

Inhaltsverzeichnis

KurzfassungI

Abstract..... II

Inhaltsverzeichnis..... III

Abbildungsverzeichnis.....V

Tabellenverzeichnis..... VIII

Nomenklatur..... IX

1 **Einleitung**..... 1

 1.1 Motivation 1

 1.2 Konkretisierung der Fragestellung 4

 1.3 Struktur der Arbeit..... 5

2 **Grundlagen und Stand der Forschung**6

 2.1 Virtuelle Realität.....6

 2.1.1 Präsenz 7

 2.1.2 Messung von Präsenz 8

 2.1.3 Immersion..... 11

 2.1.4 Präsenzmodell..... 11

 2.1.5 Igroup Presence Questionnaire 12

 2.1.6 Untersuchungen des Präsenzgefühls in Fahrsimulatoren 13

 2.2 Fahrdynamikuntersuchungen in Fahrsimulatoren 16

 2.3 Längsdynamischer Fahrsimulator Driveception..... 18

3 **Weiterentwicklung des längsdynamischen Fahrsimulators**.....22

 3.1 Vestibuläre Wahrnehmung23

 3.1.1 Motion Cueing Algorithmus.....25

 3.1.2 Dynamische Vorpositionierung34

 3.2 Visuelle Wahrnehmung45

 3.2.1 Verbesserung der Geschwindigkeitswahrnehmung45

 3.3 Akustische Wahrnehmung.....47

 3.3.1 Wind- und Rollgeräusche48

 3.3.2 Verbrennungsmotorgeräusche51

 3.3.3 Experimentelle Überprüfung53

 3.4 Haptische Wahrnehmung.....54

 3.4.1 Fahrbahninduzierte Vibrationen55

 3.4.2 Verbrennungsmotorinduzierte Vibrationen59

3.5	Wahrnehmung von Querdynamik.....	60
3.5.1	Lenkradwinkelerfassung.....	60
3.5.2	Versuchspersonenstudie zur Wahrnehmung von Querdynamik.....	61
4	Modellbildung.....	63
4.1	Antriebsstrang.....	64
4.1.1	Drehmomentvorgabe.....	64
4.1.2	Gangwechsel.....	65
4.2	Fahrzeugmodell.....	65
4.2.1	Längsdynamik.....	65
4.2.2	Querdynamik und Gieren.....	66
4.2.3	Nicken.....	68
4.2.4	Wanken.....	68
5	Versuchspersonenstudien in VR.....	70
5.1	Studie 1 – Multimodale Reize und Interaktion.....	70
5.1.1	Versuchsdesign.....	71
5.1.2	Erhobene Daten.....	75
5.1.3	Versuchspersonenkollektiv und Testgruppen.....	82
5.1.4	Ergebnisse.....	85
5.1.5	Diskussion der Ergebnisse.....	91
5.2	Studie 2 – Applikation eines Anfahrvorgangs.....	95
5.2.1	Versuchsfahrzeug.....	96
5.2.2	Versuchsdesign.....	96
5.2.3	Erhobene Daten.....	100
5.2.4	Versuchspersonenkollektiv.....	101
5.2.5	Ergebnisse.....	101
5.2.6	Diskussion der Ergebnisse.....	107
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	110
	Literaturverzeichnis.....	115
	Anhang A – Ordinales logistisches Regressionsmodell.....	124
	Anhang B – Fragebögen.....	126
	Anhang B1 – Fragebogen zur Beschreibung des Versuchspersonenkollektivs.....	126
	Anhang B2 – Igroup Presence Questionnaire (IPQ).....	128
	Anhang B3 – Simulator Sickness Questionnaire (SSQ).....	129
	Anhang B4 – NASA Raw Task Load Index (NASA-RTLX).....	130
	Anhang B5 – Fragebogen zur Fahrdynamiksimulation und Simulatorgüte.....	131