

Kompetenzerwerb und Struktur von Menüsystemen im Fahrzeug: „Breiter ist besser?“

Autor: Ingo Totzke, Nadja Rauch & Hans-Peter Krüger

Keywords: Dual Task, Erlernbarkeit, Informationssysteme, Kompetenzerwerb, Menüstruktur, Single Task, Trackingaufgabe, Verhaltenssteuerung

Kurztitel: Kompetenzerwerb und Struktur von Menüsystemen

Kompetenzerwerb und Struktur von Menüsystemen

Kompetenzerwerb als Ansatz zur HMI-Gestaltung

Mensch-Maschine-Interaktionen innerhalb des Fahrzeugs umfassen ein sich ständig erweiterndes Spektrum von Funktionen. Neben bekannten Funktionen, wie Mobiltelefon und Navigationssystem, wird insbesondere die Integration von Infotainmentfunktionen (z.B. Internet, E-Mail, SMS) und des sog. Mobilen Büros in das Fahrzeug diskutiert. Damit einhergehend kommt es zu einer deutlichen Erweiterung der bestehenden Informationssysteme. Wie zahlreiche Studien zeigen, ist insbesondere bei visuellen Human-Machine-Interfaces (HMI) im Fahrzeug mit erheblichen Einbußen in der Güte der Fahrzeugführung zu rechnen (z.B. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]). Daher sind Maßnahmen notwendig, um diese negativen Effekte von Mensch-Maschine-Interaktionen zu vermeiden.

Eine Möglichkeit ist die optimale HMI-Gestaltung im Fahrzeug, d.h. eine Anpassung des HMI an die Anforderungen und Fähigkeiten des Fahrers, so dass der Fahrer durch die Mensch-Maschine-Interaktion nur minimal zusätzlich belastet wird. Diesbezüglich relevante Ansatzpunkte liefern ergonomische Kriterien, die z.B. in Form von Gestaltungsgrundsätzen in ISO-Normen formuliert werden. Die ISO-Norm 9241 [8] definiert beispielsweise ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Speziell Teil 10 thematisiert Grundsätze der Dialoggestaltung, die auf HMI im Fahrzeug verallgemeinerbar sind. Als Gestaltungsgrundsätze zur Dialoggestaltung werden genannt: Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit und Erlernbarkeit bzw. Lernförderlichkeit. Zur Umsetzung der Erlernbarkeit bzw. Lernförderlichkeit wird z.B. eine einfache und klare Informationsdarstellung, direkte und eindeutige Sprache, eine Reduktion der Beanspruchung des Nutzers, unmittelbare Rückmeldung, eine Benutzerführung sowie nutzerorientierte Terminologie empfohlen [9].

Kompetenzerwerb für Menüsysteme

Obwohl in der Lern- und Gedächtnispsychologie zahlreiche empirische Befunde zum Erlernen komplexer Fertigkeiten vorliegen (für eine Übersicht: [10], [11], [12], [13]), ist im Bereich des Kompetenzerwerbs für Menüsysteme bislang keine systematische Forschungsaktivität festzustellen. In einer eigenen Studie [14] wurde gezeigt, dass das Erlernen des Umgangs mit Menüsystemen zu deutlichen Leistungszuwächsen sowohl in der Bediengeschwindigkeit als auch in der Bediengüte führt. Während zu Beginn des Systemkontakts starke Leistungszuwächse auftreten, werden diese mit zunehmender Übung immer geringer. Zugleich nimmt mit zunehmender Systemerfahrung die interindividuelle Variabilität ab. Der Kompetenzerwerb für Menüsysteme kann folglich mittels des „Potenzgesetz der Übung“ beschrieben werden, dessen Gültigkeit auch für komplexe Fertigkeiten gezeigt wurde (z.B. [15]; für eine Übersicht: [16]).

Mitverantwortlich für den Leistungszuwachs im Umgang mit dem Menüsystem ist der kognitive Anteil beim Erlernen einer Fertigkeit, der mit zunehmender Übung abnimmt. Lernbedingte Leistungszuwächse im Umgang mit einem Textverarbeitungsprogramm sind so weitgehend auf die Reduktion der Denkzeit zurückzuführen, die Bedienzeit ist hierfür irrelevant [17]. Es sind beim Kompetenzerwerb demnach zwei Aspekte der Verhaltenssteuerung von Bedeutung: Antizipative Aspekte der Handlungsvorbereitung und -initiierung, die Lerneinflüssen sehr stark ausgesetzt sind, sowie exekutive Aspekte der Handlungsdurchführung und -kontrolle, bei denen der Kompetenzerwerb von untergeordneter Bedeutung ist.

Kompetenzerwerb in „Dual Task“-Situationen

Trotz einer nachweisbaren Leistungssteigerung in Form eines Anstiegs von Geschwindigkeit und Genauigkeit einer ausgeführten Handlung (z.B. [14]) kommt es mit zunehmender Übung einer Fertigkeit zu einem Absinken der physischen und mentalen Beanspruchung der handelnden Person. Damit einhergehend können zwei Tätigkeiten parallel erledigt werden, wobei die wechselseitige Beeinträchtigung der Tätigkeiten (sog. Interferenz) abnimmt [18]. Guski und Bosshardt [19] nennen vier Gründe, warum Doppelaufgabeninterferenzen mit zunehmender Übung abnehmen:

- Beherrschung der Einzelaufgaben
- Entwicklung von Strategien, um beide Aufgaben gleichzeitig mit minimalen Einbußen zu bearbeiten
- Minimierung des Gebrauchs von Aufmerksamkeits- oder anderen zentralen Ressourcen bei der Aufgabenbearbeitung
- Minimierung der notwendigen Ressourcen zum Steuern der Tätigkeit

Theoretischer Hintergrund zum Auftreten von Interferenzen zwischen zwei oder mehr gleichzeitig auszuführenden Aufgaben sind zumeist Kapazitäts- oder Ressourcenmodelle (z.B. [7], [20], [21], [22], [23]). Diesen Modellen ist gemein, dass nur begrenzt Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung einer Person zur Verfügung stehen. Werden diese vorhandenen Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung überschritten, so führt diese Überforderung (engl.: Overload) zu einer Abnahme der Leistung der handelnden Person. Somit ist zu erwarten, dass auch beim Kompetenzerwerb für Menüsysteme in „Dual Task“-Situationen (z.B. während der Fahrt) zu Beginn des Systemkontakts Interferenzen zwischen Systembedienung und weiterer Aufgabe (hier: Fahrzeugführung) auftreten werden. Diese Interferenzen sollten mit zunehmender Übung im Menüsystem abnehmen. Momentan liegen keine empirischen Befunde zu den Auswirkungen von Menüsystemen auf die Fahrzeugführung unter Berücksichtigung des Kompetenzerwerbs vor.

Auswirkungen der Menüstruktur

Wie zahlreiche Studien zeigen, beeinflusst die Menüstruktur in einem erheblichen Maße sowohl Systemverständnis und –wissen als auch Geschwindigkeit und Qualität der Systembedienung (für eine Übersicht: [24], [25]). Als für Systemrepräsentation und -bedienung zentrale Strukturmerkmale werden u.a. die Menübreite (Anzahl der Menüoptionen pro Menüebene) und Menütiefe (Anzahl der Menüebenen bis zum Erreichen der Zielfunktion) genannt [24].

Breite Menüs werden zusammenfassend als günstiger bewertet [24]. So sind bei breiten Menüs zwar längere Suchzeiten und erhöhte Reaktionszeiten bis zur Auswahl eines Handlungsschritts zu erwarten, über alle Menüebenen hinweg bis zum Erreichen der Zielfunktion wirkt sich dies jedoch günstiger aus als in tiefen Menüs. Insbesondere bei sukzessiven Menüs, in denen nur Ausschnitte des Menüs gezeigt werden, sind breite Menüs von Vorteil [26]. Als günstig werden 3 bis 12 Optionen pro Menüebene angegeben [24], als optimal 7 ± 2 Optionen (z.B. [27], [28], [29]).

Bei tiefen Menüs nehmen zwar pro Menüebene die Such- und Reaktionszeiten ab, über alle Ebenen hinweg führt dies jedoch zu ähnlichen Bearbeitungsdauern wie bei vergleichbaren breiten Menüs ([28], [30], [31], [32]). Erschwerend kommt hinzu, dass mit zunehmender Menütiefe stärkere Orientierungsprobleme auftreten können (d.h. die Nutzer wissen nicht mehr, wo im Menü sie sich gerade befinden; [33]). Begrifflich nicht-eindeutige Systemfunktionen führen vor allem in tiefen Menüs zu Bediendefiziten [34]. Als optimale Tiefe werden zwei bis drei Ebenen empfohlen [28]. Müssen weitere Funktionen in ein Menü integriert werden, ist anstelle einer Hinzunahme weiterer Menüebenen eine Verbreiterung der bereits bestehenden Menübereiche anzustreben.

