

Robert Rassel

Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im Pkw
Systemergonomische Analyse und Prognose



**Lehrstuhl für Ergonomie
der Technischen Universität München**

**Ablenkungswirkung tertiärer Aufgaben im Pkw
Systemergonomische Analyse und Prognose**

Robert Rassl

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen
der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Bender

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing

Die Dissertation wurde am 21. Januar 2004 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 7. Juli 2004 angenommen.

Meinen Eltern

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Hier ist zuerst Prof. Bubb zu nennen, der mir dieses interessante Projekt ermöglicht hat. Er hatte immer ein offenes Ohr und stand mit Rat und Tat bei so manchen Schwierigkeiten zur Seite. Besonders geschätzt habe ich die von ihm gewährte Freiheit, im Rahmen der Promotion auch eigene Wege gehen zu dürfen. Ohne die dabei gesammelten Erfahrungen wären die Versuche nicht so glatt verlaufen.

Die direkte und indirekte Unterstützung durch die Kolleginnen und Kollegen des Lehrstuhls für Ergonomie der TU München möchte ich dabei nicht missen. Besonders sind hierbei die Herren Norbert Knoll, Michael Arzberger und Christian Zacherl hervorzuheben. Ihr fachmännisches Wissen und handwerkliches Geschick waren Grundlage für den professionellen Versuchsaufbau.

Versuche in dem gemachten Umfang können nicht ohne Mithilfe fleißiger Hände durchgeführt werden. Die Studenten Nicole Krüger, Christian Lange, Christian Röder, Thorsten Schroll und Charles Young waren stets mit ihrer Motivation und Zuverlässigkeit eine wesentliche Stütze bei allen Arbeiten rund um die Versuchsfahrten.

Der größte Dank kommt allerdings meiner Familie zu. Insbesondere meine Frau Alexandra hat mir auch in stürmischen Zeiten immer den Rücken frei gehalten. Schwierige Phasen gab es unglücklicherweise während der Projektbearbeitung mehr als genug. Trauriger Höhepunkt war der tödliche Verkehrsunfall meines Onkels Robert, der – soweit nachträglich feststellbar – durch ein verwirrendes Bedienkonzept für ein Fahrerassistenzsystem mitverursacht worden ist. Leider bekam dadurch die Aussage von Prof. Bubb, wonach hinter den Zahlen der bei Ablenkungsversuchen angewandten Statistik immer ein persönliches Schicksal steht, für mich eine neue Bedeutung.

München, 24. September 2003

Abstract

Deutsch

Tertiäre Aufgaben im Pkw stehen anders als die primären und sekundären Aufgaben nicht direkt mit der Fahraufgabe in Verbindung. Sie dienen ausschließlich dem Zufriedenstellen von Komfort-, Unterhaltungs- oder Informationsbedürfnissen der Insassen. Oberstes Ziel bei der Gestaltung tertiärer Aufgaben ist eine geringe Ablenkung des Fahrers. Die vorliegende Arbeit weist nach, dass mit einer systemergonomischen Analyse bereits bei deren Entwicklung ohne aufwändige Versuche die Ablenkungswirkung zu prognostizieren und zu reduzieren ist. Neun tertiäre Aufgaben mit insgesamt 36 systemergonomisch unterschiedlichen Auslegungen werden dazu in einem Fahrzeug simuliert und in Realversuchen mit 26 Probanden untersucht. Dabei werden maximale Blickabwendungen von der Verkehrssituation von bis zu 16 Sekunden gemessen. Allgemein ist bei systemergonomisch schlechten Auslegungen eine signifikant größere Ablenkung festzustellen. Basierend auf den Erkenntnissen sind neun Regeln für die Gestaltung tertiärer Aufgaben formuliert, die auch bei Fragen der Software-Ergonomie angewendet werden können.

English

Different from primary and secondary tasks tertiary tasks in cars are not directly connected with the driving task. Tertiary tasks contain all kinds of comfort, entertainment, and information systems. While designing tertiary tasks only little driver distraction has to be achieved. The present study proves that distraction by tertiary tasks can be prognosticated and reduced already during the development without costly experiments by using a system ergonomic analysis. Therefore nine tertiary tasks with a total of 36 different system ergonomically designed layouts are simulated in a car and tested in a field trial with 26 subjects. Periods of up to 16 seconds are measured in which the test person does not follow the call progress state. In general, tertiary tasks with according to system ergonomics bad designed layouts are significantly more distracting. Based on these findings nine rules are established for designing tertiary tasks, which can also be applied for software development.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Theoretische Grundbegriffe	4
2.1	Tertiäre Aufgaben beim Autofahren	4
2.2	Ablenkung	6
2.3	Systemergonomische Gestaltungsmaximen	8
3	Hypothesen	15
4	Versuchsaufgaben	19
4.1	Anforderungen an die Versuchsaufgaben	19
4.2	Integration der Versuchsaufgaben	19
4.3	Aufgabenbeschreibung	21
4.3.1	Bedienung	21
4.3.2	Führungsart	34
4.3.3	Aufgabenart	35
4.3.4	Rückmeldung	38
4.4	Zusammenfassung der Versuchsaufgaben	39
5	Versuchsdesign	41
5.1	Versuchsträger	41
5.2	Warm-Up	43
5.3	Messdatenerfassung	44
5.4	Versuchspersonenkollektiv	49
5.5	Versuchsstrecke	50
5.6	Versuchsablauf	52
5.7	Statistische Auswertung	54
5.7.1	Datenaufbereitung	54
5.7.2	Datenanalyse	56
5.8	Zusammenfassende Übersicht	60
6	Versuchsergebnisse	61
6.1	Allgemeine Ergebnisse	61
6.2	Bedienung	66
6.2.1	Information aus dem Bordcomputer lesen	66
6.2.2	Bass/Höhen verstellen im Radio	71
6.2.3	Temperatur verstellen (Typ1)	76
6.2.4	Temperatur verstellen (Typ2)	81

