

# **Untersuchung des Nutzerverhaltens bei Bedienschwierigkeiten während der Interaktion mit einem fahrzeuggestützten Infotainmentsystem**

**Günter Horna, Peter Oel, Roland Spies und Heiner Bubb**

*Schlüsselwörter: Bedienhilfe, Nutzermodellierung, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Fahrsimulator, Adaption*

## **Zusammenfassung**

Der vorliegende Beitrag beschreibt eine Untersuchung des Nutzerverhaltens bei Bedienschwierigkeiten während der Interaktion mit einem fahrzeuggestützten Infotainmentsystem. Es wird analysiert, welche Auswirkungen der Hilfebedarf eines Nutzers auf Blick- und Fahrperformancekennwerte hat und abgeleitet, welche Größen als Indikator für eine situative Bereitstellung von Hilfeinformationen herangezogen werden können. Die Beschreibung der Vorgehensweise zum Hervorrufen von Hilfebedarf in der Studie sowie die Ergebnisdarstellung erfolgen in der Reihenfolge der Versuchsphasen. Welche Größen einen Beitrag zur Identifikation von Hilfebedarf für die Umsetzung einer zukünftigen, adaptiven Bedienhilfe leisten, wird abschließend in einer Übersicht dargestellt.

## **Abstract**

In this contribution we present a study of interaction behaviour of users having problems while interacting with an in-vehicle-information-system (IVIS). The changes of driving task related parameters under the influence of interaction problems are analysed to find identifiers for a need of help of users interacting with the IVIS. Both the procedure of creating a need of help during the study and the results are described according to the order of the phases. At last an overview of parameters indicating users' need of help is given.

## **Einleitung und Motivation**

Der Komplexitätsgrad von Infotainmentsystemen moderner Fahrzeuge nimmt mit steigendem Funktionsumfang stetig zu, wodurch auch das Potenzial einer Ablenkung von der Fahraufgabe steigt. Infotainmentsysteme sind als hierarchische Menüs organisiert. Während der Interaktion mit einem solchen System entwickeln Nutzer ein mentales Modell als mentale Repräsentation begrifflicher, semantischer und motorischer Strukturen des Systems (Engelkamp, 1990). Insbesondere zu Beginn des Kompetenzerwerbsprozesses sind mentale Modelle oftmals unvollständig oder gar falsch, was zu Fehlbedienungen führen kann. Bedienfehler stellen einen Hilfebedarf dar und bergen zusätzliche mentale Belastung, wodurch die Bearbeitung der Fahraufgabe enorm beeinträchtigt wird.

Eine Bedienhilfe, die den Nutzer in Abhängigkeit seines Hilfebedarfs situativ mit erforderlichen Informationen versorgt, stellt daher eine geeignete Maßnahme zur Vereinfachung der Bedienung von Infotainmentsystemen dar. Für die Adaption des Aktivierungszeitpunktes einer Hilfe an den Hilfebedarf muss dieser jedoch identifiziert werden können.

## **Erkenntnisinteresse**

Alle adaptiven Systeme beinhalten die Komponenten Datensammlung, Modellierung und Adaption (Brusilovsky, 1995). Im vorliegenden Beitrag steht der Aspekt der Datensammlung im Vordergrund, weshalb auf die anderen Komponenten an dieser Stelle nicht weiter eingegangen wird. Zur Datensammlung enthalten adaptive Hilfesysteme eingangsseitig entspre-

chende Erkennermodule, um Informationen zu Umweltsituation, Fahrer- und Systemzustand, sowie Fahrsituation für eine spätere Weiterverarbeitung verfügbar zu machen (Kraiss, 2004; McGlaun, 2004).

Die parallele Bedienung eines Infotainmentsystems während der Fahrt beeinflusst die Fahraufgabe negativ, da für die Bearbeitung beider Teilaufgaben ein und dieselbe Ressource der menschlichen Informationsverarbeitung genutzt wird (Vollrath, 2003). Es ist anzunehmen, dass sich ein Hilfebedarf in einer noch stärkeren Beeinträchtigung der Fahraufgabe niederschlägt.

