalten. Sofern die Probanden urteilten, dass drei verschiedene Tondauern vorgegeben wurden, wurden diese Urteile sofort weiterverwendet. Gaben die Probanden hingegen an, dass dies mehr als drei verschiedene Tondauern waren (z.B. fünf Tondauern), wurden für die Auswertung das Urteil für die kürzeste und längste Tondauer herangezogen sowie der Mittelwert aus den geschätzten Dauern der verbleibenden Töne (z.B. Mittelwert der Tondauern der Töne 2 bis 4). Inferenzstatistisch wurde auf zweifaktorielle Split-Plot Varianzanalysen mit within-Faktor „Ton“ (2.0s vs. 3.5s vs. 5.0s) und between-Faktor „Menü“ (breit vs. tief) zurückgegriffen.

## 2.5 Versuchsdurchführung und -ablauf

Am Versuch nahmen  $N = 24$  Probanden (11 weiblich, 13 männlich) im Alter von 42 bis 70 Jahren ( $m = 54.7$ ,  $sd = 9.7$ ) teil. Die durchschnittliche Fahrpraxis der Probanden betrug 34.1 Jahre ( $sd = 9.1$  Jahre). Alle Probanden stammen aus dem Testfahrerpool des WIVW und wurden im Fahrsimulator ausführlich trainiert (Hoffmann & Buld, 2006). Es wurde speziell auf eine Kohorte älterer Fahrer zurückgegriffen, da bei diesen verstärkt mit Problemen in Fahrsituationen zu rechnen ist, „auf die sie nicht vorbereitet sind ... und wenn sie sich auf wechselnde Aufgaben und sich rasch verändernde Situationen einstellen müssen, die schnelle Entscheidungen und rasches Handeln erfordern“ (Weinand, 1997, S. 12). Je  $n = 12$  Probanden bedienten während der Fahrt das breite (8\*8 Struktur) bzw. tiefe Menüsystem (4\*2\*2\*4 Struktur). Unabhängig vom Menüsystem bearbeiteten die Probanden identische Aufgaben. Die Probanden wurden zufällig einer der Versuchsgruppen zugewiesen.

Jeder Proband absolvierte zunächst eine Basisfahrt, in der sich die Fahrer an den Simulatorparcours und an das Fahren mit dem Tempomat gewöhnten. Anschließend wurde die Bedienung des jeweiligen Menüsystems anhand von 30 Aufgaben im stehenden Fahrzeug geübt. In den Fahrten 1 und 2 sollte das breite bzw. tiefe Menüsystem während der Fahrt (mit Tempomat) bedient werden. In einer abschließenden Fahrt wurde die Zeitreproduktionsaufgabe eingeführt, in der die Probanden vorgege-

---

<sup>3</sup> Definitorisch liegt hier ein Grenzfall zu prospektiven Zeitschätzungen vor: Zwar wird durch die vorangegangene Zeitreproduktionsaufgabe die Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung zeitlicher Information gelenkt (was einem prospektiven Paradigma entspräche). Jedoch ist den Probanden vorher nicht bekannt, dass nach Beendigung der Aufgabe eine Zeitschätzaufgabe mit Umsetzung einer erlebten Dauer in konventionelle Zeiteinheiten folgt. Da davon auszugehen ist, dass der Zeitschätzaufgabe anders als der Zeitreproduktionsaufgabe Gedächtnisprozesse zugrunde liegen, wird im Folgenden von einem retrospektiven Paradigma ausgegangen (Block et al., 2000).

bene Tondauern über die Bedienung des Menüsystems reproduzieren sollten. Danach wurden die Probanden um ihr Urteil gebeten, wie lange die vorgegebenen Tondauern waren. Sie wurden vorher nicht informiert, dass ein solches Urteil abgefragt würde. Der Versuch dauerte ca. 120 min.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Manipulation Check: Auswirkungen der Menüstruktur