6.2.5	SMS beantworten	85
6.2.6	Navigationsziel eingeben.....	93
6.3	Führungsart.....	99
6.4	Aufgabenart.....	103
6.5	Rückmeldung	110
7	Schlussfolgerung und Ausblick.....	117
	Literaturverzeichnis	128

Zusammenfassung

Die Bedienung von Nebenaufgaben im Fahrzeug bedeutet unweigerlich eine Ablenkung des Fahrers. Nebenaufgaben, die nicht direkt mit der Fahraufgabe in Verbindung stehen und ausschließlich dem Zufriedenstellen von Komfort-, Unterhaltungs- oder Informationsbedürfnissen der Insassen dienen, werden als tertiäre Aufgaben bezeichnet.

Allgemeines Ziel bei der Gestaltung von tertiären Aufgaben ist die größtmögliche Reduktion der Ablenkungswirkung. Zur entsprechenden Beurteilung neuer Bedienkonzepte werden in der Regel Labor- oder Realversuche mit Prototypen durchgeführt. Um zukünftig diesen Aufwand reduzieren und das Ablenkungspotenzial bereits bei der Planung theoretisch beurteilen zu können, bieten sich die systemergonomischen Gestaltungsmaximen zur methodischen Aufgabenanalyse und Ablenkungsprognose an. Die systemergonomische Betrachtung ermöglicht eine Soll- und Ist-Darstellung von Aufgaben, bei denen die Informationsumsetzung in Mensch-Maschine-Systemen im Vordergrund steht. Die Soll-Darstellung beschreibt das Bedienkonzept aus Sicht der Aufgabe sowie des Anwenders und nimmt keine Rücksicht auf vorgesehene oder bestehende Konfigurationen. Die Ist-Darstellung gibt die geplante oder verwirklichte Systemauslegung wieder. Mit Hilfe eines Soll-/Ist-Vergleichs können damit Abweichungen vom systemergonomischen Optimum detektiert werden.

Die Untersuchung weist nach, dass auf diese Weise Rückschlüsse auf das Ablenkungspotential möglich sind und bereits frühzeitig durch geeignete technische Maßnahmen die Ablenkung vermindert werden kann.

Dafür werden neun tertiäre Aufgaben mit insgesamt 36 systemergonomisch guten und schlechten Ausprägungen in einem Fahrzeug simuliert. Bei den damit durchgeführten Realversuchen werden die subjektiven Beurteilungen sowie die Spurhaltung, das Bedien- und das Blickverhalten der Fahrer betrachtet.

Insgesamt werden Blickabwendungen von bis zu 16 Sekunden am Stück während der Betätigung tertiärer Aufgaben beobachtet. Generell zeigt sich, dass eine Abweichung vom systemergonomischen Soll eine verstärkte Ablenkung mit sich bringt und von den Anwendern als schwerer zu lösen bewertet wird. Dynamische Aufgaben, die für die Bedienung nur ein Zeitfenster von drei Sekunden erlauben, weisen eine große Ablenkungswirkung auf. Eine automatische Gestaltung von tertiären Aufgaben bringt nur Vorteile, wenn die manuelle Ausführung mit einer sehr komplizierten Bedienung verbunden ist. Ansonsten ist ein Automat bei tertiären Aufgaben nur zur Verbesserung des Bedienkomforts einzusetzen. Eine Rückmeldung muss innerhalb von circa 100-200 Millisekunden erfolgen. Bei Verzögerungen über zwei Sekunden wird eine signifikant stärkere Ablenkung gemessen. Alle gefundenen Erkenntnisse resultieren in neun Gestaltungsregeln.

Im Ganzen erweisen sich die systemergonomischen Gestaltungsmaximen als sehr wirksame Methode, tertiäre Aufgaben zu analysieren sowie mögliche Ablenkungspotenziale bereits frühzeitig bei der Planung zu detektieren und damit zu vermeiden. Darüber hinaus sind die Ergebnisse grundsätzlich auch auf Probleme der Software-Ergonomie anwendbar, weil zwischen der Bedienung tertiärer Aufgaben und Rechnern im Allgemeinen große Ähnlichkeiten bestehen.