Die hier beschriebene Untersuchung prüft daher, welche das Fahr- und Blickverhalten beschreibenden Maße ein Erkennen im Fahrzeug liefern muss, um die Identifizierung des Hilfebedarfs eines Nutzers zu ermöglichen.

## Studie

Die Studie wurde in einem statischen Fahrsimulator mit 43 Probanden (Durchschnittsalter 40,45 Jahre) durchgeführt. Das Bedienteil zur Bearbeitung der Infotainmentaufgaben besaß vier um einen zentralen Dreh-Drück-Steller angeordnete, frei belegbare Softkeys sowie sechs fest belegte Hardkeys für den Aufruf der einzelnen Hauptmenüs.

## Methodisches Vorgehen

Um das Verhalten von Anwendern bei Hilfebedarf beobachten zu können, war ein reproduzierbares Hervorrufen desselben erforderlich. Dabei wurde von Rasmussens Modell der Handlungsregulationsebenen (Rasmussen, 1983) ausgegangen. Das Modell beschreibt drei Ebenen, auf denen sich Nutzer im Laufe zunehmender Erfahrung im Umgang mit einem System befinden. Jeder Ebene werden spezifische kognitive Prozesse, Verhaltensmuster und Ursachen für auftretende Bedienfehler zugeordnet. Nach Totzke (2004) haben Bedienfehler auf regelbasierter Ebene ihre Ursache unter anderem in einem falschen Anwenden von auf wissensbasierter Ebene gelernten Bedienregeln.

In Anlehnung an das Modell von Rasmussen wurde den Probanden in zwei aufeinanderfolgenden Übungsphasen (vgl. Abb.1) mit fester Aufgabenreihenfolge eine Bedienregel vermittelt, die begriffliche und räumliche Strukturen des verwendeten Infotainmentsystem beschrieb. Dies entspricht einem Lernen auf wissensbasierter Ebene.

Phase 1 Übung	Aufgabe 1	Navigation	Aktuelles Ziel unter „Birgit“ im Adressbuch speichern
	Aufgabe 2	Radio	Sender „Bayern 3“ im Senderspeicher an Position 3 speichern
	Aufgabe 3	Navigation	„Peter Müller“ aus dem Adressbuchspeicher laden
Phase 2 Übung	Aufgabe 4	Radio	Sender „DLF“ im Senderspeicher auf Position 5 speichern
	Aufgabe 5	Navigation	„Michael Dachs“ aus dem Adressbuchspeicher laden
	Aufgabe 6	Telefon	Kontakt „Kerstin Droschke“ aus dem Telefonbuchspeicher anrufen
	Aufgabe 7	Navigation	„München, Arabellastraße“ aus dem Letzte Ziele Speicher laden
Phase 3 Regelbruch	Aufgabe 8	Medien	Playliste „Lieblingslieder“ aus dem Medienspeicher laden

Abb. 1: Übersicht der Versuchsphasen und Aufgaben

Zwischen den beiden Übungsphasen wurde die Bedienregel zusätzlich vom Versuchsleiter verbalisiert, um einen gleichen Kenntnisstand aller Probanden zu gewährleisten. In der anschließenden dritten Phase war durch eine veränderte Menügestaltung das Anwenden der erlernten Regel nicht möglich. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies dem vorhandenen Schema der Probanden widerspricht und daraus resultierende Bedienfehler mit einem Hilfebedarf einhergehen. Wie oben beschrieben sind Fehlbedienungen, die in dieser Situation auftreten, vergleichbar mit Fehlhandlungen auf regelbasierter Ebene. Ziel der Untersuchung war es,

die Auswirkungen des hervorgerufenen Hilfebedarfes auf Fahrperformance- und Blickkenngrößen zu erfassen.

