

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Längsregelung von Lastkraftwagen	7
2.1	Stand der Technik zur Längsregelung von Lastkraftwagen	7
2.1.1	Der Antriebsstrang eines modernen Lastkraftwagens	8
2.1.2	Herausforderungen bei der Längsregelung von Lastkraftwagen	11
2.1.3	Unterstützung der Längsregelung durch Fahrerassistenzsysteme	20
2.2	Ein neues vorausschauendes Fahrerassistenzsystem	26
2.2.1	Vorausschauende Fahrerassistenzsysteme	26
2.2.2	Modellbasierte Prädiktive Regelung (MPR)	33
2.2.3	Das System Integrated Predictive Powertrain Control (IPPC)	36
2.2.4	Methodische Vorgehensweise	41
2.3	Zusammenfassung Kapitel 2	49
3	Numerische Lösung glatter Optimalsteuerungsprobleme	51
3.1	Mehrphasen-Optimalsteuerungsproblem (MPOSP)	51
3.1.1	Problemformulierung und allgemeine Lösungsverfahren	52
3.1.2	Diskretisierung durch die direkte Mehrzielmethode	55
3.2	Nichtlineare Programmierung	61
3.2.1	Lösung eines Quadratischen Programms	62
3.2.2	Sequentielle Quadratische Programmierung (SQP)	72
3.2.3	Das neue Elastic-Trust-Region-Filter-SQP-Verfahren	87
3.3	Ein neues Lösungsverfahren für lineare Optimalsteuerungsprobleme	96
3.3.1	Ein rekursives Lösungsverfahren für streng konvexe Probleme	99
3.3.2	Erweiterung des Verfahrens für nichtkonvexe Probleme	111
3.4	Zusammenfassung Kapitel 3	117
4	Optimalsteuerung der Längsdynamik eines Lkws in Echtzeit	119
4.1	Das Optimalsteuerungsproblem der Lkw-Längsdynamik	120
4.1.1	Hybrid-Optimalsteuerungsproblem (HOSP)	120
4.1.2	Ein hybrides Modell der Regelstrecke	125
4.1.3	Bestimmung der Sollgrößenverläufe für die Regelung	146
4.1.4	Festlegung der Steuerungsziele	152
4.2	Lösung des HOSP der Lkw-Längsdynamik	159
4.2.1	Ableitung des glatten gemischt-ganzzahligen MPOSPs	160
4.2.2	Das Suchverfahren für die optimale Sollgangfolge	166
4.3	Einbettung des Lösungsverfahrens in die MPR	175
4.3.1	Ein genauer Blick auf einen Takt der MPR	175
4.3.2	Die verkürzte Suchstrategie	180
4.4	Das Gesamtsystem IPPC	184
4.4.1	Die Softwarestruktur des IPPC-Systems	184

4.4.2	Die Umsetzungsebene	186
4.4.3	Zulässigkeit und Stabilität der Längsregelung	189
4.5	Zusammenfassung Kapitel 4	196
5	Das IPPC-System in Simulation und Fahrversuch	197
5.1	Simulationen	197
5.1.1	Simulationen ausgewählter Fahrsituationen	199
5.1.2	Simulation einer Landstraßenstrecke	211
5.1.3	Simulation einer Autobahnfahrt	216
5.2	Fahrversuche	221
5.2.1	Integration des Systems im Versuchsfahrzeug	221
5.2.2	Vergleichsfahrt: geübter Fahrer gegen das IPPC-System	225
5.2.3	Test der Abstandsregelung im Fahrversuch	241
5.3	Zusammenfassung Kapitel 5	248
6	Zusammenfassung und Ausblick	249
A	Anhang	255
A.1	Begriffe und Sätze der Nichtlinearen Programmierung	255
A.2	Beweis zu Satz 3.3.1	260
A.3	Stationärer Betrieb	261
B	Abkürzungen, Schreibweisen und Symbole	265
	Literatur	271