



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1. Ausgangslage .....	5
1.2. Motivation und Ziele .....	7
1.3. Aufbau der Arbeit .....	8
<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
<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 haptischem Feedback zur Bedienung im Fahrzeug .....	<b>184</b>
<b>Anhang B:</b> Leitfaden, Vorabfragebogen und Attrakdiff für die Realfahrtstudie „Vergleich reelles und simuliertes haptisches Feedback“ .....	<b>189</b>
<b>Anhang C:</b> Leitfaden, Vorabfragebogen für die Fahrsimulator-Studie „Kombination der Interaktionsarten des haptischen Touchpads (HTP) 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 für die Fahrsimulatorstudie „Evaluation des Gesamtbedienkonzepts“ .....	<b>216</b>