

# Dipl.-Ing. Simon Zeilinger :

## Aktive haptische Bedienelemente zur Interaktion mit Fahrerinformationssystemen

Dissertation angenommen durch: Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik, 2005-03-01

**BetreuerIn:** Prof. Dr. Berthold Färber, Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik

**GutachterIn:** Prof. Dr. Berthold Färber, Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik

**GutachterIn:** PD Dr. Michael Popp, Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik

**GutachterIn:** Prof. Dr. rer.nat. Heiner Bubb, Technische Universität München, Fakultät für Maschinenwesen

**Schlüsselwörter in Deutsch:** Bedienelement, Ergonomie, Mensch-Maschine-Interaktion, Fahrerinformationssystem, Fahrerablenkung, Haptik, Joystick

### Klassifikation

**Schlagwortnormdatei:** Fahrerassistenzsystem ; Mensch-Maschine-Kommunikation ; Bedienteil ; Tastsinn ; Ergonomie

**Sachgruppe der DNB:** 41 Nachrichten- und Verkehrswesen

### Abstract

#### Abstract in Deutsch

Die Arbeit befasst sich mit der optimierten Gestaltung der manuellen Bedieneinheit von Fahrerinformationssystemen. Die steigende Informationsdichte im heutigen Straßenverkehr resultiert zunehmend in einer starken Belastung des visuellen und auditiven Sinneskanals des Kraftfahrers. Es wurde versucht, durch die Verwendung eines in seinen haptischen Eigenschaften frei programmierbaren, aktiven Joysticks als Multifunktionsbedienelement zusätzliche Information über den haptischen Sinneskanal zu übertragen. Dadurch soll die visuelle Ablenkung und die kognitive Beanspruchung bei Bedienung des Systems minimiert werden.

Der Theorieteil beginnt mit der Einführung in die Begriffe "Fahrer-Fahrzeug-Umwelt-Interaktion", "Bedienelement" und "Fahrerinformationssystem". Anschließend werden grundlegende physiologische Aspekte der haptischen Wahrnehmung und der motorischen Fähigkeiten des Menschen besprochen. Analog werden die haptischen Eigenschaften von Bedien-elementen behandelt und ein Überblick über heutige Bedienelemente von Fahrerinformationssystemen sowie über relevante aktive

haptische Bedienelemente gegeben.

In der Arbeit wurde für den beschriebenen Joystick ein Bedien- und Anzeigekonzept für grundlegende Interaktionsaufgaben eines Navigationssystems wie Menüauswahl, Listenauswahl, Alphanumerische Eingabe und Zieleingabe über Karte entwickelt. In insgesamt sechs Probandenexperimenten wurden Bedien- und Anzeigevarianten im Hinblick auf Bedienperformanz und Ablenkungswirkung evaluiert und kontinuierlich optimiert. Die Experimente wurden im MMI-Fahrsimulator der Daimler Chrysler-Forschung sowie in einem Versuchsfahrzeug auf der Straße durchgeführt. Die gefundenen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Große Betätigungskräfte und ein auf den Betätigungsweg bezogen später Druckpunkt unterstützen am besten die Erkennbarkeit einer erfolgten Betätigung durch Auslenken des Joysticks unabhängig von der Bedienrichtung.

Der Vergleich des Joysticks mit einem aktiven haptischen Schieberegler ergab, dass die Bedienart Schwenken unter Betrachtung der oben genannten Interaktionsaufgaben insgesamt besser geeignet ist für die Bedienung eines Fahrerinformationssystems. Für eine positionscodierte Alphanumerische Eingabe stellte sich die "Qwertz"-Anordnung der Buchstaben mit dem beschriebenen Bedienelement als am besten geeignet heraus. Die Bedienung des Navigationssystems mit einem Joystick mit variabler Haptik wurde mit der Bedienung mit einem Joystick mit konstanter Haptik in einem Simulator- und in einem Feldexperiment verglichen. Es ergaben sich keine signifikanten Vorteile, aber auch kein signifikanter Nachteil für variable Haptik. Demgegenüber schneidet variable Haptik bei subjektiven Bewertungen durchweg besser ab. Die Ergebnisse machen des Weiteren das Potenzial aktiver haptischer Bedienelemente zur Interaktion mit Fahrerinformationssystemen deutlich. So konnten bei zweidimensionalen Bedienungsaufgaben wie Zieleingabe über Karte oder Buchstabeneingabe signifikante Vorteile gegenüber dem passiven Bedienelement festgestellt werden.

Heutige technische Lösungen besitzen noch erhebliche Schwachstellen in der Qualität der erzeugten Haptik, z. B. bei der Simulation einer mechanischen Kulissee für Menüauswahlen. Zukünftige technologische Entwicklungen sollten daher die Qualität aktiver Haptik dahingehend verbessern. Dann erscheint es realistisch, dass die Vorteile frei programmierbarer Haptik überwiegen werden und dazu führen, dass aktive haptische Bedienelemente zur Interaktion mit Fahrerinformationssystemen - neben anderen möglichen Anwendungsbereichen im Fahrzeug - entwickelt und eingesetzt werden.

URN

[urn:nbn:de:bvb:706-1235](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:706-1235)