

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Einführung . . . . .	1
1.2 Stand der Technik . . . . .	1
1.3 Zielsetzung . . . . .	4
1.4 Aufbau der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Aufbau und Wirkprinzip des Schraubengewindereluktanzmotors (SGRM)</b>	<b>6</b>
2.1 Luftspaltgeometrie . . . . .	6
2.2 Wirkprinzip . . . . .	8
2.3 Versuchsaufbau . . . . .	10
2.4 Luftlagerung . . . . .	11
<b>3 Modellbildung des SGRM</b> . . . . .	<b>12</b>
3.1 Berechnung der Strangflüsse . . . . .	12
3.1.1 Strombelag und Durchflutung . . . . .	12
3.1.2 Ableitung der Flußdichtegleichung . . . . .	16
3.1.2.1 Voraussetzung der Berechnung . . . . .	16
3.1.2.2 Formulierung der Flußdichtegleichung . . . . .	16
3.1.3 Flußintegration . . . . .	18
3.1.3.1 Mathematische Beschreibung der Integrationsgebiete	18
3.1.3.2 Definition eines Flußbelags . . . . .	20
3.1.3.3 Formulierung der Flußgleichung . . . . .	22
3.1.3.3.1 Statorwicklung einer dreisträngigen Drehfeldmaschine	22
3.1.3.3.2 Berechnung des mit einem Strang verketteten Flusses	24
3.2 Berechnung der Vorschubkraft . . . . .	35
3.2.1 Ableitung einer allgemeinen Kraftgleichung . . . . .	35
3.2.2 Die Vorschubkraft des SGRM . . . . .	38
3.2.2.1 Berechnung des Flußraumzeigers . . . . .	38
3.2.2.2 Die Kraftgleichung . . . . .	44
3.3 Die Grundwellenmaschine . . . . .	46
3.3.1 Die Gleichungen der Grundwellenmaschine . . . . .	46
3.4 Das stationäre Kraftkennlinienfeld . . . . .	50
3.4.1 Messung des Kraftkennlinienfelds . . . . .	50
3.4.2 Vergleich zwischen Messung und Rechnung . . . . .	52
3.4.3 Korrektur der Rechnung durch die Messung . . . . .	54
3.5 Systemgleichungen . . . . .	61
3.5.1 Allgemeine Systemgleichungen . . . . .	61
3.5.2 Systemgleichungen im statorfesten $\alpha$ - $\beta$ -Koordinatensystem . . .	64
3.5.3 Systemgleichungen im läuferfesten d-q-Koordinatensystem . . .	65
3.6 Signalflußplan . . . . .	67
3.7 Modellvalidierung . . . . .	69

<b>4</b>	<b>Stromregelung</b>	<b>70</b>
4.1	Regelstrecke	70
4.2	Regelkreis	73
4.3	Optimierung des Stromregelkreises	73
4.4	Regler- und Stellgliedbegrenzungen	74
4.5	Messungen	75
<b>5</b>	<b>Wirbelströme</b>	<b>77</b>
5.1	Allgemeine Betrachtung	77
5.2	Allgemeine Herleitung der Wirbelströme für einen Massiveisenläufer	79
5.3	Anwendung der Herleitung auf den SGRM	83
5.4	Signalflußplan des stromgeregelten SGRM unter Berücksichtigung der Wirbelströme	88
5.5	Bestimmung der Parameter	90
5.6	Modellvalidierung	92
<b>6</b>	<b>Lageregelung</b>	<b>97</b>
6.1	Linearisierung	97
6.1.1	Inverse Aufschaltung der Drehtransformation und Kompensation der Wirbelströme	98
6.1.2	Berücksichtigung des Abplattungsfaktors	99
6.1.3	Linearisierung der Kraftbildung durch Feldorientierung	99
6.2	Zustandsregler für die Lage	101
6.2.1	Zustandsdarstellung	101
6.2.1.1	Zustandsdarstellung im kontinuierlichen Zeitbereich	101
6.2.1.2	Zustandsdarstellung im diskreten Zeitbereich	102
6.2.2	Struktur und Zustandsdarstellung des Reglers	104
6.2.3	Dämpfungsoptimale Reglerauslegung im diskreten Zeitbereich	106
6.2.4	Realisierung der Regelung	108
6.3	Ergebnisse zur Zustandslageregelung	109
6.3.1	Führungsverhalten	110
6.3.2	Lastverhalten	113
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>115</b>
	<b>Anhang A: Motordaten</b>	<b>118</b>
	<b>Anhang B: Herleitung der Wirbelströme für einen Massiveisenläufer</b>	<b>119</b>
	<b>Anhang C: Ableitung einer Summenformel</b>	<b>130</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>134</b>