

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	11
2 Grundlagen und Stand der Technik	17
2.1 Das System RailCab	17
2.2 Spurführung von Schienenfahrzeugen	21
2.2.1 Kräfte zwischen Rad und Schiene	22
2.2.2 Verschleiß an Rad und Schiene	28
2.2.3 Entgleisung durch Aufklettern	29
2.2.4 Achskonzepte: Radsatz und Radpaar.....	31
2.2.5 Aktueller Stand der Technik und Forschung	33
2.3 Selbstoptimierende Systeme – der SFB 614	36
2.3.1 Der Selbstoptimierungsprozess	37
2.3.2 Ziele und Zielsysteme	38
2.3.3 Makrostruktur	40
2.3.4 Mikrostruktur – das Operator-Controller-Modul (OCM)	41
2.4 Modellbasierte Selbstoptimierung	44
2.4.1 Modellprädiktive Regelung.....	45
2.4.2 Selbstoptimierung und Mehrzieloptimierung.....	47
2.4.3 Grundlagen der Mehrzieloptimierung	48
2.4.4 Mehrzieloptimierung, aktueller Stand der Forschung	49
2.4.5 Automatische Mehrzieloptimierung durch Skalarisierung ...	52
3 Das Spurführungsmodul der RailCab-Versuchsfahrzeuge	61
3.1 Physikalischer Aufbau eines RailCabs	62
3.2 Sensoren und Aktoren	64
3.2.1 Relative Querpositionssensoren.....	66
3.2.2 Lenkzylinder	68
3.3 Lineare Modelle	71
3.4 Identifikation	78
3.5 Trassierung und Gleislagefehler	81
3.5.1 Trassierung.....	81
3.5.2 Gleislagefehler.....	82
3.6 Detailliertes Simulationsmodell	91
3.6.1 Aufbau des Modells	92
3.6.2 Validierung des Simulationsmodells.....	93

4 Selbstoptimierende Spurführungsregelung	95
4.1 Hierarchische Strukturierung	95
4.2 Allgemeine Struktur des Spurführungsreglers	98
4.2.1 Kurvenvorsteuerung	100
4.2.2 Störgrößenaufschaltung	100
4.2.3 Regelung mit Vorsteuerung der Gleislagefehler	101
4.2.4 Regelung bei unbekanntem Gleislagefehler	101
4.2.5 Zustandsregler zur modellgestützten Vorsteuerung	102
4.3 Ziele	103
4.3.1 Inhärente Ziele	103
4.3.2 Externe Ziele	107
5 Selbstoptimierende Trajektorienvorsteuerung	109
5.1 Modellprädiktive Planung und Interpolation der Trajektorien	109
5.1.1 Proportionaler Störregler	110
5.1.2 Differenzielle Dynamische Programmierung	110
5.1.3 Berücksichtigung von Beschränkungen	111
5.2 Trajektoriengenerierung für die Spurführung	111
5.3 Ergebnisse und Validierung	115
5.3.1 Die Pareto-Front der optimalen Trajektorien	115
5.3.2 Optimale Trajektorien	116
5.3.3 Testfahrten mit optimaler Trajektorienvorsteuerung	116
6 Selbstoptimierende Riccati-Regler	125
6.1 Riccati-Regler mit mehreren Gütemaßen	127
6.2 Iterative Optimierung der Gewichte	130
6.3 Algorithmus für einen Pareto-Regler	136
6.3.1 Quasikontinuierliche Regleranpassung	137
6.3.2 Der Algorithmus im Detail	142
6.4 Pareto-Regler mit dynamischen Führungsgrößen	143
6.5 Pareto-Regler für die Spurführung	146
6.5.1 Zustandsrekonstruktion	148
6.5.2 Wahl der Ziele	149
6.5.3 Wahl des Pareto-Punktes	151
6.6 Ergebnisse und Validierung	155
6.6.1 PaCo-Regelung für ein einfaches Beispiel	155
6.6.2 Funktion der Spurführung mit PaCo-Regler	158
6.6.3 Validierung der Funktion	161
6.6.4 Fahrten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten	163
6.6.5 Fahrten mit unterschiedlichen Vorgaben	165

7 Ausblick	167
Verwendete Formelzeichen	173
Literaturverzeichnis	179