Zuerst ist zu prüfen, inwiefern sich tatsächlich Unterschiede in den Bediensituationen des breiten bzw. tiefen Menüsystems sowohl in der Fahrzeugführung als auch bei der Menübedienung ergeben. Es wird deutlich, dass auf Seiten der Menübedienung in Fahrt 1 zunächst im tiefen und im breiten Menü vergleichbar viele Aufgaben bearbeitet werden (siehe Abbildung 4 links). In Fahrt 2 werden im tiefen Menü mehr Aufgaben bearbeitet (es tritt ein Übungseffekt auf), im breiten Menüsystem kommt es zu keiner diesbezüglichen Leistungssteigerung (HE Fahrt,  $F(1, 22) = 7.095$ ,  $p = .014$ ; Wechselwirkung Fahrt \* Menü,  $F(1, 22) = 4.315$ ,  $p = .050$ ). Übereinstimmend hierzu werden die vorgegebenen Aufgaben im breiten bzw. tiefen Menü in Fahrt 1 vergleichbar lange bearbeitet, in Fahrt 2 wird hingegen beim tiefen Menü deutlich mehr Zeit auf die Bearbeitung der Nebenaufgabe verwendet als beim breiten Menü (WW Fahrt \* Menü,  $F(1, 22) = 6.270$ ,  $p = .020$ , HE Fahrt,  $F(1, 22) = 1.080$ ,  $p = .310$ ; HE Menü:  $F(1, 22) = 2.279$ ,  $p = .145$ ; siehe Abbildung 4 rechts).

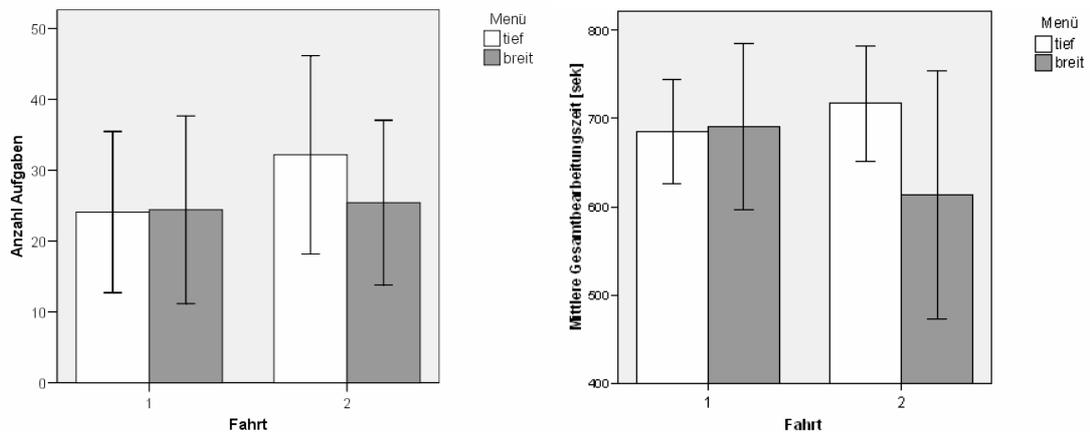


Abbildung 4: Anzahl bearbeiteter Aufgaben (links) und Gesamtbearbeitungsdauer (rechts) für die Menüsysteme („tief“ vs. „breit“) über Fahrt-Nr. 1 und 2. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Unabhängig von der Fahrt sind die einzelnen Bediensequenzen, erfasst über die Betätigung der Joysticktaste, für das tiefe Menü marginal signifikant geringer als für das breite Menü (HE Menü,  $F(1, 22) = 3.591$ ,  $p = .070$ ; siehe Abbildung 5). Tendenziell nehmen die Dauern der Bediensequenzen von Fahrt 1 auf Fahrt 2 ab (HE Fahrt,  $F(1, 22) = 2.572$ ,  $p = .120$ ). Hier zeigt sich ein geringfügiger Übungseffekt im Umgang mit dem Menüsystem.