Während aller Aufgaben mussten die Probanden mit dem Speichermenü interagieren, welches stets über den Softkey „Speicher“ am oberen linken Bildschirmrand geöffnet werden konnte. Den Empfehlungen von Norman (1991) entsprechend wurde ein Begriff gewählt, der die dahinterliegende Funktion so treffend wie möglich beschreibt und die semantische Redundanz zwischen den alternativen Menüs weitestgehend reduziert. Die Bedienregel lautete also: für alle Speicheraufgaben wird die Taste „Speichern“, oben links, benötigt.

Um für den Regelbruch in Versuchphase 3 eine möglichst große Effektstärke zu erreichen, wurden sowohl räumliche als auch begriffliche Strukturen des Menüsystems geändert. Das Speichermenü war nun mit dem Softkey „My Music“ unten rechts zu öffnen, wodurch die gesuchte Funktion weder anhand des Begriffes eindeutig von alternativen Untermenüs zu differenzieren noch an der gelernten Position zu finden war.

Die beschriebene Vorgehensweise zur Untersuchung des Verhaltens bei Hilfebedarf stützt sich auf folgende Thesen, welche im Versuch in der folgenden Reihenfolge zu prüfen waren:

6. These 1: Die Bedienregel wird von den Probanden gelernt.
7. These 2: Eine Veränderung des Menüs verursacht Hilfebedarf.
8. These 3: Hilfebedarf lässt sich durch die Veränderungen objektiver Kennwerte erfassen.

## **Messgrößen und Operationalisierung**

Während aller zu bearbeitenden Aufgaben wurden Fahrperformancekennwerte (Spurhaltung, Geschwindigkeit, Gaspedalstellung, Lenkwinkel, Abstand zum vorausfahrenden Wagen), Blickkennwerte (maximale Blickabwendungsdauer, Blickfrequenz auf die Nebenaufgabe) sowie Bediennennwerte (Bearbeitungsdauer, Bedienfehler) erfasst. Der Beobachtungszeitraum wurde bestimmt durch die Dauer bis zum Öffnen des Speichermenüs, da die Bedienregel hier angewendet werden musste. Der Hilfebedarf wurde über die auftretenden Bedienfehler operationalisiert. Die Güte der Bearbeitung der Fahraufgabe wurde operationalisiert über die Standardabweichung der erfassten Messwerte und stellt damit ein Maß für die Homogenität dar, mit der die Primäraufgabe bewältigt wurde.

## **Ergebnisse**

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Untersuchung entsprechend den oben angeführten Thesen. Dabei dient die Überprüfung der ersten beiden Thesen ausschließlich der Validierung des methodischen Vorgehens. Die Aufgaben im Radiomenü sind in der Ergebnisdarstellung nicht enthalten, da aufgrund einer unterschiedlichen Anzahl von Bedienschritten keine Vergleichbarkeit gewährleistet möglich ist.

### **Erlernen der Bedienregel**

Da die Reproduktion von Situationen mit Hilfebedarf durch das Verletzen einer zuvor gelernten Bedienregel erreicht werden sollte, ist entsprechend Hypothese 1 zunächst sicherzustellen, dass die Probanden die Bedienregel im Laufe der Untersuchung erlernt haben. Dementsprechend müssen die Ausprägungen der Kennwerte zu den verschiedenen Messzeitpunkten qualitativ dem Verlauf einer klassischen Lernkurve folgen (Ritter, 2002).

In Abbildung 2 wird deutlich, dass sich die Dauer für das Öffnen des Speichermenüs signifikant verringert ( $p=0.00$ ). Stellvertretend für die qualitativ ähnlichen Verläufe der maximalen Blickabwendungsdauer sowie der Fahrperformancekennwerte ist die Ausprägung der Spurhaltgüte während der beiden Übungsphasen dargestellt. Für Hypothese 1 lässt sich festhalten, dass die Bedienregel von den Probanden in den beiden Übungsphasen der Studie erlernt wurde.