Diese Befunde stützen sich ausnahmslos auf Ergebnisse, die nach einem längeren Umgang mit einem Menüsystem gewonnen wurden. Das Erlernen von Menüs unter Berücksichtigung von

Strukturmerkmalen (wie z.B. Menütiefe und –breite) wurde in empirischen Studien bislang nur vereinzelt betrachtet. So wird übereinstimmend berichtet, dass vor allem in tiefen Menüsystemen starke Leistungszuwächse auftreten ([28], [31], [35]).

Zusammenfassung

Aus diesen Darstellungen lassen sich drei Hauptannahmen zum Kompetenzerwerb für Menüsysteme formulieren, die im folgenden weiter betrachtet werden sollen:

- Zu Beginn des Systemkontakts bestimmen in erheblichem Maße kognitive Anteile die Bediengeschwindigkeit. Mit zunehmender Übung werden diese Anteile weniger aufwändig und die Bediengeschwindigkeit nimmt zu.
- Breite Menüs sind (insbesondere zu Beginn des Systemkontakts) sowohl hinsichtlich Bediengeschwindigkeit als auch Bediengüte tiefen Menüs gegenüber überlegen.
- Zu Beginn des Systemkontakts in einer „Dual Task“-Situation werden deutliche Interferenzen zwischen Bedienung des Menüsystems und einer parallelen (Primär-) Aufgabe erwartet.

Studie 1 untersucht den Einfluss der Menüstruktur auf den Kompetenzerwerb für Menüsysteme an einem Bildschirmarbeitsplatz („Single Task“-Situation), Studie 2 in einer „Dual Task“-Situation. Die Studien wurden realisiert im Projekt „Kompetenzerwerb für Fahrerinformationssysteme“, durchgeführt im Auftrag der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BaSt; Förderkennzeichen FE 82.196/2001). Weitere Informationen sind zu finden unter www.psychologie.uni-wuerzburg.de/methoden.

Studie 1: Menüstruktur und Kompetenzerwerb („Single Task“)

Methodisches Vorgehen

Um die Auswirkungen der Menüstruktur auf den Kompetenzerwerb zu untersuchen, wurden zwei Menüsysteme konstruiert: 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, je zwei Optionen auf der zweiten bzw. dritten Ebene und vier Funktionen auf der vierten Ebene. Das breite Menü setzte sich aus zwei Ebenen mit jeweils acht Optionen zusammen. Beide Menüs bestanden aus 64 Funktionen. Um die beiden Menüs miteinander vergleichen zu können, wurden identische Menüinhalte verwendet. Dies wurde möglich, indem bei der Konstruktion des breiten Systems die erste und dritte Ebene des tiefen Menüs entfernt wurde. Somit war die erste Ebene des breiten Systems identisch mit der zweiten Ebene des tiefen Systems bzw. die zweite Ebene des breiten Systems mit der vierten Ebene des tiefen Systems. Mittels einer

Voruntersuchung (N = 6 Probanden) wurde kontrolliert, dass beide Menüs hinsichtlich sprachlicher Merkmale vergleichbar waren. Bei beiden Menüs wurde auf dem Bildschirm jeweils nur die aktuelle Menüebene, auf der die Probanden sich befanden, dargestellt.

Die Probanden sollten mittels des Menüsystems möglichst schnell und präzise Aufgaben bearbeiten. 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 noch einmal genannt wurde. Im Anschluss musste die richtige Menüfunktion ausgewählt werden.

Das Menüsystem lief über einen PC, der das System berechnete und Informationen zur aktuellen Position im Menü sowie zur Art und Geschwindigkeit der Bedienung mit einer Frequenz von 10 Hz aufzeichnete. Zur Beschreibung der Bediengeschwindigkeit wurde u.a. die Zeitdauer, in dem sich die Probanden im Menü selbst befinden (sog. Navigationszeit), die mittleren Schrittdauern und die mittlere Dauer der Darbietung des Instruktionbildschirms pro Wort (sog. Instruktionsdauer pro Wort) abgeleitet. Um die Bedienqualität zu bestimmen, wurden Häufigkeiten von über 80 verschiedenen Fehlern untersucht. Zur Charakterisierung der relativen Häufigkeit von Fehlern im Umgang mit dem System wurde der Parameter „Überflüssige Wegstrecke“ definiert. Hierzu wurde die Anzahl tatsächlich gegangener Schritte ins Verhältnis zur Anzahl notwendiger Schritte gesetzt.

Am Versuch nahmen N = 12 Probanden (7 weiblich, 5 männlich, mittleres Alter: 23.7 Jahre) teil. Während des Versuchs wurden drei Blöcke mit jeweils 48 Aufgaben vorgegeben. Je n = 6 Probanden gingen mit dem breiten Menü (8*8-Struktur) bzw. dem tiefen Menü (4*2*2*4-Struktur) um. Unabhängig vom Menüsystem bearbeiteten alle Probanden identische Aufgabenblöcke. Es liegt demzufolge ein Mischversuchsplan mit den Faktoren „Übung“ (3 Blöcke; within-Faktor) und „Menüstruktur“ (breit vs. tief; between-Faktor) vor. Der Versuch dauerte ca. 90 Minuten.

Ergebnisse

Einfluss der Menüstruktur auf Bediengeschwindigkeit und -güte

Bei den untersuchten Menüs findet zu Lernbeginn eine deutliche Beschleunigung der Mittleren Navigationszeit von 9075 ms (sd = 6033 ms) in Block 1 auf 6362 ms (sd = 3178 ms) in Block 2 statt (siehe Bild 1 oben). Mit zunehmender Übung verringert sich die Mittlere Navigationszeit nur noch geringfügig (Block 3: m = 6098 ms, sd = 2907 ms). Die Abnahme der Mittleren Navigationszeit ist auf eine Beschleunigung der Mittleren Schrittdauern zurückzuführen (Block 1: m = 925 ms, sd = 535 ms; Block 2: m = 653 ms, sd = 192 ms; Block 3: m = 625 ms, sd = 206 ms; siehe Bild 1 unten links). Bild 1 unten rechts zeigt, dass die zurückgelegte Wegstrecke für den

Kompetenzerwerb im untersuchten Menü weitgehend unbedeutend ist: Unabhängig vom Durchgang ist durchschnittlich 20 % der im Menü zurückgelegten Strecke nicht notwendig, um die Zielfunktion zu erreichen (Quotient „Überflüssige Wegstrecke“ 1.24 in Block 1, je 1.18 in Block 2 und 3). Die Menüs scheinen sowohl hinsichtlich ihrer begrifflichen Struktur als auch ihrer Bedienung leicht verständlich zu sein, so dass keine größere Fehlerzahl im Umgang mit dem Menüsystem auftritt. In den untersuchten Menüs kommt es vor allem zu einer zeitlichen Optimierung des Systemumgangs, d.h. die Bediengeschwindigkeit nimmt bei einer konstanten Bediengüte zu. Zusätzlich wird deutlich, dass mit zunehmender Übung die Variabilität zwischen den Probanden abnimmt.