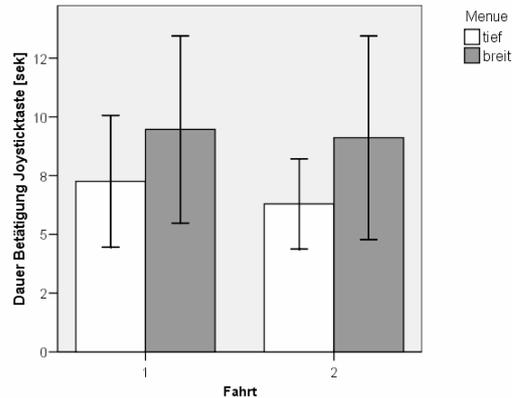


Abbildung 5: Dauer Betätigung Joysticktaste für die Menüsysteme („tief“ vs. „breit“) über Fahrt-Nr. 1 und 2. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Die Menüstruktur hat zudem einen Einfluss auf die Reaktionen der Probanden auf die plötzlichen Bremsmanöver des Führungsfahrzeugs. Bei Bedienung des breiten Menüs kommt es beispielsweise zu einer stärkeren maximalen Bremspedalbetätigung (HE Menü,  $F(1, 22) = 11.965$ ,  $p = .002$ ; siehe Abbildung 6 links). Es werden bei Fahrten mit tiefem Menüsystem tendenziell größere minimale Abstände zum Führungsfahrzeug eingehalten (HE Menü,  $F(1, 22) = 2.308$ ,  $p = .143$ ; siehe Abbildung 6 rechts).

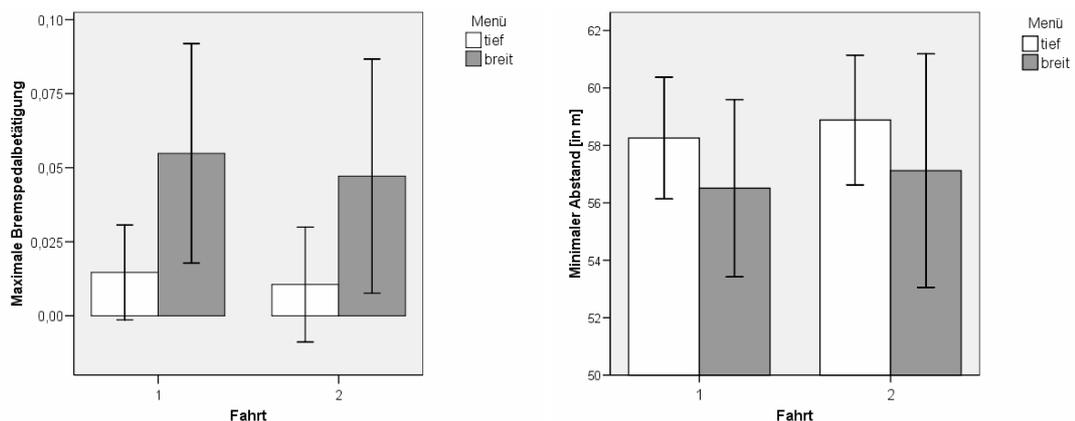


Abbildung 6: Stärke der maximalen Bremspedalbetätigung (links) und minimaler Abstand (rechts) bei Bremsmanövern des Führungsfahrzeugs für die Menüsysteme („breit“ vs. „tief“) für Fahrt 1 und 2. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Die Bedienung des tiefen Menüsystems geht zudem mit einer besseren Spurhaltung bzw. günstigeren Lenkaktivität einher. So sind die Standardabweichung des Gierwinkelfehlers als Maß für die Güte der Spurhaltung (siehe Abbildung 7 links) und die Standardabweichung der Lenkgeschwindigkeit als Maß für die Güte der Lenkaktivität (siehe Abbildung 7 rechts) in der Bedienaufgabe geringer als beim breiten Menüsystem (HE Menü,  $F(1, 22) = 4.036$ ,  $p = .057$  bzw.  $F(1, 22) = 5.735$ ,  $p = .026$ ). Zusätzlich sind an dieser Stelle Übungseffekte im Umgang mit dem Menüsystem zu berücksichtigen: So kommt es von Fahrt 1 zu Fahrt 2 zu einer Verbesserung der Spurhaltung und der Lenkaktivität (HE Fahrt,  $F(1, 22) = 10.236$ ,  $p = .004$  bzw.  $F(1, 22) = 16.341$ ,  $p = .001$ ).

