



Andreas Blattner (Autor)  
**Bedienkonzeptentwicklung für  
Fahrerinformationssysteme basierend auf einem  
Touchpad mit haptischer Rückmeldung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8808>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Einleitung</b> .....  | <b>1</b>  |
| 1.1. Ausgangslage .....   | 5         |
| 1.2. Motivation und Ziele .....   | 7         |
| 1.3. Aufbau der Arbeit .....  | 8         |
| <br>  |           |
| <b>2. Mensch-Maschine-Systeme zur Bedienung von Tertiärfunktionen im Fahrzeug</b> .....               | <b>11</b> |
| 2.1. Das Wirkungsgefüge Mensch-Maschine.....  | 12        |
| 2.2. Das Fahrzeug als das Teilsystem Maschine.....  | 14        |
| 2.3. Der Fahrer als der Systemteil Mensch.....  | 16        |
| 2.3.1. Der haptische Sinn zur Informationsaufnahme .....  | 19        |
| 2.3.2. Modelle zur Informationsverarbeitung des Menschen .....  | 30        |
| 2.4. Die Interaktion über das Fahrerinformationssystem.....   | 37        |
| 2.4.1. Grundlagen zu Menüsystemen.....  | 39        |
| 2.4.2. Aufgabentypen im Fahrzeug.....   | 48        |
| <br>  |           |
| <b>3. Anforderungen an ein haptisches Touchpad (HTP) für ein Fahrerinformationssystem (FIS)</b> ..... | <b>50</b> |
| 3.1. Verschiedene Arten eines haptischen Feedbacks .....  | 50        |
| 3.1.1. Akteurprinzipien zur Umsetzung.....  | 53        |
| 3.1.2. Anwendbarkeit im Fahrzeug .....  | 55        |
| 3.2. Realisierte Varianten eines haptischen Touchpads im Fahrzeug .....                               | 55        |



## INHALTSVERZEICHNIS

---

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3. Realfahrtstudie – Vergleich reelles und simuliertes haptisches Feedback .....   | 57        |
| 3.3.1. Hypothesen .....  | 57        |
| 3.3.2. Studiendesign .....   | 58        |
| 3.3.3. Durchführung .....  | 61        |
| 3.3.4. Auswertung und Ergebnisse .....   | 63        |
| 3.4. Aufbau eines neuen Prototypen des haptischen Touchpads .....  | 72        |
| <b>4. Kombination der Interaktionsarten des haptischen Touchpads (HTP) mit den Aufgabentypen eines Fahrerinformationssystems (FIS) .....</b> | <b>78</b> |
| 4.1. Die Interaktionsarten des haptischen Touchpads .....  | 78        |
| 4.1.1. Beschreibung der Interaktionsarten .....  | 78        |
| 4.1.2. Darstellung der Interaktionsarten auf dem Display .....   | 80        |
| 4.1.3. Usability-Befragung – Nutzerhinweise auf dem Display über die Verfügbarkeit der Interaktionsarten des haptischen Touchpads .....      | 80        |
| 4.2. Kritische Aufgaben eines Fahrerinformationssystems für das haptische Touchpad .....   | 81        |
| 4.3. Zuordnung der Interaktionsarten zu den kritischen Aufgaben .....  | 82        |
| 4.4. Fahrsimulatorstudie – Kombination der Interaktionsarten des haptischen Touchpads (HTP) mit den kritischen Aufgaben .....                | 83        |
| 4.4.1. Hypothesen .....  | 84        |
| 4.4.2. Studiendesign .....   | 84        |
| 4.4.3. Durchführung .....  | 89        |
| 4.4.4. Auswertung und Ergebnisse .....   | 91        |
| 4.5. Erkenntnisse für die Gestaltung des Menü-Konzepts .....   | 102       |



## INHALTSVERZEICHNIS

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>5. Das Menü-Konzept zur Bedienung eines Fahrerinformationssystems (FIS) mithilfe des haptischen Touchpads (HTP).....</b> | <b>104</b> |
| 5.1. Stand der Technik / Benchmarking .....   | 104        |
| 5.2. Ausgangslage für das Menü-Konzept des haptischen Touchpads .....   | 105        |
| 5.3. Die Entwicklung des Menü-Konzepts für das haptische Touchpad.....  | 107        |
| 5.3.1. Vorgehensweise .....   | 108        |
| 5.3.2. Das Menü-Konzept für das haptische Touchpad (HTP) .....  | 111        |
| <b>6. Evaluation des Gesamtbedienkonzepts zur Bedienung eines Fahrerinformationssystems (FIS) .....</b>                     | <b>129</b> |
| 6.1. Vergleichssystem: Dreh-Drück-Steller (DDS) Serienbedienkonzept aus dem Audi A3.....                                    | 129        |
| 6.2. Fahrsimulatorstudie – Evaluation des Gesamtbedienkonzepts.....   | 131        |
| 6.2.1. Hypothesen .....   | 131        |
| 6.2.2. Studiendesign.....   | 132        |
| 6.2.3. Durchführung.....  | 136        |
| 6.2.4. Auswertung und Ergebnisse.....   | 138        |
| 6.3. Erkenntnisse für das entwickelte Gesamtbedienkonzept.....  | 150        |
| <b>7. Zusammenfassung.....</b>  | <b>155</b> |
| 7.1. Diskussion.....  | 157        |
| 7.2. Ausblick.....  | 163        |
| <b>Literaturverzeichnis.....</b>  | <b>166</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>  | <b>177</b> |



## INHALTSVERZEICHNIS

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....  | <b>182</b> |
| <b>Anhang A:</b> Anforderungskatalog für die Entwicklung eines Touchpads mit<br>haptischem Feedback zur Bedienung im Fahrzeug .....   | <b>184</b> |
| <b>Anhang B:</b> Leitfaden, Vorabfragebogen und Attrakdiff für die Realfahrtstudie<br>„Vergleich reelles und simuliertes haptisches Feedback“ .....                                 | <b>189</b> |
| <b>Anhang C:</b> Leitfaden, Vorabfragebogen für die Fahrsimulator-Studie<br>„Kombination der Interaktionsarten des haptischen Touchpads (HTP)<br>mit den kritischen Aufgaben“ ..... | <b>201</b> |
| <b>Anhang D:</b> Checklisten zur Entwicklung des Menü-Konzepts .....  | <b>213</b> |
| <b>Anhang E:</b> Leitfaden, Vorabfragebogen, ISONORM 10 und MiniAttrakdiff 2<br>für die Fahrsimulatorstudie „Evaluation des Gesamtbedienkonzepts“ .....                             | <b>216</b> |