

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	11
1.1 Aufbau der Arbeit	13
1.2 Stand der Technik	15
1.2.1 Aktive und semi-aktive Fahrwege	15
1.2.2 Regelungskonzepte ohne Vorausschau	19
1.2.3 Regelungskonzepte mit Vorausschau	22
1.2.4 Sensoren und Algorithmen zur Ermittlung des Straßenhohenprofils	30
2 Modellbildung	35
2.1 Dynamisches Modell der Fahrzeugverkettodynamik	35
2.1.1 Herleitung der Bewegungsgleichungen	36
2.1.2 Modellreduktion	40
2.1.3 Modellverfeinerung	41
2.1.4 Kompensation der nichtlinearen Dampferkennlinie	43
2.1.5 Berücksichtigung der Aktordynamik	44
2.2 Experimentelle Modellvalidierung	44
2.2.1 Referenzierung auf hohenprofilvermessenen Strecken	45
2.2.2 Vergleich von Fahrzeugmessungen mit Simulationsergebnissen	46
3 Regelungsentwurf	51
3.1 Modellprädiktiver Optimierungsalgorithmus für die Stellsignale	51
3.1.1 Formulierung des Optimierungsproblems	52
3.1.2 Berücksichtigung der Aktorbeschränkungen	53
3.1.3 Erweiterung auf nicht-aquidistante Schritte	57
3.2 Modellprädiktiver Optimierungsalgorithmus für Referenztrajektorien des Aufbaus	58
3.2.1 Nicht-aquidistante B-Splines	59
3.2.2 Aufstellen des Gutemaßes	59
3.2.3 Quadratisches Programm mit Beschränkungen	61
3.3 Stoßgrößenkompensation mit einem inversen Modell	63
3.4 Gesamtkonzept der Regelung	64
4 Erstellung und Aufbereitung des Straßenhohenprofils	67
4.1 Definition des gewünschten Straßenhohenprofils	67
4.2 Konzepte zur Einstellung des Straßenhohenprofils	68
4.2.1 Hohenprofil durch Transformation der altenen Sensordaten in die jeweils aktuelle Sensormesswerte	68
4.2.2 Hohenprofil im inertialen Koordinatensystem	71
4.3 Simulation zur Einstellung des Straßenhohenprofils	72
4.4 Algorithmen zur Akkumulation der Hohenprofildaten	76

4.5 Transformation der Sensordaten	80
4.5.1 Transformation durch <i>Matching</i> der Sensordaten	81
4.5.2 Prädiktor-Korrektor Verfahren zur Ermittlung der Transformation der Sensordaten	83
4.6 Methoden zur Filterung des Straßensignals	86
4.6.1 Kontinuierliche Filterung	86
4.6.2 Erkennung definierter Unebenheiten	90
4.7 Gesamtkonzept Hohenprofilabschätzung und Regelung	94
5 Ergebnisse der Simulationsuntersuchungen	97
5.1 Aufbau der Simulation	97
5.2 Simulation mit gegebenem Hohenprofil	97
5.2.1 Reglermodell entspricht Streckenmodell	98
5.2.2 Simulation mit nichtlinearem Simulationsmodell	103
5.3 Gesamtsimulation der Einstellung des Hohenprofils und der Fahrwerksansteuerung	115
6 Ergebnisse der Fahrzeugimplementierung	121
6.1 Fahrzeugimplementierung mit GPS-basiertem Hohenprofil	121
6.2 Fahrzeugimplementierung mit Umfeldsensordaten	127
6.3 Entwurf eines Beobachters des Straßenhohenprofils	131
7 Schlussfolgerung und Zusammenfassung	137
7.1 Bewertung der entwickelten Konzepte und Empfehlung	137
7.2 Zusammenfassung	139
A Erweitertes Gutemaß für optimalen vorausschauenden Regler	141
B Berechnung der Matrizen zur Prädiktion der Systemzustände	143
C Herleitung der B-Spline Darstellung in Matrix Form	145
D Berechnung der Fouriertransformation	147
Abbildungsverzeichnis	149
Abkürzungsverzeichnis	153
Literaturverzeichnis	161