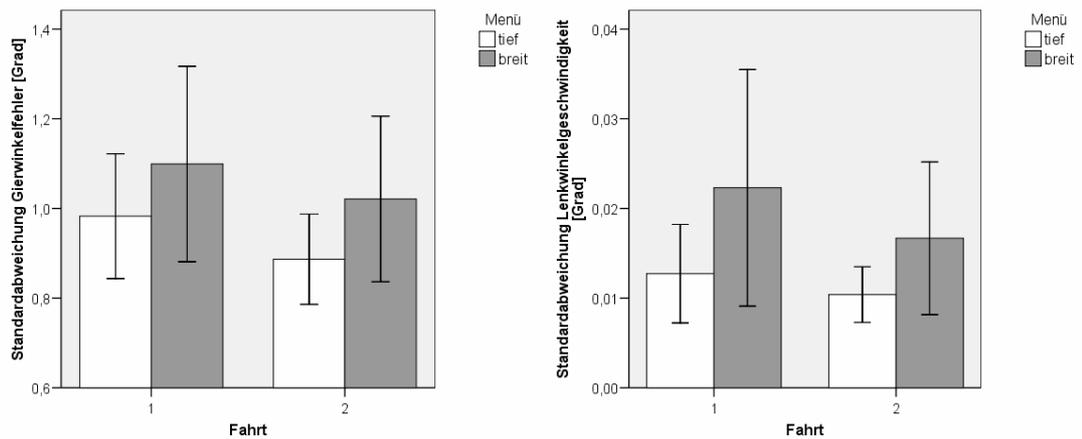


Abbildung 7: Standardabweichung des Gierwinkelfehlers (links) und Standardabweichung der Lenkgeschwindigkeit (rechts) für die Menüsysteme („tief“ vs. „breit“) für Fahrt 1 und 2. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

### 3.2 Leistung in Zeitreproduktionsaufgabe

Wie erwartet, führt die Einführung der Menübedienung zu einer Verlängerung der reproduzierten Zeitintervalle im Vergleich zu den vorgegebenen Zeitintervallen (Einstichproben-t-Test; Ton 2.0s:  $t(22) = 9.268, p = .000$ ; Ton 3.5s:  $t(22) = 7.899, p = .000$ ; Ton 5.0s:  $t(22) = 4.849, p = .000$ ): So beträgt die Reproduktionszeit der 2.0s-Tondauer im Durchschnitt 4.52s (Überschätzung um das 2.26fache), der 3.5s-Tondauer im Mittel 5.44s (Überschätzung um das 1.55fache) bzw. der 5.0s-Tondauer 5.96s (Überschätzung um das 1.19fache). Es werden also Befunde eines prospektiven Paradigmas bestätigt: Bei der Ausführung von schwierigen Aufgaben (hier: Menübedienung während der Fahrt) werden zu lange Zeitintervalle reproduziert. Dieser Effekt ist besonders stark für Tondauern von 2.0s Dauer.

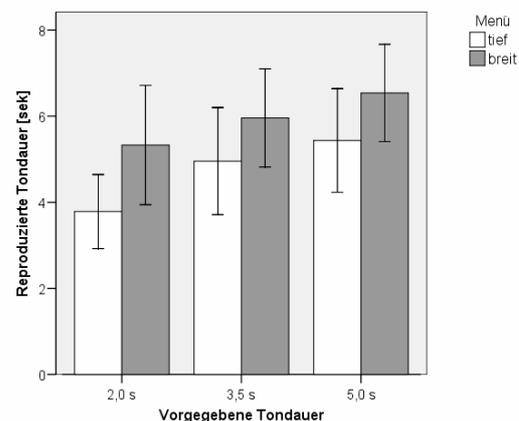


Abbildung 8: Reproduzierte Bediendauern in der Zeitreproduktionsaufgabe in Abhängigkeit von objektiver Tondauer (2.0s, 3.5s und 5.0s) und Menüsystemen („tief“ vs. „breit“). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung.

Dabei sind systematische Unterschiede in Abhängigkeit der Menüstruktur zu berücksichtigen (siehe Abbildung 8): Im breiten Menü werden generell längere Zeitintervalle reproduziert als beim tiefen Menü (zweifaktorielle Split-Plot-Varianzanalyse mit within-Faktor „Ton“ (2.0s vs. 3.5s vs. 5.0s) und between-Faktor „Menü“ (breit vs. tief); HE Menü,  $F(1, 21) = 7.786, p = .011$ ). Dieser Effekt ist unabhängig von der Dauer des vorgegebenen Tons (Wechselwirkung Ton \* Menü,  $F(2, 42) = 1.158, p =$

.324). Schließlich unterscheiden sich die Reproduktionszeiten in Abhängigkeit der vorgegebenen Tondauern: Das reproduzierte 2.0s-Zeitintervall ist kürzer als die reproduzierten 3.5s- bzw. 5.0s-Zeitintervalle (HE Ton,  $F(2, 42) = 29.103$ ,  $p = .000$ ).