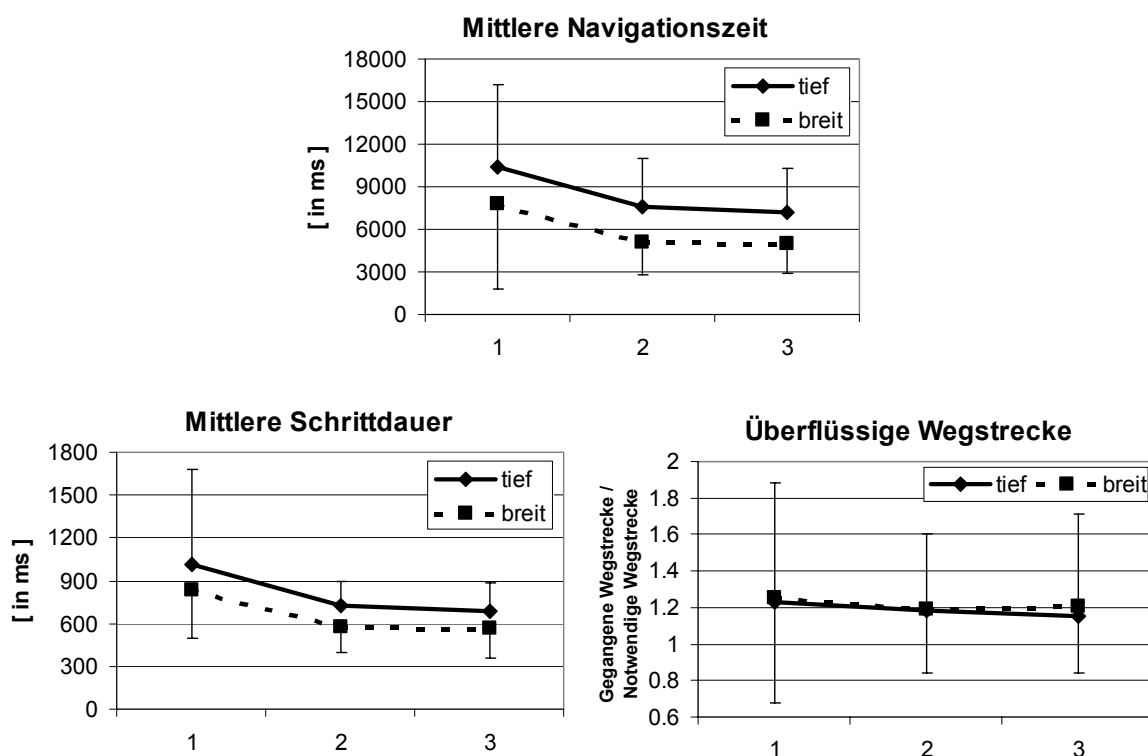


Bild 1: Mittlere Navigationszeit (oben), Mittlere Schrittdauer (unten links) und Überflüssige Wegstrecke (unten rechts) zur Bearbeitung der Aufgaben im Menüsystem. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Unabhängig vom Kompetenzerwerb ist das breite Menü günstiger als das tiefe Menü. Bild 1 zeigt, dass in allen drei Aufgabenblöcken beim breiten Menü sowohl die Mittlere Navigationszeit (oben) als auch die Mittlere Schrittdauer (unten links) geringer ist als beim tiefen Menü. Die Überflüssige Wegstrecke als Parameter der Bediengüte (unten rechts) weist keine strukturbedingten Unterschiede auf. Breite Menüs sind somit besonders günstig für die Bediengeschwindigkeit.

Zusätzlich ergibt sich in Block 1 eine leicht stärkere Überlegenheit des breiten Menüsystems in der Bediengeschwindigkeit gegenüber dem tiefen System. Während in Block 1 die Differenz der Mittleren Navigationszeiten zwischen breitem und tiefem Menü 2552 ms beträgt, verringert sich

diese Differenz auf 2445 ms in Block 2 bzw. 2119 ms in Block 3. Diese Verringerung der Differenz ist vor allem auf die Mittlere Schrittdauer zurückzuführen. In Block 1 sind die Mittlere Schrittdauern im tiefen System um 178 ms langsamer als im breiten Menü, im zweiten Block 145 ms und im dritten Block schließlich 126 ms.

Zeitliche Struktur der Menübedienung

Anschließend wurde untersucht, wodurch die o.g. Unterschiede in den Mittleren Schrittdauern zustande kommen. Hierzu wurde jede Bewegung bzw. jeder Schritt innerhalb des Menüsystems dahingehend klassifiziert, ob hier innerhalb einer Menüebene zwischen verschiedenen Funktionen ausgewählt wurde („Blättern innerhalb einer Ebene“) oder zwischen den Menüebenen gewechselt wurde, z.B. als Bestätigung der angesteuerten Menüfunktion bzw. um auf übergeordnete Menüfunktionen zurückzugehen („Wechseln zwischen Ebenen“). Es liegen somit zwei Arten von Schritten vor: Schritte zum Blättern innerhalb einer Ebene (sog. Blätterschritte) und Schritte zum Wechseln zwischen Ebenen (sog. Wechselschritte).

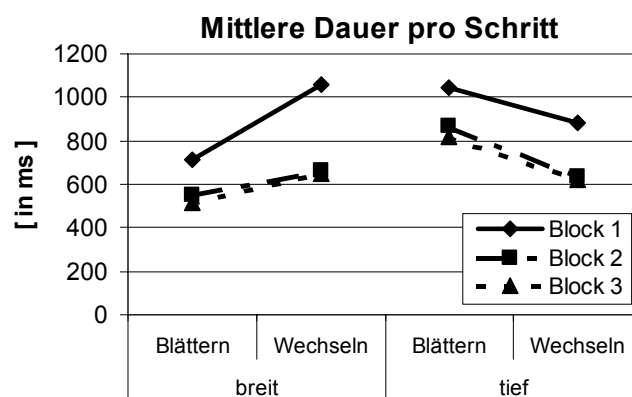


Bild 2: Mittlere Dauer der Blätterschritte („Blättern“) und „Wechselschritte („Wechseln“) für das breite Menü (links) bzw. tiefe Menü (rechts) über drei Aufgabenblöcke.

Bild 2 zeigt, dass die Menüstruktur die mittlere Dauer von Blätter- und Wechselschritten beeinflusst. So dauern Blätterschritte im tiefen Menü unabhängig vom Aufgabenblock länger als Wechselschritte ($m = 913$ ms für Blätterschritte; $m = 713$ ms für Wechselschritte), während dies im breiten Menü umgekehrt ist ($m = 595$ ms für Blätterschritte; $m = 793$ ms für Wechselschritte). Obwohl für beide Menüs identische Bedienhandlungen zum Blättern innerhalb einer Ebene sowie zum Wechseln zwischen den Ebenen vorliegen, unterscheiden sich die Zeitmuster erkennbar.

Hieraus ergibt sich die Frage, ob die Probanden mit den jeweiligen Menüs unterschiedlich umgegangen sind oder ob die Probanden mit beiden Menüs ähnlich umgehen und die gefundenen Unterschiede ausschließlich auf strukturbedingte Merkmale zurückzuführen sind. Wäre die letztgenannte Annahme der Fall, dann würde sich ein ähnliches Bedienverhalten im breiten bzw.

tiefen Menü aufgrund der jeweiligen Strukturmerkmale des Menüs unterschiedlich auf die globale Bedienleistung (z.B. erfasst über den Parameter „Mittlere Navigationszeit“) auswirken. Um diese Annahme zu prüfen, wurde jeder Schritt innerhalb des Menüsystems dahingehend klassifiziert, ob der jeweilige Schritt ein erster Schritt mehrerer nachfolgender Schritte derselben Schrittart ist. So wurde definiert, ob ein Blätterschritt ein „erster Blätterschritt“ mehrerer aufeinanderfolgender Blätterschritte ist oder ob bereits einer oder mehrere Blätterschritte vorangegangen waren und dieser Schritt somit ein „Folge-Blätterschritt“ ist. Ebenso wurde für Wechselschritte analysiert, ob ein Schritt ein „Erster Wechselschritt“ oder ein späterer „Folge-Wechselschritt“ ist. „Erste Wechselschritte“ sind dabei zumeist Schritte, die zu Beginn einer neuen Aufgabe getätigt werden.

Bild 3 zeigt, dass die Mittlere Dauer von Blätter- und Wechselschritten erheblich dadurch bestimmt wird, ob der entsprechende Schritt ein „Erster Schritt“ oder ein „Folgeschritt“ ist. So dauert ein „Erster Blätterschritt“ in Block 1 durchschnittlich 1267 ms, wohingegen ein „Folge-Blätterschritt“ im Mittel 433 ms ausmacht (siehe Bild 3 links). Ähnlich benötigt der „Erste Wechselschritt“ im ersten Block mit 1252 ms mehr Zeit zur Ausführung als spätere „Folge-Wechselschritte“ mit 815 ms (siehe Bild 3 rechts). Dieses Ergebnis ist unabhängig von der Menüstruktur, d.h. es lässt sich in ähnlicher Weise im tiefen und breiten Menü finden.

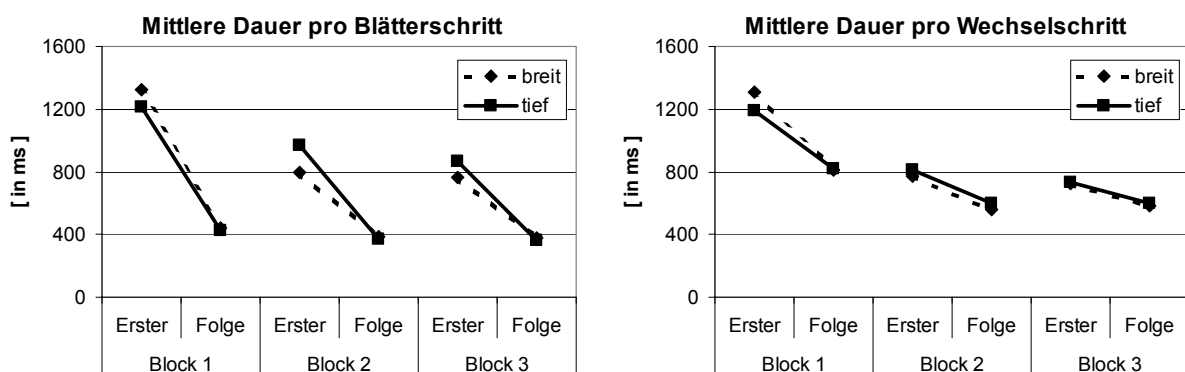


Bild 3: Mittlere Schrittdauer für „Erste Blätterschritte“ und „Folge-Blätterschritte“ (links) sowie „Erste Wechselschritte“ und „Folge-Wechselschritte“ (rechts) in Abhängigkeit der Aufgabenblöcke.