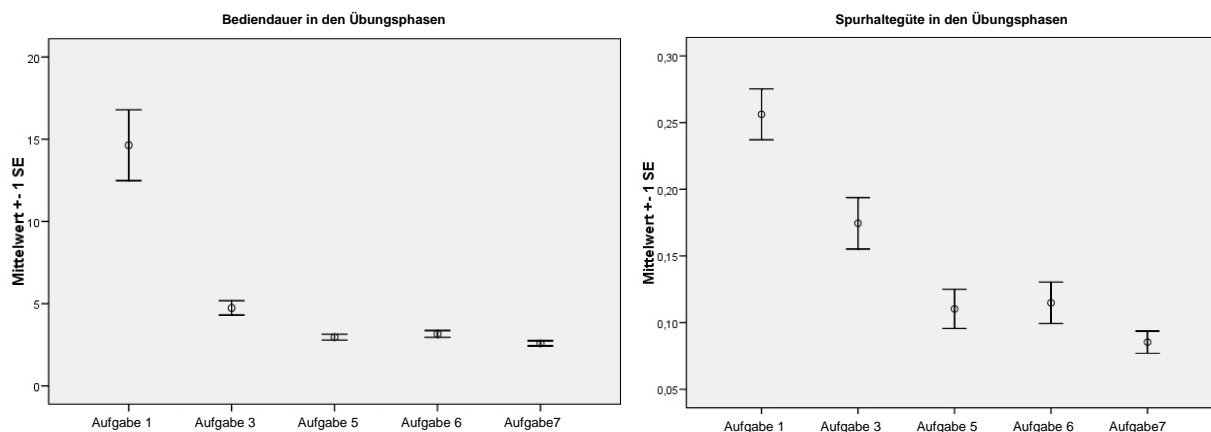


Abb. 2: Bediendauer und Spurhaltegröße in den Übungsphasen

### Hilfebedarf durch Veränderungen des Menüs

In einem nächsten Schritt ist der Nachweis zu erbringen, dass die Verletzung der erlernten Bedienregel einen Hilfebedarf hervorgerufen hat. Wie bereits angeführt, wurde der Hilfebedarf über das Auftreten von Bedienfehlern operationalisiert. Diese 2 folgend war daher ein Anstieg der Bedienfehler in Phase 3 (Aufgabe 8) zu erwarten.

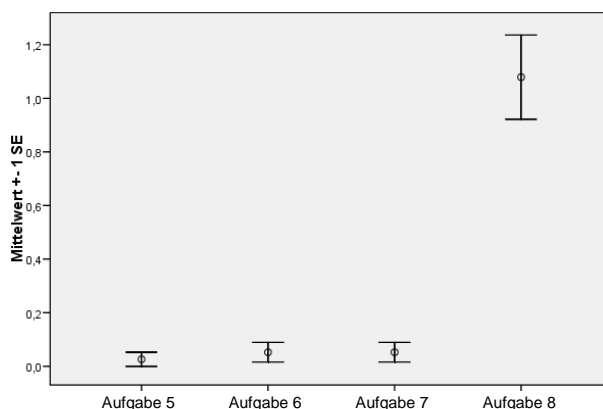


Abb. 3: Bedienfehler in Übungsphase 2 und beim Regelbruch

Betrachtet man den Verlauf der in Abbildung 3 dargestellten Kurve der Bedienfehler, wird deutlich, dass sich die Anzahl der Fehler in Phase 3 signifikant vergrößert ( $p=0.000$ ). Hypothese 2 folgend geht die Verletzung der Bedienregel durch ein Verändern der erlernten räumlichen und begrifflichen Strukturen demnach mit einem Hilfebedarf einher. Signifikante Verschlechterungen der Fahrperformancekennwerte sowie der maximalen Dauer der Blickabwendung in Phase 3 stützen diese Aussage.