### 3.3 Urteile in Zeitschätzaufgabe und Menüstruktur

Nach der Zeitreproduktionsfahrt schätzten die Probanden die Dauer der über die Töne vorgegebenen Zeitintervalle. Die unterschiedlichen Tondauern wirken sich dabei auf die Zeiturteile aus (siehe Abbildung 9): Objektiv länger dauernde Töne werden auch dementsprechend beurteilt (HE Ton,  $F(2, 90) = 138.806$ ,  $p = .000$ ).

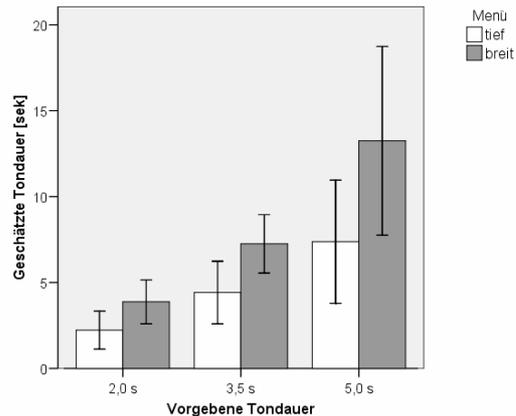


Abbildung 9: Beurteilte Tondauern in Abhängigkeit von objektiver Tondauer (2.0s, 3.5s und 5.0s) und Menüsystem („tief“ vs. „breit“).

Die beurteilten Zeitintervalle mit breitem Menü sind generell größer als mit tiefem Menü (HE Menü,  $F(1, 45) = 18.236$ ,  $p = .000$ ), die geschätzten Zeitintervalle des tiefen Menüs liegen näher an der objektiven Tondauer. Zugleich ist zu beachten, dass vor allem für das breite Menü längere Tondauern stärker überschätzt werden als kürzere Tondauern (Wechselwirkung Ton \* Menü,  $F(2, 90) = 8.183$ ,  $p = .001$ ). Bei einer retrospektiven Schätzung der Dauer von Zeitintervallen kommt es nicht nur zu einer Erhöhung der geschätzten Zeitdauern, wie dies anhand der zitierten Befunde zu erwarten war. Zudem sind die geschätzten Zeiturteile für das breite Menü, von dem höhere Anforderungen an den Fahrer ausgehen, stärker erhöht als für das tiefe Menü.

## 4. Diskussion

Insgesamt ergeben sich anhand dieser Studie folgende Aussagen:

- Die Menüstruktur ist ein schwierigkeitsrelevantes Merkmal von FIS: Tiefe Menüs bedingen aufgrund kürzerer Bediensequenzen geringere Interferenzen zwischen FIS-Bedienung und Fahrzeugführung: Fahrer müssen weniger stark bremsen, um einen größeren minimalen Abstand einzuhalten. Die Spurhaltung und Lenkaktivität ist besser als bei einer Bedienung breiter Menüs.
- Die Bedienung von FIS während der Fahrt führt zur Fehleinschätzung der Zeit: Die Fahrer reproduzieren während der Fahrt längere Zeitintervalle als durch Töne vorgegeben. Dieser Effekt ist besonders stark für kurze Zeitintervalle.

- Die Bedienung breiter Menüs während der Fahrt führt zu stärkeren Veränderungen in der Reproduktion bzw. Schätzung von Zeit:  
Breite Menüs führen bei einer Reproduktion vorgegebener Zeitintervalle zu längeren Bediensequenzen als tiefe Menüs. Wird nach der FIS-Bedienung die Dauer der vorgegebenen Zeitintervalle abgefragt, werden die Dauern der Zeitintervalle für das breite Menü stärker überschätzt als für tiefe Menüs.

Die Ergebnisse dieser Studie untermauern damit eigene Befunde, dass FIS mit tiefer Menüstruktur hinsichtlich ihrer Ablenkungswirkung beim Fahren günstiger zu bewerten sind als FIS mit breiter Menüstruktur (Rauch et al., 2004). Es kommt bei tiefen Menüs zu einer günstigeren Verschränkung von FIS-Bedienung und Fahrzeugführung, so dass tiefe Menüs als weniger anspruchsvoll für die Bedienung während der Fahrt zu bewerten sind. Unterstützung findet diese Aussage in den Ergebnissen von Fahrt 2, während der das tiefe Menü weniger stark die Fahrzeugführung beeinträchtigt, obwohl die Fahrer für die Bearbeitung der Aufgaben mehr Zeit verwendeten als beim breiten Menü.