Übungsbedingt kommt es zu einer Beschleunigung des „Ersten Schritts“ im Menü. Während „Erste Blätterschritte“ in Block 1 1267 ms dauern, beschleunigen sich diese Schritte auf 885 ms in Block 2 bzw. 816 ms in Block 3 (siehe Bild 3 links). „Erste Wechselschritte“ beschleunigen sich von 1252 ms in Block 1 auf 792 ms in Block 2 und 726 ms in Block 3 (siehe Bild 3 rechts). „Folge-Blätterschritte“ werden mit 378 ms in Block 2 bzw. 369 ms in Block 3 nur geringfügig schneller ausgeführt als in Block 1 (433 ms). Ähnliches gilt für „Folge-Wechselschritte“ (Block 1: 815 ms, Block 2: 582 ms, Block 3: 589 ms). Dieses Ergebnis legt nahe, dass bei „Ersten Schritten“ auf Nutzerseite andere Prozesse der Verhaltenssteuerung wirksam werden als bei „Folgeschritten“.

Vorbereitung und Initiierung der Menübedienung

Ähnlich ergibt sich für die Zeitdauer, einen Instruktionstext für die zu bearbeitende Aufgabe zu lesen und mit der Aufgabe zu beginnen (siehe Bild 4), ein deutlicher Lerneinfluss. Aufgrund der unterschiedlichen Länge der Instruktionstexte in den verschiedenen Aufgabenblöcken, wurden die Instruktionszeiten pro Wort errechnet. Die Mittlere Instruktionszeit pro Wort beträgt in Block 1 durchschnittlich 398 ms, im zweiten Block 256 ms und im dritten Block 225 ms. Zusätzlich wird ein aus der Menüstruktur resultierender Unterschied deutlich. So wird im breiten Menü schneller mit der Menübedienung angefangen als im tiefen Menü (Block 1: 327 ms Instruktionszeit pro Wort im breiten Menü vs. 469 ms im tiefen Menü, Block 2: 223 ms vs. 290 ms, Block 3: 196 ms vs. 255 ms). Speziell zu Beginn des Systemkontakts in Block 1 sind die Probanden des breiten Menüs bei der Vorbereitung des Aufgabenbearbeitung schneller.

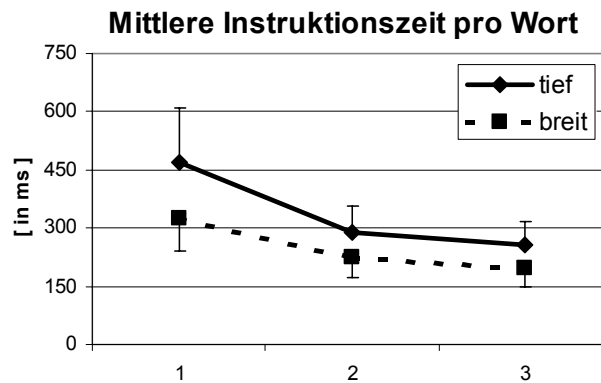


Bild 4: Mittlere Instruktionszeit pro Wort zur Bearbeitung der Aufgaben im Menüsystem. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Es stellt sich die Frage, woraus die lernbedingte Abnahme bzw. die strukturbedingten Unterschiede der Mittleren Instruktionszeit resultieren. Hierzu wurde eine Kontrollstudie eingeführt, in der ausschließlich o.g. Instruktionsschirme dargeboten wurden. Die Probanden (N = 6), die keinen weiteren Kontakt mit den Menüsystemen hatten, sollten sukzessive die Instruktionstexte möglichst schnell und sorgfältig lesen und selbsttätig über Bewegung des Joysticks in eine beliebige Richtung eine neue Instruktion anfordern. Um zu kontrollieren, dass die Probanden die Instruktionen tatsächlich lasen und inhaltlich verstanden, wurde nach je fünf Instruktionen eine Frage zu den vorherigen Instruktionen gestellt (z.B. „Sollten Sie als Radiosender Bayern 3 auswählen?“). War die Frage zu bejahen, war der Joystick nach rechts zu bewegen, für ein „Nein“ nach links. Dieser Versuch dauerte ca. 20 Minuten.

Die benötigte Zeit zum Lesen der Instruktionstexte wird als „reine Lesezeit pro Wort“ interpretiert. Da für beide Menüsysteme identische Instruktionen verwendet wurden, gelten die

Lesezeiten für beide Menüs. Anschließend wurde diese Lesezeiten pro Wort mit den Mittleren Instruktionszeiten pro Wort der Versuchsgruppen mit Menükontakt (Aufgabe der Probanden: Instruktionen lesen und verstehen sowie Menübedienung vorbereiten) verglichen. Eine mögliche Differenz zwischen den Versuchsgruppen ist auf die Vorbereitung der Menübedienung zurückzuführen, d.h. als Aufwand für die Handlungsvorbereitung und -initiierung im Umgang mit dem Menüsystem. Diese Zeit wird im folgenden als sog. Vorbereitungszeit bezeichnet.

Wie aus Bild 5 ersichtlich, beträgt die Mittlere Lesezeit für die Instruktionen für den ersten Aufgabenblock 228 ms bzw. für den zweiten Block 201 ms. Verantwortlich für diese Unterschiede ist vor allem eine Variation in der Schwierigkeit der Instruktionstexte. Die Abnahme der Mittleren Instruktionszeit ist demnach nicht ausschließlich auf die Beschleunigung des Lesens und Verstehens der Aufgabenstellung per se zurückzuführen.

Hierfür ist vielmehr die Zeitdauer verantwortlich, die benötigt wird, um mit der Bearbeitung der Aufgaben im Menüsystem zu beginnen. Diese sog. Mittlere Vorbereitungszeit pro Wort beträgt für das breite Menü im ersten Block 98 ms bzw. für das tiefe Menü 239 ms. Es wird hier ein höherer Aufwand zur Vorbereitung der Bedienung des tiefen Menüs deutlich. In Block 2 kommt es schließlich zu einer Verringerung der Mittleren Vorbereitungszeit auf durchschnittlich 21 ms für das breite Menü bzw. 126 ms für das tiefe Menü. Mit zunehmender Systemerfahrung nimmt demzufolge der Vorbereitungsaufwand der Menübedienung ab. Aber auch mit größerer Erfahrung muss seitens der Nutzer mehr Aufwand zur Handlungsvorbereitung und -initiierung für das tiefe Menü betrieben werden als für das breite Menü. Dies legt nahe, dass die Anzahl der Menüebenen die Verhaltenssteuerung in erheblichem Maße beeinflusst.

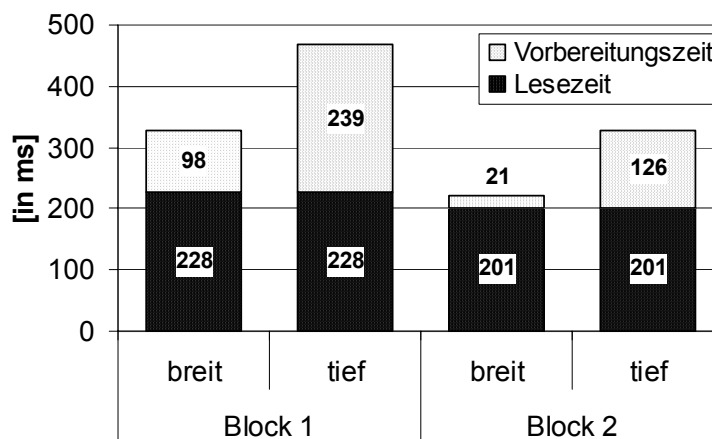


Bild 5: Mittlere Vorbereitungs- und Lesezeit pro Wort der Instruktion (links: Aufgabenblock 1, rechts: Aufgabenblock 2), getrennt für breites und tiefes Menü. Da für beide Menüsysteme dieselben Instruktionstexte verwendet wurden, sind die Lesezeiten identisch.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend ergibt sich zu den Auswirkungen der Menüstruktur auf den Kompetenzerwerb in einer „Single Task“-Situation (d.h. an einem Bildschirmarbeitsplatz), dass breite Menüs günstiger sind als tiefe Menüs: Bei einer höheren Bediengeschwindigkeit (aufgrund geringerer Mittlerer Schrittdauern) und einer ähnlichen Bediengüte sind breite Menüs überlegen. Mit der Bearbeitung der gestellten Aufgaben im breiten Menü kann zudem schneller begonnen werden. Ursächlich hierfür ist die größere Anzahl der Menüebenen des tiefen Menüs, die vor einer Bedienhandlung vorbereitet und initiiert werden müssen. Diese Befunde gelten weitgehend unabhängig vom Kompetenzerwerb, lediglich zu Lernbeginn ist der Vorteil breiter Menüs stärker ausgeprägt.