### Einfluss von Hilfebedarf auf die Kennwerte

Abschließend kann nun analysiert werden, wie sich ein Hilfebedarf der Probanden auf die Bearbeitung der Primäraufgabe auswirkt. Dazu dient ein Vergleich der Messwerte der Probanden, ohne Hilfebedarf mit den Probanden, die Hilfebedarf gezeigt haben. Schwankungen in den Teilnehmerzahlen sind hier auf technische Schwierigkeiten beim Erfassen der Kennwerte zurückzuführen. Abbildung 4 zeigt, dass Probanden, die beim Regelbruch Hilfebedarf haben, eine signifikante Verschlechterung der Spurhaltegröße zeigen ( $p=0.014$ ). Weiterhin weisen Probanden mit Hilfebedarf beim Regelbruch eine statistisch bedeutsame Vergrößerung der Lenkwinkelvariabilität ( $p=0.045$ ) gegenüber Probanden ohne Hilfebedarf auf.

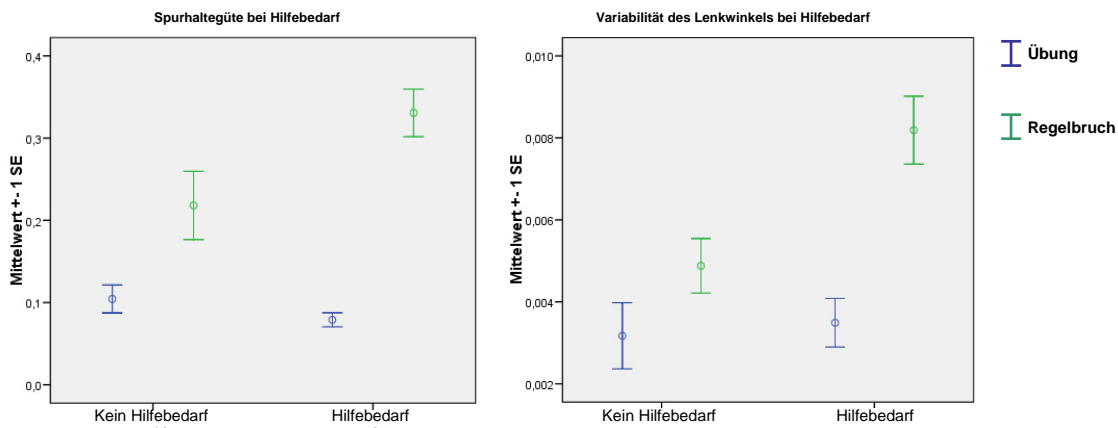


Abb. 4: Spurhaltegröße und Variabilität des Lenkwinkels bei Hilfebedarf

Abbildung 5 verdeutlicht die Veränderungen der maximalen Blickdauer weg von der Fahraufgabe. Probanden mit Hilfebedarf zeigen signifikant längere Blicke weg von der Fahraufgabe als Probanden ohne Hilfebedarf (p=0.037).

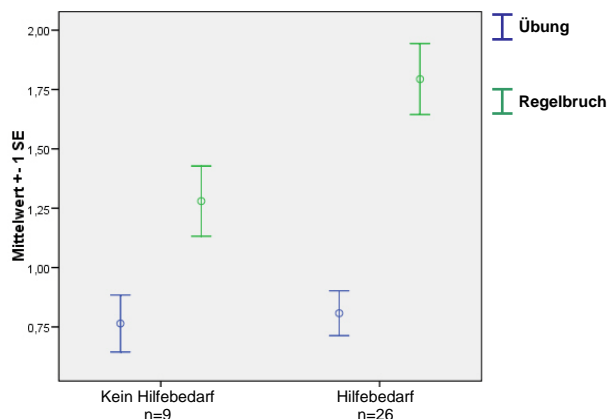


Abb. 5: Maximale Dauer der Blickabwendung in Abhängigkeit eines Hilfebedarfs

Tab.1: Eignung der Kennwerte als Identifikator für Hilfebedarf

	Kennwert	Identifikator für Hilfebedarf
Fahrverhalten	Geschwindigkeit	Ja
	Spurhaltung	Ja
	Lenkwinkel	Ja
	Gaspedalstellung	Nein
	Bremspedalstellung	Nein
	Abstand zum Vorausfahrzeug	Ja
Blickverhalten	Maximale Blickabwendung	Ja
	Blickfrequenz	Nein
Bedienverhalten	Bediendauer	Ja