Einhergehend hiermit wurde gezeigt, dass die Bedienung eines breiten Menüs sowohl zu längeren Bediensequenzen während einer Fahrt mit Tempomat als auch zu höheren reproduzierten Bediendauern bei einer Zeitreproduktionsfahrt führt. Die Fahrer scheinen während der Bedienung des Menüsystems die Dauer der jeweiligen Bediensequenz zu unterschätzen und verlängern die Bediensequenz bis zum Erreichen eines erlebten Zeitpunkts der (individuell) maximal zulässigen Ablenkungszeit von der Fahrzeugführung. Dadurch wird die Aufmerksamkeit der Fahrer länger von der Fahrzeugführung abgelenkt als bei Bedienung des tiefen Menüs. Dieser Effekt kann auf die größere, pro Menüebene dargebotene Informationsmenge und die daraus resultierenden höheren Anforderungen an die Verarbeitung nicht-zeitlicher Informationen zurückgeführt werden. Aufgrund der geringeren Informationsmenge wird das Zeiterleben bei Bedienung des tiefen Menüs hingegen nicht so stark beeinflusst, es kommt zu keiner dermaßen starken Fehleinschätzung der Zeit. Frühere empirische Ergebnisse prospektiver Zeiturteile (z.B. Hicks et al., 1976; Macar et al., 1994; Zakay et al., 1999) können auf den vorliegenden Kontext übertragen werden.

Eine alternative Erklärung für diesen Befund greift auf Unterschiede in der Unterbrechbarkeit der Bedienung breiter bzw. tiefer Menüs zurück: Die Bedienung breiter Menüs ist gerade durch die größere zu verarbeitende Informationsmenge weniger leicht zu unterbrechen, so dass die jeweilige Bediensequenz eher zu Ende geführt, als unterbrochen wird. Monk, Boehm-Davis und Trafton (2002, 2004) erklären dies damit, dass die Unterbrechung einer Aufgabe am ungünstigsten in deren Mitte oder an deren Ende ist, wohingegen eine Unterbrechung zu Aufgabenbeginn weniger kritisch zu sein scheint. Die Betätigungsdauern der Joysticktasten in Fahrt 1 und 2 unterstützen eine solche Annahme: Unabhängig von der Übung in der Bedienung des Menüsystems während der Fahrt sind einzelne Bediensequenzen für das tiefe Menü kürzer als für das breite Menü. Die Bedienung tiefer Menüs ist möglicherweise tatsächlich leichter und mit geringeren Folgekosten unterbrechbar als breite Menüs.

Inwiefern dies auch für die gewählte Zeitreproduktionsaufgabe gilt, in der die Probanden gebeten wurden, die vorgegebenen Tondauern über die Bedienung des jeweiligen Menüs präzise zu reproduzieren (unabhängig von einer optimalen Bedienleistung), ist anhand der vorliegenden Studie nicht abschließend zu beurteilen. Die Reproduktionszeiten für kurze Zeitintervalle scheinen die Unterbrechungshypothese zu bestätigen: Für das 2.0s-Zeitintervall, was als minimale Bedienzeit eines FIS einge-

führt wurde, ist das reproduzierte Intervall mehr als doppelt so lang wie das dargebotene Intervall (2.26fach), für das 5.0s-Zeitintervall ist es hingegen nur um das 1.19fache erhöht. Für eine Bewertung von Menüstrukturen von FIS bedeutet dies jedoch uneingeschränkt, dass speziell einzelne Bedienschritte bzw. kürzere Bediensequenzen im Umgang mit FIS deutlich länger dauern als dies von den Fahrern angestrebt wird. Daher unterschätzen Fahrer möglicherweise insbesondere die Ablenkungswirkung und das hieraus resultierende Sicherheitsrisiko von kurzen Bediensequenzen. Dieser Aspekt ist in weiteren Studien zu prüfen.

