

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	vii
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Technik - Motormanagementsysteme und Leerlaufregelung	2
1.2 Stand der Forschung	5
1.3 Motivation und Zielsetzung	7
1.4 Gliederung der Arbeit	8
2 Problemformulierung	11
2.1 Eingangsredundante Systeme	11
2.2 Stabilität totzeitbehafteter Lur'e Systeme	12
2.3 Anforderungen an die Leerlaufregelung	13
3 Modellierung eines Hybridantriebsstrangs	15
3.1 Modellierung der Antriebsstrangkomponenten	15
3.1.1 Mean-Value-Modell eines Ottomotors	15
3.1.2 Modellierung des Zweimassenschwungrades	25
3.1.3 Modellierung der Elektromaschine	27
3.2 Reglerentwurfsmodelle des Hybridantriebsstrangs	29
3.2.1 Konventioneller Antriebsstrang	30
3.2.2 Parallel-hybridisierter Antriebsstrang	32
3.3 Validierung	34
3.4 Zusammenfassung	36
4 Flachheitsbasierte nichtlineare modellprädiktive Regelung	37
4.1 Differentielle Flachheit nichtlinearer Systeme	39
4.2 Lineare modellprädiktive Regelung	43
4.2.1 Prädiktion mit linearem zeitdiskretem Zustandsraummodell	45
4.2.2 Formulierung des Gütefunktionalis	47
4.2.3 Berücksichtigung von Totzeiten	49
4.3 Ein Verfahren zur flachheitsbasierten MPR	49
4.3.1 Stellgrößenbeschränkungen und Stationärwerte	50
4.3.2 Reglerstruktur	53
4.3.3 Diskussion der Ergebnisse	54
4.4 Simulationsstudie als Leerlaufregler	55
4.5 Zusammenfassung	61
5 Linear-quadratische Mid-Ranging-Regelung	63
5.1 Mid-Ranging-Regelung	65
5.1.1 Stationäre Genauigkeit	69

5.2	Frequenzgewichtete linear-quadratische Optimalregelung	70
5.3	Kompensation von Totzeiten	72
5.4	Koprime Faktorisierung zum Entwurf einer Vorsteuerung	74
5.5	Simulationsstudie als Leerlaufregler	77
5.6	Zusammenfassung	82
6	Stabilität einer Klasse totzeitbehafteter Lur'e Systeme	85
6.1	Stabilität totzeitbehafteter Systeme	88
6.2	Eine Klasse von Lur'e Problemen	92
6.3	Ein LMI-basierter Stabilitätstest	94
6.4	Stabilitätsuntersuchung des hybridisierten Leerlaufregelkreises	96
6.5	Stabilität des konventionellen Leerlaufregelkreises	98
6.6	Zusammenfassung	100
7	Implementierung und praktische Untersuchungen	103
7.1	Implementierungsaspekte in modernen Steuergeräten	103
7.2	Fahrzeugerprobung des Hybridleerlaufreglers	104
7.2.1	FLQMR-Leerlaufregelung	105
7.3	Zusammenfassung	109
8	Zusammenfassung und Ausblick	111
A	Anhang	113
A.1	Zylinderinnendruckbasierte Drehmomentberechnung	113
A.2	Finslersches Lemma	117
A.3	Zustandsraummodell des geschlossenen Leerlaufregelkreises	117
A.4	Weitere Ergebnisse zur experimentellen Untersuchung des Hybridleerlaufreglers	119
	Literatur	121