Der Vorteil breiter Menüs kann auf strukturbedingte Unterschiede zurückgeführt werden. Es wurde gezeigt, dass „Erste Schritte“ (d.h. der erste Schritt beim Blättern innerhalb einer Ebene bzw. beim Wechseln zwischen den Ebenen) relativ zeitaufwändig sind, wohingegen „Folgeschritte“ (d.h. nachfolgende Bewegungen im Menüsystem beim Blättern bzw. Ebenenwechseln) deutlich weniger lange dauern. Dieses Verhältnis von langsamen „Ersten Schritten“ zu schnellen „Folgeschritten“ gilt unabhängig von der Menüstruktur. Beim Umgang mit einem breiten Menü treten mehrere aufeinanderfolgende Blätterschritte auf, es werden nur wenige „Erste Schritte“ beim Blättern oder Ebenenwechseln benötigt. Demzufolge sind bei breiten Menüs geringere Bedienzeiten zu erwarten als bei tiefen Menüs, bei denen häufige „Erste Schritte“ und nur wenige „Folgeschritte“ auftreten.

Systemerfahrung wirkt sich insbesondere auf die Dauer der „Ersten Schritte“ aus, so dass bei einem Menü mit häufigen „Ersten Schritten“ gerade zu Lernbeginn längere Bedienzeiten auftreten. Dementsprechend ist im tiefen Menü mit häufigen „Ersten Schritten“ eine geringere Bediengeschwindigkeit zu Lernbeginn zu verzeichnen. Die Unterschiede zwischen breiten und tiefen Systemen in der Bediengeschwindigkeit resultieren somit nicht aus einem unterschiedlichen Umgang mit dem System, sondern vielmehr aus unterschiedlichen, strukturbedingten Auswirkungen der Schrittdauern.

Hieraus lässt sich ableiten, dass beim Umgang mit Menüsystemen zwei sequenziell ablaufende Prozesse der Verhaltenssteuerung wirksam sind: Antizipative Aspekte der Handlungsvorbereitung und -initiierung sowie exekutive Aspekte der Handlungsdurchführung und -kontrolle. Zu Beginn einer Sequenz von Blätter- oder Wechselschritten orientieren sich die Nutzer zunächst, wo im Menü sie sich befinden, welche Informationen seitens des Systems gegeben werden und welche Bedienhandlungen notwendig sind, um eine Zielfunktion im Menü zu erreichen. Nach einer solchen Phase der Handlungsvorbereitung und -initiierung, die zu einer Erhöhung der mittleren Dauer der „Ersten Schritte“ führt, kommt es im Rahmen der Handlungsdurchführung und -kontrolle beim

Blättern zu einem schnellen Ansteuern der gewünschten Menüfunktion bzw. beim Ebenenwechseln zu einem raschen Ansteuern der gewünschten Menüebene.

Der Kompetenzerwerb für Menüsysteme wiederum wirkt sich insbesondere auf die antizipativen Aspekte der Handlungsvorbereitung und -initiierung aus: Mit zunehmender Übung kommt es zu einer Beschleunigung des „Ersten Schrittes“. Exekutive Aspekte der Handlungsdurchführung und -kontrolle bleiben vom Kompetenzerwerb weitgehend unbeeinflusst. Im Umgang mit einem Menü kommen bei exekutiven Anteilen der Handlung vielmehr motorische Zeiten zum Ausdruck, die seitens der Systemnutzer benötigt werden, um sich mittels des Bedienelements im Menü zu bewegen. Ähnlich konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Erfahrung im Umgang mit Menüsystemen insbesondere der Verarbeitungsaufwand (d.h. die Vorbereitung und Initiierung der Menübedienung) abnimmt und schneller mit der Menübedienung begonnen werden kann.

Studie 2: Menüstruktur und Kompetenzerwerb („Dual Task“)

In der zweiten Studie wird der Frage nachgegangen, inwiefern die in einer „Single Task“-Situation erzielten Ergebnisse zum Kompetenzerwerb für Menüsysteme auf „Dual Task“-Situationen (z.B. während einer Autofahrt) generalisiert werden können und die Ergebnisse geeignet sind, die Auswirkungen der Menüstruktur auf die Verkehrssicherheit abzuschätzen. So kann einerseits erwartet werden, dass breite Menüs in einer „Dual Task“-Situation günstiger sind, da hier der antizipative Aufwand zur Systembedienung geringer ist. Andererseits können breite Menüs aufgrund ihrer größeren Informationsmenge, die simultan dargeboten wird, eine höhere Beanspruchung des Nutzers bedingen. So könnte unter „Dual Task“-Bedingungen eine stärkere Interferenz zwischen Fahrzeugführung und Systembedienung für breite Menüs auftreten.

Um diese Hypothesen zu prüfen, wurden die in Studie 1 verwendeten Menüsysteme in einer „Dual Task“-Situation eingesetzt. Hierzu wurde eine Trackingaufgabe eingeführt, die als Primäraufgabe zu bearbeiten war. Sofern hinreichend kognitive Kapazität zur Verfügung stand, sollte das Menüsystem als Sekundäraufgabe bedient werden.

Methodisches Vorgehen

Abgesehen von der „Dual Task“-Situation, in der o.g. Menüs parallel zu einer Trackingaufgabe zu bedienen waren, war das methodische Vorgehen identisch zu Studie 1. Um zusätzlich die von den Menüsystemen ausgehende visuelle Beanspruchung abzuschätzen und inwiefern der Kompetenzerwerb im Umgang mit den Menüs diese beeinflusst, wurde das Blickverhalten der Probanden mittels Lidschlussgeber erhoben. Hierbei wurde das Augenöffnungsniveau der

Probanden erfasst (Frequenz: 100 Hz). Augenöffnungen, die länger als 300s auf einem mittleren Öffnungsniveau (d.h. in Höhe des Displays zur Darstellung des Menüsystems im Fahrerstand) dauerten, wurden als sog. Displayblicke klassifiziert. Hierfür wurden Mittlere Anzahl, Mittlere Dauer und Variation der Dauer der Displayblicke errechnet.

Die Trackingaufgabe bestand aus einem Kreuz, das auf den Straßenbelag einer leicht kurvigen Landstraße einige Meter vor dem Ego-Fahrzeug projiziert wurde. Nach durchschnittlich 9 bis 10s variierte dieses Kreuz seine Position auf der Fahrbahn. Aufgabe der Probanden war es, mit einer Markierung auf der Motorhaube diesem Kreuz möglichst präzise zu folgen und das Menü nur dann zu bedienen, wenn entsprechende kognitive Kapazitäten frei wären. Mittels dieser Trackingaufgabe sollte die Fokussierung des Fahrers auf ein sicherheitsorientiertes Fahren simuliert werden.

Der Versuch fand in einem Fahrsimulator ohne Bewegungssystem statt, dessen Hardware im Kern aus fünf PCs besteht. Der Hauptrechner erhält die Eingaben aus der Fahrzeugbedienung (Lenkwinkel, Gaspedalstellung und Bremspedalstellung) mit einer Abtastrate von 100 Hz. Auf der Basis des verwendeten Fahrzeugmodells werden die Eingangssignale in Bewegungsgrößen des Fahrzeugs umgerechnet. Ein Soundmodell generiert das Motorengeräusch in Abhängigkeit von Drehzahl und Last, das Lenkmomentmodell simuliert über einen Lenkmotor die Lenkkräfte. Die Visualisierung der Szenerie übernimmt ein Grafik-PC, an den die Daten über das Netz übertragen werden. Das vorhandene Umweltmodell verwaltet die Szenerie der Fahrt (Streckennetz, Objekte) sowie zur Szenerie gehörende Nebenaufgaben. Das Umweltmodell steuert die Grafikausgabe, die als dreidimensionale, texturierte Grafik angezeigt wird. Die Probanden sitzen in einer Fahrkonsole mit Lenkrad, Gas- und Bremspedal. Straße und Umwelt werden von einem Videobeamer auf eine 2.40 m vor ihnen stehende Leinwand (Bildgröße 2.63 x 2.15m) projiziert.