Unterschiede in der Unterbrechbarkeit der Bedienung in Abhängigkeit der Menüstruktur können hingegen nicht die Ergebnisse in der Zeitschätzaufgabe erklären: Übereinstimmend zu Befunden retrospektiver Zeiturteile werden Zeitintervalle bei Bedienung des breiten Menüs im Nachhinein hinsichtlich ihrer Dauer stärker überschätzt als bei Bedienung des tiefen Menüs. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zunehmend mehr und komplexere nicht-zeitliche Informationen verarbeitet werden müssen (Block, 1974; Ornstein, 1969). Das Zeiterleben in Abhängigkeit der Menüstruktur scheint verantwortlich für die gezeigten Befunde zu sein. Diese Studie zeigt somit durchaus das Potenzial für einen neuen theoretischen Ansatz zur Erklärung von Ablenkungseffekten im Fahrzeug auf: Das Zeiterleben als verantwortlichen Mechanismus für Interferenzen zwischen Fahrzeugführung und einer Bedienung von Fahrerinformationssystemen.

Abschließend ist die in dieser Studie realisierte Operationalisierung der Erfassung des Zeiterlebens zu diskutieren:

- Die als Zeitreproduktion bezeichnete Versuchsanordnung ist von typischen Zeitproduktionsaufgaben abzugrenzen, da bei der gewählten Reproduktionsmethode die Zeitintervalle von den Probanden nicht mittels konventioneller Zeiteinheiten hergestellt wurden. Die Probanden sollten sich vielmehr an der erlebten Zeitdauer von dargebotenen Tönen orientieren. Klassische Zeitproduktionsaufgaben beinhalten demgegenüber den Vergleich von im Gedächtnis gespeicherten Informationen bezüglich konventioneller Zeiteinheiten mit einer erlebten Dauer.
- Das gewählte Vorgehen zur Erfassung der Zeitschätzungen legt ein prospektives Vorgehen nahe, da die Aufmerksamkeit der Probanden bereits durch die Zeitreproduktionsaufgabe auf das Zeiterleben gelenkt wird. Bei der Zeitreproduktions- und der Zeitschätzaufgabe ist jedoch von unterschiedlichen für das Zeiterleben relevante Mechanismen auszugehen: Nur in der Zeitschätzaufgabe ist eine Übersetzung der erlebten Dauern in konventionelle Zeiteinheiten erforderlich und Gedächtniseffekte sind zu erwarten. Da den Probanden vorher jedoch nicht bekannt war, dass sie später Zeiturteile abgeben sollten, wird für diese Aufgabe ein retrospektiver Ansatz postuliert.

Die in dieser Studie umgesetzte Realisierung der Zeitreproduktions- und Zeitschätzmethode lehnt sich somit an in Laborstudien eingesetzten Paradigmen zum Zeiterleben an (für einen Überblick siehe Block et al., 2000). Durch den vorliegenden Forschungskontext (Bedienung von Fahrerinformationssystemen während der Fahrzeugführung) wird aber eine Erweiterung bestehender Forschungsansätze notwendig. Die berichtete Studie stellt einen diesbezüglich neuartigen Ansatz dar.

## 5. Literatur

- Block R.A., Hancock, P.A. & Zakay, D. (2000). Sex differences in duration judgments: A meta-analytic review. *Memory & Cognition*, 28 (8), 1333-1346.
- Block, R.A. & Reed, M.A. (1978). Remembered duration: Evidence for a contextual-change hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 656-665.
- Block, R.A. (1974). Memory and the experience of duration in retrospect. *Memory & Cognition*, 2, 153-160.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Carmichael, A.R. (1997). Duration estimates: A potentially useful tool for cognitive ergonomists. In D. Harris (Ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomists, Vol. 2, Job Design and Product Design* (pp. 267-273). Aldershot: Ashgate.
- Creelman, C.D. (1962). Human discrimination of auditory duration. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34, 582-593.
- Damos, D.L. & Wickens, C.D. (1980). The identification and transfer of timesharing skills. *Acta Psychologica*, 46, 15-39.
- Detweiler, M. & Schneider, W: (1991). Modeling the acquisition of dual-task skill in a connectionist/control architecture. In D.L. Damos (Ed.), *Multiple-task performance* (pp. 69-99). London: Taylor & Francis.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology*, 35, 1-36.
- Gabriel, R.F. & Burrows, A.A. (1968). Improving timesharing performance of pilots through training. *Human Factors*, 10, 33-40.
- Geiger, S.M., Schulze-Kissing, D., van der Meer, E. & Urbas, L. (2004). *Interferenzeffekte zeitlicher Informationsverarbeitung in Mensch-Maschine-Systemen*. Beitrag auf Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Göttingen.
- Hicks, R.E., Miller, G.W. & Kinsbourne, M. (1976). Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *American Journal of Psychology*, 89, 719-730.
- Hoffmann, S. & Buld, S. (2006). Darstellung und Evaluation eines Trainings zum Fahren in der Fahrsimulation. VDI-Berichte Nr. 1960. *Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme* (S. 113-132). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Kiger, J.I. (1984). The depth/breadth trade-off in the design of menu-driven user interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, 20, 201-213.
- Larson, K. & Czerwinski, M. (1998). Web page design: Implications of memory, structure and scent for information retrieval. In C.-M. Karat, A. Lund, J. Cou-

