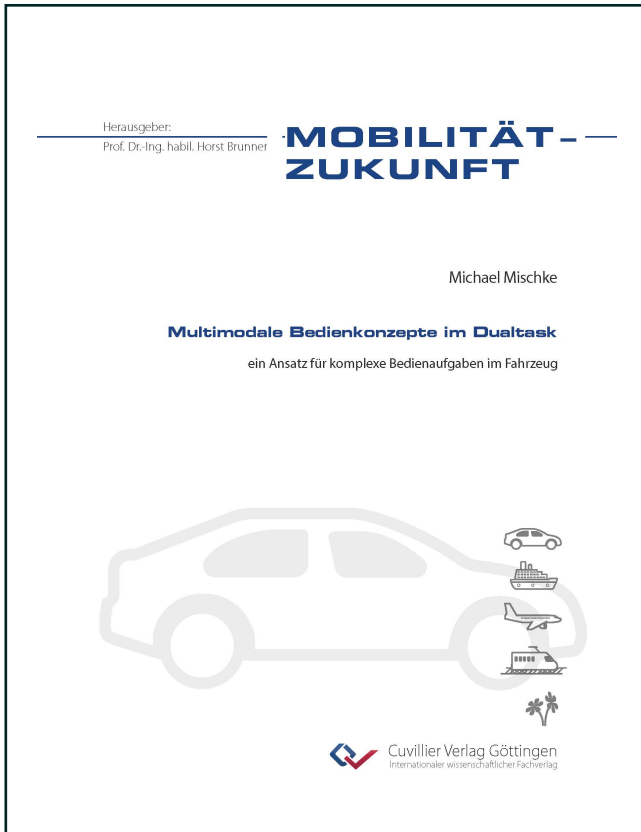




Michael Mischke (Autor)  
**Multimodale Bedienkonzepte im Dualtask**  
ein Ansatz für komplexe BediENAufgaben im Fahrzeug



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8845>

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

Deutsches Abstract . . . . .	5
English Abstract . . . . .	5
French Abstract . . . . .	5
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>1 Problemstellung und Motivation</b>	<b>13</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	13
1.2 Stand der Technik automobiler Infotainmentsysteme bei Audi . . . . .	14
1.3 Lösungsansatz: Multimodalität . . . . .	15
1.4 Motivation und Ziele . . . . .	16
1.5 Vorgehensweise - empirische Untersuchungen . . . . .	19
<b>2 Mensch-Fahrzeug-Interaktion</b>	<b>21</b>
2.1 Mensch-Maschine-Systeme . . . . .	22
2.1.1 Grundlagen zur Ergonomie von Mensch-Maschine-Systemen . . . . .	22
2.1.2 Gütekriterien ergonomischer Mensch-Maschine-Systeme . . . . .	23
2.1.3 Besonderheiten der Mensch-Fahrzeug-Interaktion . . . . .	26
2.2 Das System "Mensch" - Kognitive Psychologie . . . . .	32
2.2.1 Konzept der Selektiven Aufmerksamkeit . . . . .	34
2.2.2 Single Ressource Theorien . . . . .	35
2.2.3 Theorie multipler Ressourcen . . . . .	36
2.2.4 Prozess Theorien . . . . .	37
2.2.5 Theorie der Mentalen Modelle . . . . .	38
2.2.6 Handlungsregulationstheorie . . . . .	39
2.3 Das System Fahrzeug - Eingabemodalitäten . . . . .	41
2.3.1 Spracheingabe . . . . .	42
2.3.2 Drehdrücksteller, Lenkradbedienung und Touchscreen - Haptische Be- dienenelemente . . . . .	48
2.3.3 Touchpad - Handschrifterkennung . . . . .	50
2.3.4 Weitere Eingabemodalitäten und -elemente . . . . .	52
2.4 Das System Fahrzeug - Ausgabemodalitäten . . . . .	54
2.4.1 Optische Ausgabemodalitäten . . . . .	54

2.4.2	Akustische Ausgabemodalitäten . . . . .	55
2.4.3	Weitere Ausgabemöglichkeiten . . . . .	57
2.5	Multimodalität - ein Ansatz für die zukünftige Mensch-Maschine-Interaktion . . . . .	58
2.5.1	Definition und Kategorien multimodaler Systeme . . . . .	59
2.5.2	Potenziale und Risiken multimodaler Systeme . . . . .	60
2.5.3	Multimodalität im Dualtask . . . . .	64
2.6	Ansätze zur Verbesserung der Mensch-Fahrzeug-Interaktion . . . . .	67
<b>3</b>	<b>Hypothesen</b>	<b>71</b>
3.1	Hypothesen zum Touchpad . . . . .	71
3.1.1	Integration des Touchpads ins Fahrzeug . . . . .	71
3.1.2	Bedienung des Touchpads im Dualtask . . . . .	72
3.2	Hypothesen zu Sprachdialogsystemen . . . . .	72
3.2.1	Dualtask Überlegenheit des Sprachdialogsystems . . . . .	72
3.2.2	Haptische Disambiguierung . . . . .	72
3.2.3	Visuelle Ausgabemodalität für das Sprachdialogsystem . . . . .	73
3.3	Hypothesen zur Multimodalität im Fahrzeug . . . . .	73
3.3.1	Vor- und Nachteile von Multimodalität im Dualtask . . . . .	73
3.3.2	Nutzung von Multimodalität im Dualtask . . . . .	74
3.3.3	Erleichterung durch Multimodalität . . . . .	74
3.3.4	Sprache als zentraler Bestandteil von Multimodalität. . . . .	75
3.3.5	Akzeptanz des Touchpads . . . . .	75
3.3.6	Akzeptanz von Multimodalität . . . . .	75
3.3.7	Multimodalität und Fahrsicherheit . . . . .	76
<b>4</b>	<b>Untersuchungsumgebung</b>	<b>77</b>
4.1	Der Fahrsimulator als Gesamtsystem . . . . .	79
4.2	Die Bedienkonzeptsimulation . . . . .	83
4.3	Datenerhebung . . . . .	85
4.3.1	Objektive Daten . . . . .	85
4.3.2	Subjektive Daten . . . . .	87
4.4	Probanden . . . . .	88
<b>5</b>	<b>Methodik - empirische Studien</b>	<b>91</b>
5.1	Technische und konzeptionelle Vorbereitungen . . . . .	92
5.1.1	Entwicklung eines multimodalen Bedienkonzepts am Beispiel der Navigationszieleingabe . . . . .	92
5.1.2	Cockpit Integration - Hard-/Software . . . . .	94
5.1.3	Touchscreen Bedienkonzept - Entwicklung . . . . .	96
5.1.4	Entwicklung eines multimodalen Sprachdialogsystems . . . . .	97

