

# Inhaltsverzeichnis

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>   | <b>XVII</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>   | <b>XXI</b>   |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>   | <b>XXIII</b> |
| <b>1 Einleitung</b>  | <b>1</b>     |
| <b>2 Der Mensch als Fahrer</b>   | <b>7</b>     |
| 2.1 Einflussfaktoren für ein adäquates Fahrverhalten . . . . .   | 7            |
| 2.1.1 Aufnahme von Informationen . . . . .   | 7            |
| 2.1.2 Verarbeitung von Informationen . . . . .   | 8            |
| 2.1.3 Überführung der Informationen in eine Handlung . . . . .   | 11           |
| 2.2 Zusammenfassung - Der Mensch als Fahrer . . . . .  | 14           |
| <b>3 Das Fahrzeug als Fahrer</b>   | <b>17</b>    |
| 3.1 Klassifikation der Automationsstufen . . . . .   | 17           |
| 3.2 Rechtliche Einschränkungen des automatisierten Fahrens . . . . .                                     | 20           |
| 3.3 Teilautomatisierte Systeme als Unterstützung des Fahrers . . . . .                                   | 21           |
| 3.3.1 Forschungsarbeiten zum Thema Teilautomation . . . . .  | 22           |
| 3.3.2 Technische Grundlagen . . . . .  | 23           |
| 3.3.3 Anwendungsbeispiel für eine teilautomatisierte Funktion . . . . .                                  | 25           |
| 3.4 Zusammenfassung - Das Fahrzeug als Fahrer . . . . .  | 27           |
| <b>4 Der Mensch als Überwacher</b>   | <b>29</b>    |
| 4.1 Veränderung des Mensch-Maschine-Systems durch die Automatisierung . . . . .                          | 29           |
| 4.2 Verhaltensänderungen des Fahrers bei der teilautomatisierten Fahrt . . . . .                         | 33           |
| 4.2.1 Mode Awareness . . . . .   | 34           |
| 4.2.2 Vigilanz . . . . .   | 36           |
| 4.2.3 Out-of-the-loop-performance . . . . .  | 40           |
| 4.2.4 Forschungslage zu den Verhaltensänderungen des Fahrers bei der teilautomatisierten Fahrt . . . . . | 42           |
| 4.3 Gestaltungsmerkmale eines nutzerorientierten Interaktionskonzepts . . . . .                          | 49           |
| 4.3.1 Ausgabeelemente eines nutzerorientierten Interaktionskonzepts . . . . .                            | 50           |
| 4.3.2 Ein nutzerorientiertes Interaktionskonzept für die teilautomatisierte Fahrt . . . . .              | 52           |