- taz & J. Karat (Eds.), *Proceedings of CHI '98*, 18.-23. April, Los Angeles (S. 25-32). New York: ACM.
- Liu, Y. & Wickens, C.D. (1994). Mental workload and cognitive task automaticity: An evaluation of subjective and time estimation metrics. *Ergonomics*, 37 (11), 1843-1854.
- Macar, F., Grondin, S. & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences time estimation. *Memory & Cognition*, 22 (6), 673-686.
- Monk, C.A., Boehm-Davis, D.A. & Trafton, J.G. (2002). The attentional costs of interrupting task performance at various stages. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 46th Annual Meeting* (S. 1824-1828). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Monk, C.A., Boehm-Davis, D.A. & Trafton, J.G. (2004). Recovering from interruptions: Implications for driver distraction research. *Human Factors*, 46 (4), 650-663.
- Norman, K.L. (1991). *The psychology of menu selection: Designing cognitive control of the human/computer interface*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Ornstein, R.E. (1969). *On the experience of time*. Harmondsworth: Penguin.
- Rammsayer, T. & Ulrich, R. (2001). Counting models of temporal discrimination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (2), 270-277.
- Rauch, N., Totzke, I. & Krüger, H.-P. (2004). Kompetenzerwerb für Fahrerinformationssysteme: Bedeutung von Bedienkontext und Menüstruktur. VDI-Berichte Nr. 1864. *Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme* (S. 303-322). Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Schumacher, E.H., Seymour, T.L., Glass, J.M., Fencsik, D.E., Lauber, E.J., Kieras, D.E. & Meyer, D.E. (2001). Virtually perfect time sharing in dual-task performance: Uncorking the central cognitive bottleneck. *Psychological Science*, 12 (2), 101-108.
- Snowberry, K., Parkinson, R. & Sisson, N. (1983). Computer display menus. *Ergonomics*, 26 (7), 699-712.
- Totzke, I. & Bengler, K.-J. (im Druck). Information und Kommunikation im Fahrzeug. Enzyklopädie der Psychologie.
- Totzke, I., Hofmann, M. & Krüger, H.-P. (2005). Age, previous knowledge, and learnability of driver information systems. In G. Underwood (Hrsg.), *Traffic and Transport Psychology* (S. 279-292). Nottingham: Elsevier.
- Weinand, M. (1997). Kompensationsmöglichkeiten bei älteren Kraftfahrern mit Leistungsdefiziten. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*, M 77. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Wickens, C.D. & Hollands, J. (2000). *Engineering psychology and human performance* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Wiegand, D. (1985). Die Messung der psychischen Beanspruchung während aufgabenbezogener Tätigkeiten einschließlich Fahrzeugführung durch konkurrierende Zeitintervallschätzungen. In Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. (Hrsg.), *Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen – Methoden und Problematik. Symposium am 14. und 15. November 1985 in Köln-Porz.*
- Zakay, D. & Block, R.A. (1996). The role of attention in time estimation processes. In M.A. Pastor & J. Artiera (Eds.), *Time, internal clocks and movement* (pp. 143-164). Amsterdam: Elsevier.
- Zakay, D., Block, R.A. & Tsal, Y. (1999). Prospective duration estimation and performance. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance: Interaction of theory and application* (pp. 557-580). Cambridge, MA: MIT Press.