

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Abkürzungen und Formelzeichen	9
Zusammenfassung	17
Abstract	19
1 Einleitung	21
1.1 Motivation	23
1.2 Zielsetzung	26
2 Stand der Technik	27
2.1 Passive Systeme	29
2.1.1 Mechanisch variable Lenkübersetzung	29
2.1.2 Elektronisch variable Lenkübersetzung	30
2.2 Aktive Systeme	31
2.2.1 Variable Lenkübersetzung, Überlagerungseinheit mit Vorübersetzung	31
2.2.2 Variable Lenkübersetzung, Überlagerungseinheit ohne Vorübersetzung	32
2.3 Bewertung zum Stand der Technik	33
3 Konzeption und Bewertung neuartiger Überlagerungssysteme	37
3.1 Morphologie des Systems	38
3.2 Neue Konzepte	40

3.2.1	Überlagerungseinheit mit Geradverzahnung und Hohlwellenmotor	41
3.2.2	Überlagerungseinheit mit Schraubverzahnung und Hohlwellenmotor	43
3.2.3	Überlagerungseinheit mit Schneckenradgetriebe und umlaufendem Stellmotor	46
3.2.4	Mechanischer Notlauf	49
3.3	Vergleich und Bewertung der ausgewählten Systeme	50
4	Modellierung, Simulation und Auslegung des Systems	53
4.1	Modell der Überlagerungseinheit mit Geradverzahnung	54
4.1.1	Lagrange-Verfahren erster Art	54
4.1.2	Lagrange-Gleichungen der Überlagerungseinheit	57
4.1.3	Zustandsraumdarstellung der Überlagerungseinheit	65
4.2	Gleichstrommodell des Stellmotors und Reglerauslegung	67
4.3	Simulation des Gesamtsystems und Wahl der Parameter	68
4.3.1	Wahl der Übersetzung der Überlagerungseinheit mit Geradverzahnung	69
4.3.2	Bestimmung der Kennlinie des Stellmotors	73
4.3.3	Bestimmung der benötigten Auflösung des Positionssensors des Stellmotors	73
4.3.4	Simulationsergebnisse	75
4.4	Zusammenfassung	77
5	Regelung und Sensorüberwachung des Stellmotors	79
5.1	Modellbildung des Stellmotors	80
5.1.1	Motormodell in Stator-Koordinaten	82
5.1.2	Motormodell in Rotor-Koordinaten	84
5.1.3	Zustandsraumdarstellung des Motormodells in Rotor-Koordinaten	91
5.2	Lageregelung des Stellmotors	91
5.3	Feldorientierte Strom-Regelung	92
5.4	Überwachung des Positionssensors	94
5.4.1	Positionsschätzung basierend auf Modellen	94

5.4.2 Positionsschätzung basierend auf eingeprägten Testsignalen . . .	98
5.4.3 Erweiterte feldorientierte Regelung mit Positionsüberwachung . .	111
5.5 Zusammenfassung	111
6 Experimentelle Ergebnisse	113
6.1 Prüftechnik	113
6.1.1 Komponentenprüfstand	114
6.1.2 Fahrsimulator	115
6.1.3 Versuchsfahrzeug und Prototyp der Überlagerungslenkung . .	119
6.2 Ergebnisse von Komponentenprüfstand und Fahrsimulator	121
6.2.1 Wirkungsgradmessung der Überlagerungseinheit	121
6.2.2 Geräuschmessung am Gesamtsystem	123
6.2.3 Positionsschätzung basierend auf eingeprägten Testsignalen . .	124
6.2.4 Lenkvorgang am Fahrsimulator	126
6.3 Ergebnisse vom Versuchsfahrzeug	128
6.3.1 Systemverhalten beim VDA-Spurwechseltest	128
6.3.2 Systemverhalten in der Pylonengasse	131
6.4 Zusammenfassung	132
7 Schlussbemerkung und Ausblick	135
A Grundlagen von Umlaufgetrieben	137
A.1 Drehzahlen	138
A.2 Drehmomente	142
A.3 Wirkungsgrade	144
A.4 Leistungen	145
Literaturverzeichnis	147
Abbildungsverzeichnis	151
Tabellenverzeichnis	157