An diesem Versuch nahmen $N = 12$ Probanden (5 weiblich, 7 männlich, mittleres Alter 24.5 Jahre) teil. Während des Versuchs wurden zwei Blöcke mit jeweils 48 Aufgaben vorgegeben (dies entspricht den Aufgabenblöcken 1 und 2 von Studie 1). Je $n = 6$ Probanden bearbeiteten das breite Menü (8*8-Struktur) bzw. tiefe Menü (4*2*2*4-Struktur) während der Trackingaufgabe. Es liegt somit ein Mischversuchsplan mit den Faktoren „Übung“ (2 Blöcke; within-Faktor) und „Menüstruktur“ (breit vs. tief; between-Faktor) vor. Diese Prüfsitzung dauerte ca. 90 Minuten. Einige Tage zuvor wurde eine Trainingssitzung durchgeführt, in der die Probanden ein intensives Simulatortraining erhielten und den Umgang mit der Trackingaufgabe übten. Diese Trainingssitzung dauerte ca. 60 Minuten.

Ergebnisse

Einfluss der „Dual Task“-Situation auf die Menübedienung

Wie erwartet, führt die Einführung der Trackingaufgabe als Primäraufgabe, mit der der Umgang mit dem Menüsystem als Sekundäraufgabe verschränkt werden muss, zu deutlichen Einbußen in der Menübedienung. So wird die Bediengeschwindigkeit des Menüsystems durch Einführung der Trackingaufgabe erheblich verringert (siehe Bild 6 links). Während die Mittlere Navigationszeit in der „Single Task“-Situation in Aufgabenblock 1 bei 9075 ms und in Block 2 bei 6361 ms liegt, beträgt die entsprechende Mittlere Navigationszeit mit Trackingaufgabe 18958 ms für Block 1 bzw. 11198 ms für Block 2. Ähnlich ist die interindividuelle Variabilität der Systembedienung unter „Dual Task“-Bedingungen erheblich vergrößert. Somit ist zum einen ein erheblicher Einfluss der Primäraufgabe auf die Systembedienung festzustellen, zum anderen eine stärkere, lernbedingte Beschleunigung der Menübedienung in einer „Dual Task“-Situation erkennbar.

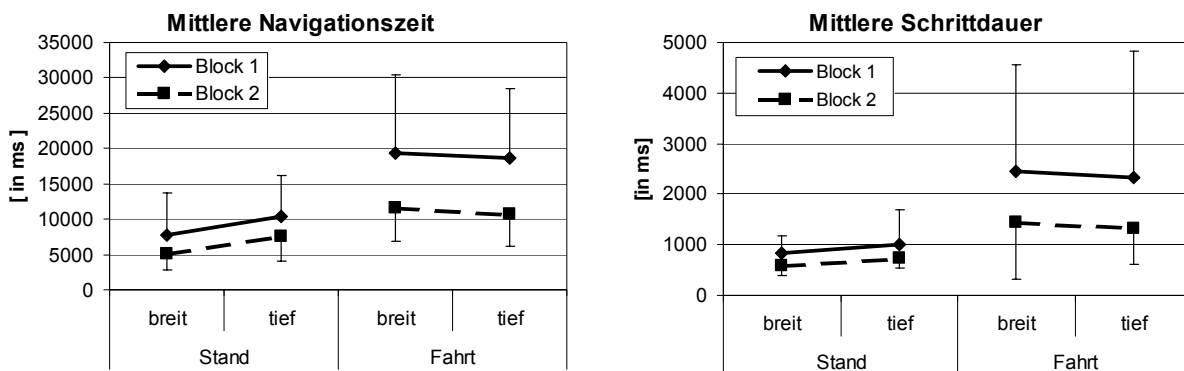


Bild 6: Mittlere Navigationszeit (links) und Mittlere Schrittdauer (rechts) zur Bearbeitung der Aufgaben im Menüsystem in Abhängigkeit des Aufgabenblocks. Dargestellt sind Mittelwert mit Standardabweichung.

Zusätzlich bearbeiten die Probanden die Aufgaben im tiefen Menü mit Trackingaufgabe geringfügig schneller als die Probanden des breiten Menüs (Mittlere Navigationszeit für tiefes Menü: 14687 ms, breites Menü: 15468 ms; siehe Bild 6 links). Dies ist ausschließlich auf längere Schrittdauern im breiten Menü zurückzuführen (siehe Bild 6 rechts). Die Bediengüte, erfasst über den Parameter „Überflüssige Wegstrecke“, ist bei beiden Menüstrukturen identisch.

Kompetenzerwerb für Menüsysteme und Blickverhalten

Berücksichtigt man das Blickverhalten der Probanden (d.h. Blickzuwendung zum Display), dann wirkt das tiefe Menü noch günstiger in dieser „Dual Task“-Situation. Bild 7 oben stellt dar, dass beim tiefen Menü unabhängig vom Kompetenzerwerb im Mittel zwar ähnlich viele Blicke benötigt

werden, um die gestellten Aufgabe zu erledigen (Mittlere Anzahl tiefes Menü: $m = 5.18$, $sd = 1.30$; breites Menü: $m = 4.33$, $sd = 1.13$). Berücksichtigt man die Mittlere Blickdauer bzw. die Variation der Mittleren Blickdauern, so wird deutlich, dass beim Umgang mit dem tiefen Menü kürzere mittlere Blickdauern (tiefes Menü: $m = .79s$, $sd = .12s$; breites Menü: $m = 1.12s$, $sd = .48s$; siehe Bild 7 unten links) bei einer geringeren Variation der Blickdauer (tiefes Menü: $m = .22s$, $sd = .10s$; breites Menü: $m = .35s$, $sd = .14s$; siehe Bild 7 unten rechts) auftreten. Die mittlere Zahl der notwendigen Blicke, um im tiefen Menü die gestellten Aufgaben zu erledigen, ist zwar weitgehend ähnlich zum breiten Menü. Aufgrund der längeren Blickdauer und deren größeren Variation scheint jedoch vom breiten Menü eine höhere visuelle Beanspruchung auszugehen.

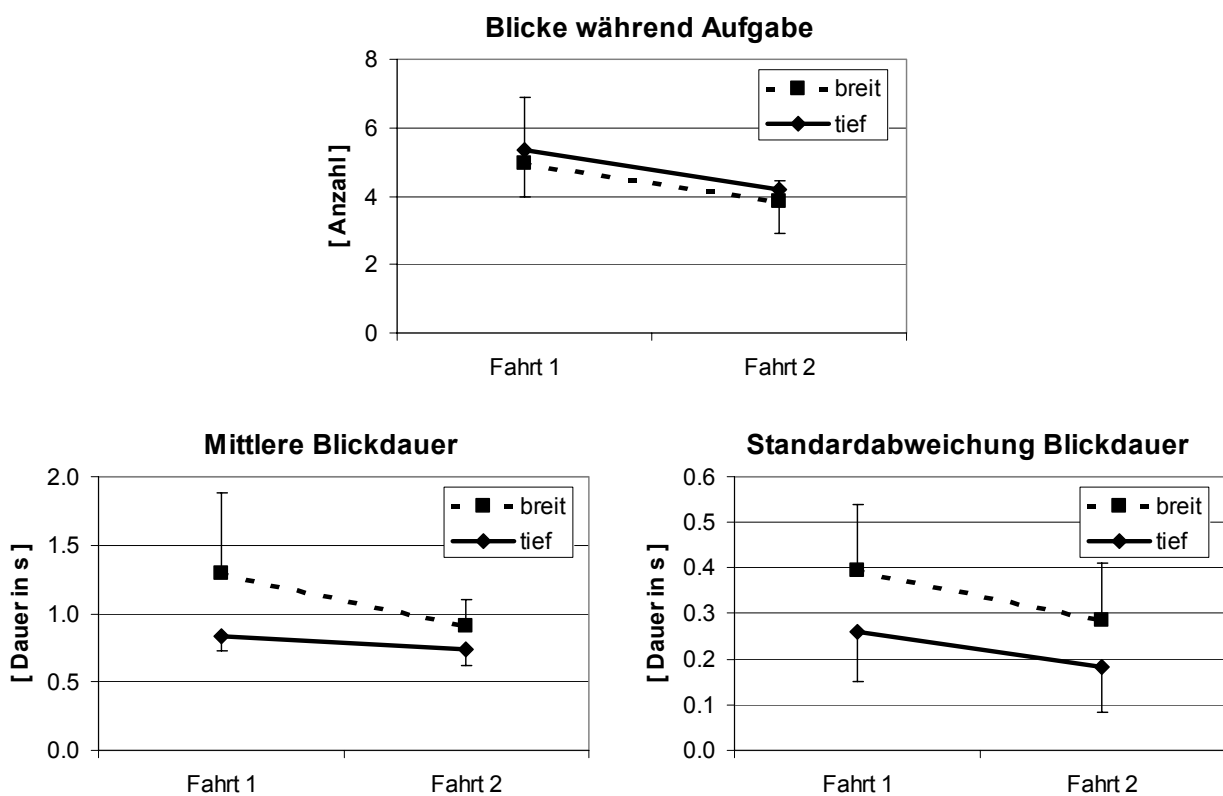


Bild 7: Mittlere Blickanzahl (oben), Mittlere Blickdauer (unten links) und Standardabweichung der Blickdauern (unten rechts) beim Umgang mit dem breiten bzw. tiefen Menü über zwei Fahrten. Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardabweichung.