5.2	Vorstudien . . . . .	100
5.2.1	Touchpad Bedienkonzept - Entwicklung und Vorstudie 1 . . . . .	100
5.2.2	Vergleichende Untersuchung zur Buchstabeneingabe - Vorstudie 2 . . . . .	104
5.3	Methodik der empirischen Studien . . . . .	105
5.3.1	Gestaltung der Versuchsabfolge . . . . .	105
5.3.2	Wahl der Bedienaufgabe . . . . .	106
5.3.3	Grundlagen . . . . .	107
5.3.4	Baseline . . . . .	108
5.3.5	Kontrollmechanismen . . . . .	109
5.3.6	Befragung . . . . .	110
5.3.7	Datenerhebung . . . . .	110
5.3.8	Aufbau der empirischen Studien im Vergleich . . . . .	111
5.4	Auswertungsverfahren und kritische Würdigung . . . . .	115
5.4.1	Empirische Untersuchungen im Fahr Simulator . . . . .	115
5.4.2	Kodierung der erhobenen Daten . . . . .	116
5.4.3	Zusammenfassung der erhobenen Daten . . . . .	120
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>121</b>
6.1	Vorstudie 1: Evaluation des Touchpads . . . . .	122
6.1.1	Objektive Daten . . . . .	122
6.1.2	Subjektive Daten . . . . .	126
6.1.3	Fazit aus Vorstudie 1 . . . . .	129
6.2	Vorstudie 2: Vergleich Touchscreen, Touchpad und Drehdrücksteller . . . . .	131
6.2.1	Objektive Daten . . . . .	131
6.2.2	Subjektive Daten . . . . .	134
6.2.3	Fazit aus Vorstudie 2 . . . . .	134
6.3	Empirische Studie 1 zu multimodalen Bedienkonzepten . . . . .	136
6.3.1	Objektive Daten . . . . .	136
6.3.2	Subjektive Daten . . . . .	139
6.3.3	Fazit aus Studie 1 . . . . .	143
6.4	Empirische Studie 2 zu multimodalen Bedienkonzepten . . . . .	144
6.4.1	Objektive Daten . . . . .	144
6.4.2	Subjektive Daten . . . . .	152
6.4.3	Fazit aus Studie 2 . . . . .	157
6.5	Akzeptanz von Multimodalität in beiden Studien im Vergleich . . . . .	158
6.6	Ergebnisse zu den Hypothesen . . . . .	160
6.6.1	Ergebnisse zum Touchpad . . . . .	160
6.6.2	Ergebnisse zu Sprachdialogsystemen . . . . .	161
6.6.3	Ergebnisse zur Multimodalität im Fahrzeug . . . . .	162

---

<b>7 Zusammenfassung der Ergebnisse, Diskussion und Ausblick</b>	<b>165</b>
7.1 Diskussion der durchgeführten Studien . . . . .	166
7.1.1 Untersuchung eines Systems mit Fehlern . . . . .	166
7.1.2 Einschränkungen . . . . .	166
7.1.3 Diskussion des Versuchsdesigns und der Durchführung . . . . .	167
7.2 Empfehlungen für eine Umsetzung der evaluierten Konzepte . . . . .	168
7.2.1 Anforderungen an ein Sprachdialogsystem für den Einsatz in einem multimo- dalen Gesamtsystem . . . . .	168
7.2.2 Anforderungen an das Touchpad und den Drehdrücksteller für den Einsatz in einem multimodalen Gesamtsystem . . . . .	170
7.2.3 Anforderungen an multimodale Bedienkonzepte . . . . .	170
7.3 Weiterer Forschungsbedarf . . . . .	170
 <b>Literaturverzeichnis</b>	 <b>173</b>
 <b>Abbildungsverzeichnis</b>	 <b>179</b>
 <b>Tabellenverzeichnis</b>	 <b>183</b>
 <b>8 Anhang</b>	 <b>187</b>
8.1 Daten zu den Probanden . . . . .	187
8.2 Datentabellen und weitere Auswertegrafiken . . . . .	188
8.2.1 Vorstudie 1 . . . . .	188
8.2.2 Vorstudie 2 . . . . .	189
8.2.3 Studie 1 . . . . .	191
8.2.4 Studie 2 . . . . .	193
8.2.5 Akzeptanzbewertung in Studie 1 und Studie 2 . . . . .	202
8.3 Fragebögen . . . . .	202
8.3.1 Fragebogen der ersten empirischen Multimodalitätsstudie - Studie 1 . . . . .	202
8.3.2 Fragebogen der zweiten empirischen Multimodalitätsstudie - Studie 2 . . . . .	236