Tabelle 1 gibt abschließend einen Überblick über die Eignung der erhobenen Kennwerte zur Identifikation von Hilfebedarf. Im Kontext der vorliegenden Untersuchung basiert die Empfehlung der jeweiligen Kenngröße als Identifikator dabei auf einem vorhandenen signifikanten

Wechselwirkungseffekt der Gruppe (Hilfebedarf Ja/Nein) und der Aufgabe (Übung / Regelbruch) ab.

## Zusammenfassung und Ausblick

Im Hinblick auf das situative Anbieten von Hilfeinformationen in Abhängigkeit des Hilfebedarfs eines Nutzers wurde in der vorgestellten Fahrstudie analysiert, welche im Fahrzeug erfassbaren Kennwerte geeignet sind, um einen Hilfebedarf bei der Interaktion mit Infotainmentsystemen anzuzeigen. Es konnte der messbare Einfluss von Hilfebedarf auf Fahrperformancekennwerte, Blickwerte sowie Bedienkennwerte gezeigt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse stehen für die Modellierung von Hilfebedarf im Rahmen der Entwicklung einer adaptiven Hilfefunktion zur Verfügung und leisten damit einen Beitrag zur Minimierung des Ablenkungspotenzials von Bedienschwierigkeiten.

## Literatur

- Brusilovsky, P. (1995). Methods and Techniques of adaptive Hypermedia. In P. Brusilovsky & A. Kobsa (Hrsg.), Adaptive Hypertext and Hypermedia (S.2). Kluwer Academic Publishers.*
- Engelkamp, J. (1990). Das menschliche Gedächtnis: Das Erinnern von Sprache Bildern und Handlungen. Göttingen: Hogrefe-Verlag.*
- Kraiss, K. (2004). Multimoda-adaptive Kfz-Bordsysteme. In IIR Fachkonferenz 3rd European CIT Forum for Automotive Cockpit Volume C2768. IIR Deutschland GmbH.*
- McGlaun, G., Lang, M., Rigoll, G. (2004). Fehlermanagement bei multimodaler Interaktion mit Infotainment- und Kommunikationseinrichtungen im Fahrzeug. In U-seware 2004: Nutzergerechte Gestaltung Technischer Systeme (S. 57-65). VDI-Berichte Nr.1837. Düsseldorf.*
- Norman, K.L. (1991). The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control of the Human/Computer Interface. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.*
- Rasmussen, J. (1983). Skills, Rules, Knowledge: Signals Signs and Symbols and other Distinctions in Human Performance Models. In IEEE Transactions: Systems, Man & Cybernetics SMC-13 (S.257-267).*
- Ritter, Frank E. ; Schooler, Lael J. (2002). The Learning Curve. In International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences (S. 8602–8605). Amsterdam : Pergamon.*
- Totzke, I., Krüger, H.-P. (2004). Kompetenzerwerb für Informationssysteme - Einfluss des Lernprozesses auf die Interaktion mit Fahrerinformationssystemen. In FAT-Schriftenreihe Band 184. Offenbach: Berthold Druck.*
- Vollrath, M., Totzke, I. (2003). Möglichkeiten der Nutzung verschiedener Ressourcen für die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion. In VDI-Berichte Nr. 1768 Der Fahrer im 21. Jahrhundert. Düsseldorf: VDI Verlag*