



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen, Operatoren und Formelzeichen	IX
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Technik	3
1.1.1 Systemkonfigurationen	4
1.1.2 Verfahren zur Steuerung bzw. Regelung aktiver Motorlager	6
1.2 Zusammenfassung und Zielsetzung	11
2 Grundlagen FIR-basierter adaptiver Filter	15
2.1 Konvergenz im Mittel und normierter LMS-Algorithmus	15
2.2 Adaptives Kerbfilter	17
2.3 FxLMS-Algorithmus	20
2.3.1 Komplexer schmalbandiger FxLMS-Algorithmus	22
2.3.2 Erweiterung auf Mehrgrößensysteme	25
3 Versuchsumgebung zur experimentellen Analyse	31
3.1 Aktives Motorlager	31
3.2 Versuchsfahrzeug	32
3.2.1 Zylinderabschaltung	33
3.2.2 Signalverarbeitung und Echtzeitumgebung	34
3.2.3 Sekundärstreckenidentifikation	36
3.3 Prüfstände	36
3.3.1 Hydropulsprüfmaschine	36
3.3.2 Prüfstand zur Vermessung des aktiven Übertragungsverhaltens	38
4 Verknüpfung adaptiver und kennfeldbasierter Steuerungen	39
4.1 Zusammenhang zwischen Filtergewichten und verbrennungsmotorischer Anregung	39
4.2 Integration adaptiver Kennfelder in adaptive Steuerungen	42
4.2.1 Steuerungsstrukturen	42
4.2.2 Rasterkennfelder und deren Online-Adaption	44
4.2.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Kennfeldadaption	46
4.2.4 Wahl der Schrittweiten	48
4.2.5 Simulation	50
4.2.6 Fahrversuch	51
4.3 Nutzung adaptiver Filter zur Bedatung kennfeldbasierter Steuerungen	55
4.4 Zusammenfassung	58



5	Analyse des Motorlagerübertragungsverhaltens	59
5.1	Modellbildung	59
5.1.1	Elastomermodell	60
5.1.2	Motorlagermodell	61
5.1.3	Charakteristische Pol- und Nullstellen	64
5.2	Experimentelle Validierung	66
5.3	Variation des Übertragungsverhaltens bei äußeren Einflüssen	68
5.3.1	Nichtlinearität	69
5.3.2	Lagervorlast	71
5.3.3	Temperatur	73
5.3.4	Alterung	74
5.3.5	Serienstreuung	76
5.4	Zusammenfassung	77
6	Maßnahmen zur Stabilisierung der adaptiven Steuerung	79
6.1	Stabilitätsbetrachtung	79
6.2	Robuster Systementwurf	82
6.2.1	Wahl eines frequenzabhängigen <i>Leakage</i> -Faktors	83
6.2.2	Einfluss des <i>Leakage</i> -Faktors auf die erzielbare Schwingungsreduktion	84
6.3	Onlineidentifikation eines Teilfrequenzbandes	86
6.3.1	Strukturen zur Onlineidentifikation eines Teilfrequenzbandes	87
6.3.2	Identifikationssignal	90
6.3.3	Wahl der Identifikationsschrittweite und -amplitude	92
6.3.4	Fahrversuch	94
6.4	Zusammenfassung	97
7	Experimenteller Vergleich adaptiver und kennfeldbasierter Steuerungen	99
7.1	Versuchsmethodik	100
7.2	Versuchsergebnisse	101
7.2.1	Schwingungsreduktion am Referenzfahrzeug	101
7.2.2	Schwingungsreduktion im Fahrzeugkollektiv	102
7.3	Zusammenfassung	105
8	Zusammenfassung und Ausblick	107
	Literaturverzeichnis	109
	Anhang	125
	Lebenslauf	141