



Fabian Hausberg (Autor)  
**Adaptive und kennfeldbasierte Steuerung aktiver Motorlager**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8854>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen, Operatoren und Formelzeichen	IX
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Grundlagen FIR-basierter adaptiver Filter</b>	<b>15</b>
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
<b>3 Versuchsumgebung zur experimentellen Analyse</b>	<b>31</b>
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
<b>4 Verknüpfung adaptiver und kennfeldbasierter Steuerungen</b>	<b>39</b>
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

<b>5</b>	<b>Analyse des Motorlagerübertragungsverhaltens</b>	<b>59</b>
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
<b>6</b>	<b>Maßnahmen zur Stabilisierung der adaptiven Steuerung</b>	<b>79</b>
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
<b>7</b>	<b>Experimenteller Vergleich adaptiver und kennfeldbasierter Steuerungen</b>	<b>99</b>
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
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>107</b>
	Literaturverzeichnis	109
	Anhang	125
	Lebenslauf	141