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>5 Fragestellungen</b>  | <b>63</b>  |
| 5.1 Einflussfaktoren eines teilautomatisierten Systems auf den Fahrer . . . . .   | 64         |
| 5.2 Gestaltungsmerkmale nutzerorientierter Interaktionskonzepte . . . . .   | 67         |
| <b>6 Vorstudien: Geeignete Fahrmanöver und Leistungsfähigkeit des Fahrers</b>   | <b>71</b>  |
| 6.1 Geeignete Fahrmanöver für die teilautomatisierte Fahrt . . . . .  | 71         |
| 6.1.1 Vorstudie 1: Gewünschte Anwendungsfälle der Teilaautomation . . . . .   | 72         |
| 6.1.2 Vorstudie 2: Mentale Repräsentation von Fahrmanövern . . . . .  | 74         |
| 6.1.3 Vorstudie 3: Expertenevaluation zur technischen Machbarkeit von Fahrmanövern . . . . .                              | 77         |
| 6.2 Leistungsfähigkeit des Fahrers in der teilautomatisierten Fahrt (Vorstudie 4)   | 80         |
| 6.3 Zusammenfassung - Geeignete Fahrmanöver und Leistungsfähigkeit des Fahrers . . . . .                                  | 85         |
| <b>7 Untersuchung 1: Eine HMI-Strategie zur Förderung des Situationsbewusstseins und der mentalen Modelle des Fahrers</b> | <b>87</b>  |
| 7.1 Forschungsfragen . . . . .  | 88         |
| 7.2 Methodik . . . . .  | 91         |
| 7.2.1 Untersuchungsdesign . . . . .   | 91         |
| 7.2.2 Datenbasis der Untersuchung . . . . .   | 102        |
| 7.2.3 Untersuchungsumgebung . . . . .   | 107        |
| 7.2.4 Untersuchungsablauf . . . . .   | 108        |
| 7.2.5 Datenaufbereitung und -auswertung . . . . .   | 108        |
| 7.2.6 Stichprobe . . . . .  | 109        |
| 7.3 Ergebnisse . . . . .  | 110        |
| 7.3.1 Ergebnisse hinsichtlich der Konzeptausprägung . . . . .   | 110        |
| 7.3.2 Ergebnisse hinsichtlich der spezifischen Fahrmanöver und sinnvollen Automationsstufen . . . . .                     | 122        |
| 7.4 Diskussion . . . . .  | 128        |
| 7.5 Zusammenfassung - HMI-Strategien zum Situationsbewusstsein . . . . .  | 135        |
| <b>8 Untersuchung 2: Systembewusstsein und Reaktionsfähigkeit</b>   | <b>139</b> |
| 8.1 Forschungsfragen . . . . .  | 139        |
| 8.2 Methodik . . . . .  | 142        |
| 8.2.1 Untersuchungsdesign . . . . .   | 142        |
| 8.2.2 Datenbasis der Untersuchung . . . . .   | 145        |
| 8.2.3 Untersuchungsumgebung . . . . .   | 151        |
| 8.2.4 Untersuchungsablauf . . . . .   | 153        |
| 8.2.5 Datenaufbereitung und -auswertung . . . . .   | 154        |
| 8.2.6 Stichprobe . . . . .  | 154        |
| 8.3 Ergebnisse . . . . .  | 155        |
| 8.3.1 Ergebnisse zu der Systemgrenze und Systemfehler . . . . .   | 155        |
| 8.3.2 Ergebnisse zu der Überwachungsaufgabe . . . . .   | 162        |
| 8.3.3 Ergebnisse zu der explorativen Fragestellung . . . . .  | 171        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.4 Diskussion . . . . .   | 180        |
| 8.5 Zusammenfassung - Systembewusstsein und Reaktionsfähigkeit . . . . . | 191        |
| <b>9 Untersuchung 3: Die teilautomatisierte Realfahrt</b>                | <b>193</b> |
| 9.1 Forschungsfragen . . . . .   | 193        |
| 9.2 Methodik . . . . .   | 195        |
| 9.2.1 Untersuchungsdesign . . . . .                                      | 195        |
| 9.2.2 Datenbasis der Untersuchung . . . . .                              | 198        |
| 9.2.3 Untersuchungsumgebung . . . . .                                    | 202        |
| 9.2.4 Untersuchungsablauf . . . . .                                      | 203        |
| 9.2.5 Datenaufbereitung und –auswertung . . . . .                        | 204        |
| 9.2.6 Stichprobe . . . . .   | 204        |
| 9.3 Ergebnisse . . . . .   | 205        |
| 9.3.1 Ergebnisse zur Manöverausprägung . . . . .                         | 205        |
| 9.3.2 Ergebnisse zur Handhaltung . . . . .                               | 216        |
| 9.3.3 Ergebnisse zur explorativen Fragestellung . . . . .                | 222        |
| 9.4 Diskussion . . . . .   | 222        |
| 9.5 Zusammenfassung - Die teilautomatisierte Realfahrt . . . . .         | 229        |
| <b>10 Diskussion und Ausblick</b>  | <b>231</b> |
| 10.1 Zusammenfassung der Arbeit . . . . .                                | 231        |
| 10.2 Diskussion der Teilaautomation . . . . .                            | 242        |
| 10.3 Ausblick . . . . .  | 248        |
| <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>251</b> |
| <b>Anhang</b>  | <b>267</b> |
| 1 Anhang zu Vorstudien . . . . .   | 268        |
| 2 Anhang zu Untersuchung 1 . . . . .                                     | 270        |
| 3 Anhang zu Untersuchung 2 . . . . .                                     | 296        |
| 4 Anhang zu Untersuchung 3 . . . . .                                     | 313        |