

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Formelzeichen.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ziele der Arbeit .....	2
<b>2 Elektromagnetische Eigenschaften des Statorkäfigs .....</b>	<b>5</b>
2.1 Modellbildung .....	6
2.2 Bestromung der Stäbe.....	8
2.3 Strangzahl, parallele Zweige und Lochzahl .....	10
2.4 Strombelagsverteilung .....	11
2.5 Durchflutungsverteilung .....	13
2.6 Flussdichteverteilung im Luftspalt .....	15
2.7 Jochfluss und induzierte Spannung.....	16
2.8 Induktivitäten .....	17
2.8.1 Hauptinduktivität.....	18
2.8.2 Oberwellenstreuinduktivität.....	19
2.8.3 Nutstreuinduktivität.....	20
2.8.4 Wickelkopfstreuinduktivität.....	25
2.9 Ohmsche Widerstände .....	31
2.9.1 Ohmscher Widerstand eines Stabes .....	31
2.9.2 Ohmscher Widerstand des Kurzschlussringes .....	33
2.10 Modaltransformation symmetrischer Systeme .....	35
2.10.1 Transformationsvorschriften .....	36
2.10.2 Transformation harmonischer Größen .....	37
2.10.3 Ausrichtung von Projektionsachsen.....	38
2.10.4 Drehtransformation .....	39
<b>3 Grundlagen synchrone Reluktanzmaschinen .....</b>	<b>41</b>
3.1 Grundprinzip .....	42
3.2 Lineares Modell basierend auf dem elektrischen Kreis .....	43

3.3	Drehmoment und Verschiebungsfaktor .....	45
3.4	Grenzkennlinien und Betriebsbereiche.....	48
3.5	Drehmoment- und Leistungscharakteristik .....	50
3.6	Abweichung vom idealen Verhalten .....	52
3.7	Ausführungsformen des Rotors .....	53
4	Lineares Modell basierend auf dem magnetischen Kreis.....	57
4.1	Modellbildung .....	58
4.2	Durchflutungsquellen .....	61
4.3	Magnetische Widerstände.....	63
4.3.1	Joukowski Flussbarrieren.....	63
4.3.2	Joukowski-Abbildung .....	65
4.3.3	Magnetische Widerstände der Flussbarrieren.....	66
4.3.4	Magnetische Widerstände der Luftspaltanteile.....	68
4.4	Gleichungssystem .....	68
4.5	Magnetische Spannungsverteilung der Flussbarrieren.....	70
4.6	Flussdichteverteilung im Luftspalt .....	74
4.7	Jochfluss und induzierte Spannung.....	76
4.8	Hauptinduktivitäten.....	77
4.9	Drehmoment .....	79
5	Polumschaltbarkeit.....	83
5.1	Periodische Komponenten und Mittelwerte verteilter Größen.....	84
5.2	Modellvereinfachungen .....	89
5.3	Beeinflussung der Polumschaltbarkeit.....	91
5.4	Tangentielle Kombination von geometrisch symmetrischen Sektoren.....	92
5.4.1	Hauptflussverkettung.....	93
5.4.2	Magnetische Spannungsverteilung.....	103
5.4.3	Drehmoment.....	104
5.4.4	Unabhängige Superposition von Strombelagshauptwellen.....	107
5.4.5	Abschnittsweise Kombination von Halbwellen .....	108
5.5	Tangentielle Kombination von geometrisch asymmetrischen Sektoren.....	110
5.5.1	Hauptflussverkettung.....	112
5.5.2	Drehmoment.....	123
5.5.3	Abschnittsweise Kombination von Halbwellen .....	125
5.6	Axiale Kombination von geometrisch asymmetrischen Sektoren .....	128

<b>6</b>	<b>Elektromagnetischer Entwurf</b> .....	129
6.1	<b>Einfluss der Rotorgeometrie auf Zielgrößen des Entwurfs</b> .....	130
6.1.1	Geometrien für Flussbarrieren .....	130
6.1.2	Parametrierung des Rotors .....	132
6.1.3	Anzahl an Flussbarrieren je Sektor.....	134
6.1.4	Breite und Positionierung der Flussbarrieren .....	135
6.2	<b>Reduktion der Drehmomentwelligkeit</b> .....	137
6.2.1	Reduktion der Drehmomentwelligkeit auf Basis der Anzahl an Stäben.....	138
6.3	<b>Grobentwurf und weiterführende Optimierung</b> .....	145
6.3.1	Grobentwurf.....	146
6.3.2	Weiterführende Optimierung der Maschinengeometrien .....	149
<b>7</b>	<b>Evaluation der entworfenen Kandidaten</b> .....	153
7.1	<b>Erstellung von Kennlinien und Kennfeldern</b> .....	154
7.1.1	Modellierung elektrischer Maschinen .....	154
7.1.2	Optimierung der Freiheitsgrade in den Betriebspunkten.....	156
7.2	<b>Evaluation des Kandidaten K1</b> .....	159
7.2.1	Bauraum und volumetrische Drehmomentdichte .....	159
7.2.2	Drehmoment- und Leistungskennlinien .....	161
7.2.3	Kennfelder .....	162
7.3	<b>Gegenüberstellung der Kandidaten</b> .....	165
7.3.1	Kennlinien bei maximalem Drehmoment.....	166
7.3.2	Kennlinien bei verschiedenen Drehmomenten.....	168
7.3.3	Wirkungsgradkennfelder .....	172
7.4	<b>Evaluation der Ansteuerungsverfahren über Fahrzyklussimulationen</b> .....	174
7.4.1	Fahrzeugmodell.....	174
7.4.2	Fahrzyklen .....	175
7.4.3	Vergleichende Fahrzyklussimulationen .....	177
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	179
8.1	<b>Zusammenfassung</b> .....	179
8.2	<b>Ausblick</b> .....	184
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....		i
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....		vii
<b>Literaturverzeichnis</b> .....		ix
<b>Vorveröffentlichungsliste</b> .....		xxix

Inhaltsverzeichnis

---

<b>Anhang</b> .....	<b>xxi</b>
---------------------	------------