Dabei ist ein Lerneffekt im Umgang mit dem Menü zu berücksichtigen: Mit zunehmender Übung werden durchschnittlich weniger Blicke zur Aufgabenbearbeitung benötigt (Block 1: 5.17 Blicke pro Aufgabe, Block 2: 4.01 Blicke pro Aufgabe), die Mittleren Blickdauern (Block 1: 1.07s pro Blick, Block 2: 0.83s pro Blick) und die Variation der Blickdauern (Block 1: 0.33s pro Blick, Block 2: 0.23s pro Blick) nehmen zusätzlich ab. Durch den Kompetenzerwerb nimmt somit die visuelle Beanspruchung für die Bedienung des Menüsystems in dieser „Dual Task“-Situation ab.

Zudem werden Unterschiede in der visuellen Beanspruchung, die durch die Menüstruktur bedingt sind, mit zunehmender Übung geringer: Während im Umgang mit dem tiefen Menü in Block 1 kürzere Blicke zur Bedienung möglich sind als im breiten Menü (tiefes Menü: $m = .84s$, $sd = .12s$; breites Menü: $m = 1.29s$, $sd = .59s$), reduziert sich in Block 2 der Unterschied (tiefes Menü: $m = .74s$, $sd = .12s$; breites Menü: $m = .91s$, $sd = .20s$). Der Kompetenzerwerb für Menüsysteme führt somit zu einer Verringerung der visuellen Beanspruchung, die vom Menüsystem ausgeht. Zum anderen wirken sich strukturbedingte Unterschiede in der visuellen Beanspruchung mit hinreichender Systemerfahrung nicht mehr so gravierend aus wie zu Lernbeginn.

Kompetenzerwerb für Menüsysteme und Leistung in Trackingaufgabe

Ebenso ist ein Einfluss des Kompetenzerwerbs im Menüsystem auf die Leistung in der Trackingaufgabe festzustellen. Während zu Beginn der Systembedienung Einbußen in der Trackingaufgabe bestehen, werden diese mit zunehmender Versuchsdauer geringer. Die Interferenzen zwischen Trackingaufgabe und Menübedienung nehmen also übungsbedingt ab.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend ergibt sich für die Auswirkungen der Menüstruktur auf den Kompetenzerwerb unter „Dual Task“-Bedingungen, dass tiefe Menüs mit höheren Bediengeschwindigkeiten (bei einer ähnlichen Bediengüte) einhergehen als breite Menüs. Zusätzlich geht von tiefen Menüs eine geringere visuelle Beanspruchung aus. Die Unterschiede zwischen breiten und tiefen Menüs verringern sich mit zunehmender Systemerfahrung, das Befundmuster bleibt jedoch erhalten. Es kommt mit zunehmender Systemerfahrung zu einer Verringerung der Interferenz zwischen der Trackingaufgabe und der Menübedienung als Sekundäraufgabe.

Die unter „Single Task“-Bedingungen erzielten Ergebnisse zu den Auswirkungen der Menüstruktur auf die Bedienleistung und den Kompetenzerwerb für Menüsysteme sind somit nicht ohne weiteres auf die „Dual Task“-Situation übertragbar. Unter „Single Task“-Bedingungen wird das breite Menü (bei einer ähnlichen Bediengüte) schneller bedient als das tiefe Menü. In einer „Dual Task“-Situation schneidet demgegenüber das tiefe Menü hinsichtlich Bediengeschwindigkeit und visueller Beanspruchung besser ab. Aus der größeren Informationsmenge, die im breiten Menü simultan auf dem Bildschirm dargeboten wird, resultiert eine höhere Beanspruchung des Systemnutzers, so dass im Umgang mit breiten Menüs unter „Dual Task“-Bedingungen stärkere Interferenzen zwischen Fahrzeugführung und Systembedienung zu erwarten sind.

Diskussion

Es lassen sich zusammenfassend drei Hauptaussagen formulieren:

- Zu Beginn des Systemkontakts bestimmen kognitive Anteile die Bediengeschwindigkeit in Menüsystemen. Mit zunehmender Übung werden diese Anteile weniger aufwändig und die Bediengeschwindigkeit nimmt zu.
- Breite Menüs sind in „Single Task“-Situationen schneller zu bedienen. Diese Überlegenheit wird v.a. zu Lernbeginn deutlich. Ursächlich hierfür sind Unterschiede in der Menüstruktur, nicht ein unterschiedlicher Umgang der Nutzer mit den Systemen.
- Tiefe Menüs sind demgegenüber in „Dual Task“-Situationen hinsichtlich Bediengeschwindigkeit und visueller Beanspruchung günstiger. Insbesondere zu Beginn des Umgangs mit einem Menüsystem treten Interferenzen zwischen der Bedienung des Menüsystems und einer parallelen (Primär-)Aufgabe auf.

Es wurde gezeigt, dass im Umgang mit Menüsystemen zwei sequenziell ablaufende Prozesse der Verhaltenssteuerung wirksam sind: Einerseits antizipative Aspekte der Handlungsvorbereitung und -initiierung, andererseits exekutive Aspekte der Handlungsdurchführung und -kontrolle. Der Kompetenzerwerb im Umgang mit Menüsystemen wiederum wirkt sich besonders stark auf die antizipativen Anteile einer Handlung aus. Exekutive Anteile bleiben vom Kompetenzerwerb weitgehend unbeeinflusst. Im Umgang mit einem Menüsystem schlagen sich die exekutiven Anteile der Handlung vielmehr in motorischen Zeiten nieder, die seitens der Systemnutzer benötigt werden, um sich mittels des Bedienelements im Menü zu bewegen.

Die Unterschiede in der Bedienleistung zwischen dem breiten und tiefen System sind darauf zurückzuführen, dass sich strukturbedingt o.g. Aspekte der Handlung verschieden stark auswirken, nicht auf einem unterschiedlichen Umgang der Nutzer mit den Systemen. So sind zu Lernbeginn breite Menüs hinsichtlich der Bediengeschwindigkeit überlegen, da sich bei diesen Menüs der notwendige Aufwand zur Handlungsvorbereitung und -initiierung strukturbedingt weniger stark auswirkt als bei tiefen Menüs. Mit zunehmender Übung wird dieser antizipative Aufwand zur Systembedienung geringer und die Unterschiede in der Bedienleistung in Abhängigkeit der Menüstruktur werden kleiner. Dabei bleibt für das tiefe Menüsystem ein zusätzlicher, vom Kompetenzerwerb unabhängig höherer antizipativer Aufwand erhalten.

Diese Befunde ergeben sich nur in einer „Single Task“-Situation (z.B. am Bildschirmarbeitsplatz oder im stehenden Fahrzeug). Liegt parallel eine weitere Aufgabe vor (wie z.B. das Führen eines Fahrzeugs), so werden die Auswirkungen der antizipativen Anteile einer Bedienhandlung überlagert von exekutiven Prozessen zur Handlungsdurchführung und -kontrolle. Hierzu zählen Strategien, um

zwei Aufgaben gleichzeitig mit minimalen Einbußen zu bearbeiten bzw. um Aufmerksamkeits- oder andere zentrale Ressourcen bei der Aufgabenbearbeitung zu steuern [19]. In „Dual Task“-Situationen, in denen eine visuell beanspruchende Primäraufgabe vorliegt, ist es somit günstig, wenn die vom Menüsystem ausgehende visuelle Beanspruchung möglichst gering ist. Diese Befunde stehen im Einklang mit bestehenden Modellen zur Vorhersage von Interferenzen in „Dual Task“-Situationen (z.B. [7], [20], [21], [22], [23]).

Hieraus ergeben sich Empfehlungen für die Konstruktion von Menüsystemen: Ein in „Single Task“-Situationen zu bedienendes Menü sollte mit minimalem antizipativen Handlungsaufwand benutzbar sein. Als diesbezüglich relevant zu nennen ist z.B. die Menüstruktur oder auch die Menüdarstellung und begriffliche Eindeutigkeit der Menüinhalte [14]. In „Dual Task“-Situationen sind hingegen Menüsysteme zu konstruieren, die optimal mit einer Primäraufgabe zu verschränken sind. Für den Fahrkontext bedeutet dies, Menüstrukturen zu wählen, von denen eine minimale visuelle Beanspruchung ausgeht. Wie die vorliegende Studie zeigt, sind hier insbesondere tiefe Menüstrukturen als günstig zu beurteilen.

Zusätzlich ist zu fordern, dass ein „usability testing“ im Rahmen der Systemkonstruktion möglichst nah an der realen Benutzungssituation durchzuführen ist. Menüsysteme, die z.B. während der Fahrt bedienbar sein sollen, sind demzufolge in fahrkontextnahen Szenarien zu überprüfen. Klassische „Usability Labs“ im Sinne einer „Single Task“-Laborumgebung werden dem realen Kompetenzerwerb in einer „Dual Task“-Situation nicht gerecht.

Es ist zu betonen, dass diese Befunde anhand studentischer Stichproben gewonnen wurden. Solche Stichproben sind insgesamt als hoch leistungsfähig zu bewerten. So sind für weniger leistungsfähige Stichproben (z.B. ältere Probanden) ähnliche Lerneffekte auf einem geringeren Leistungsniveau zu erwarten. Zur Zeit ist jedoch nicht abschätzbar, inwiefern sich die Menüstruktur auf den Kompetenzerwerb (in „Single Task“- und „Dual Task“-Situationen) bei weniger leistungsfähigen Stichproben auswirkt. Es ist denkbar, dass sich bei nicht-leistungsfähigen Nutzern unterschiedliche Menümerkmale weit deutlicher auf den Kompetenzerwerb auswirken. Andererseits könnten für solche Nutzergruppen andere Probleme im Umgang mit Menüsystemen bedeutsam werden. Weitere Studien, die im Projekt „Kompetenzerwerb für Fahrerinformationssysteme“ durchgeführt wurden, werden helfen, diesbezügliche Antworten zu liefern.

Literatur

- [1] Byblow, W.D.: Effects of Redundancy in the Comparison of Speech and Pictorial Display in the Cockpit Environment. Applied Ergonomics Bd. 21 (1990) Nr. 2, S. 121-128.

- [2] Mutschler, H.; Baum, W.; Waschulewski, H.: Report of Evaluation Results in German, SENECA D22-3.1, 2000 – Forschungsbericht.
- [3] Sperandio, J. C.; Dessaigne, M. F.: Une comparaison expérimentale entre modes de présentation visuels ou auditifs de messages d'informations routières a des conducteurs automobiles. Travail Humain Bd. 51 (1988), S. 257-269.
- [4] Verwey, W.: How can we Prevent Overload of the Driver? In: Parkes, A.M.; Franzén, S. (Hrsg.): Driving Future Vehicles. London: Taylor & Francis 1993, S. 235-244.
- [5] Verwey, W.B.; Veltman, J.A.: Measuring Workload Peaks while Driving. A Comparison of Nine Common Workload Assessment Techniques. Journal of Experimental Psychology: Applied Bd. 2 (1995), S. 270-285.
- [6] Vollrath, M.; Totzke, I. (2000): In-Vehicle Communication and Driving: An Attempt to Overcome their Interference. Driver Distraction Internet Forum. URL <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-13/driver-distraction/PDF/33.PDF> - Aktualisierungsdatum 28.08.2003.
- [7] Wickens, C.D.: The Structure of Attentional Resources. In: Nickerson, R. (Hrsg.): Attention and Performance. Bd. VIII. Englewood Cliffs, NJ: Erlbaum 1980, S. 239-257.
- [8] EN ISO 9241 Teil 10: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 1996.
- [9] Burmester, M.: Guidelines and Rules for Design of User Interfaces for Electronic Home Devices. ESPRIT-Project 6984. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 1997.
- [10] Bednorz, P.; Schuster, M.: Einführung in die Lernpsychologie. 3. Aufl. München: Ernst Reinhardt-Verlag 2002.
- [11] Dörner, D.; van der Meer, E.: Das Gedächtnis, Probleme - Trends - Perspektiven (Hrsg.). Göttingen: Hogrefe-Verlag 1995.
- [12] Lefrancois, G.R.: Psychologie des Lernens. 3., unv. Auflage. Berlin: Springer-Verlag 1994.
- [13] Schermer, F.F.: Lernen und Gedächtnis. Bd. 10: Grundriss der Psychologie. 2. über. und erw. Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer 1998.
- [14] Totzke, I.; Meilinger, T.; Krüger, H.-P.: Erlernbarkeit von Menüsystemen im Fahrzeug - mehr als „nur“ eine Lernkurve. In: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Der Fahrer im 21. Jahrhundert, VDI-Berichte 1768. Düsseldorf: VDI-Verlag 2003, S. 171-195.
- [15] Neves, D.M.; Anderson, J.R.: Knowledge Compilation: Mechanisms for the Automatization of Cognitive Skills. In: Anderson, J.R. (Hrsg.): Cognitive Skills and their Acquisition. Hillsdale, NJ: Erlbaum 1981.
- [16] Anderson, J.R.: Kognitive Psychologie. 3. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 2001.

- [17] Singley, M.K.; Anderson, J R.: Transfer of Cognitive Skill. Cambridge, MA: Harvard University Press 1989.
- [18] Schmidtke, H.: Lehrbuch der Ergonomie. 3., neubearb. u. erw. Aufl. München: Hanser 1993.
- [19] Guski, R.; Bosshardt, H.-G.: Theorien und Befunde zur geteilten Aufmerksamkeit. URL <http://frog.eco.psy.ruhr-uni-bochum.de/download/AllgPsy1/Einfuhr10/Einfue10.pdf> - Aktualisierungsdatum 27.02.2003.
- [20] Broadbent, D.E.: Perception and Communication. London: Pergamon Press 1958.
- [21] Kahneman, D.: Attention and Effort. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1973.
- [22] Moray, N.: Where is Capacity Limited? A Survey and a Model. Acta Psychologica. Bd. 27 (1967), S. 84-92.
- [23] Wickens, C.D.: Processing Resources in Attention. In: Parasuraman, R. (Hrsg.): Varieties of Attention. London: Academic Press 1984. S. 63-102.
- [24] Norman, K.L.: The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control of the Human/Computer Interface. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation 1991.
- [25] Jacko, J.A.; Salvendy, G. ; Koubek, R.J.: Modelling of Menu Design in Computerized Work. Interacting with Computers Bd. 7 (1995) Nr. 3, S. 304-330.
- [26] Zaphiris, P.; Shneiderman, B.; Norman, K.L.: Expandable Indexes versus Sequential Menus for Searching Hierarchies on the World Wide Web. Behavior and Information Technology Bd. 21 (2002) Nr. 3, S. 185-201.
- [27] Lee, E.; MacGregor, J.: Minimizing User Search Time in Menu Retrieval Systems. Human Factors Bd. 27 (1985), S. 157-162.
- [28] Miller, D.P.: The Depth/Breadth Tradeoff in Hierarchical Computer Menus. Proceedings of the Human Factors Society – 25th Annual Meeting. Santa Monica: Human Factors Society 1981, S. 296-300.
- [29] Robertson, G.; McCracken, D.; Newell, A.: The ZOG Approach to Man-Machine Communication. International Journal of Man-Machine-Studies Bd. 14 (1981), S. 461-488.
- [30] Larson, K.; Czerwinski, M.: Web Page Design: Implications of Memory, Structure and Scent for Information Retrieval. URL <http://www.microsoft.com/usability/UEPostings/p25-larson.pdf> - Aktualisierungsdatum 03.10.2002.
- [31] Snowberry, K.; Parkinson, R.; Sisson, N.: Computer Display Menus. Ergonomics Bd. 26 (1983), S. 699-712.
- [32] Zaphiris, P.: Depth vs. Breadth in the Arrangement of Web Links. Proceedings of the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society (HFES 2000), San Diego, CA. 2000, S. 139-144.

- [33] Paap, K.; Cooke, N.: Design of Menus. In: Helander, M.; Landauer, T.; Prabhu, P. (Hrsg.): Handbook of Human-Computer Interaction. Elsevier Science Publication. 1997, S. 533-572.
- [34] Miller, C.G.; Remington, R.W.: A Computational Model of Web Navigation: Exploring Interactions between Hierarchical Depth and Link Ambiguity. URL <http://www.tri.sbc.com/hfweb/miller/hfweb.css> - Aktualisierungsdatum 03.10.2002.
- [35] Fenton, D.M.: Computer Menu Design: An Investigation of the Interface Between User Characteristics and Menu Structure. Australian-Psychologist Bd. 22 (1987) Nr. 2, S. 233-243.