

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Kurzfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis	ix
Symbolverzeichnis	xi
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	5
2.1 Die Maxwell-Gleichungen	5
2.2 Elektromagnetische Kraftwirkung	7
2.3 Elektrische Maschinen	10
2.3.1 Asynchronmaschine	13
2.3.2 Synchronreluktanzmaschine	15
2.3.3 Permanentmagneterregte Synchronmaschine	16
2.3.4 Gegenüberstellung einzelner Maschinentopologien	17
2.4 Wicklungen in elektrischen Maschinen	18
2.4.1 Fourieranalyse	19
2.4.2 Wicklungsbezeichnungen	20
2.4.3 Wicklungsgesetze	22
2.4.4 Wicklungsfaktor	24
2.4.5 Vergleich von verteilten zu konzentrierten Wicklungen	27
3 Flussbarrieren im Stator	31
3.1 Einfluss der Flussbarrieren im Stator auf den Wicklungsfaktor	34
3.2 Einfluss der Flussbarrieren auf das Rotorfeld	47
3.3 Vergleich von elektrischen Maschinen mit und ohne Flussbarrieren . .	51
3.4 Ausnutzung von elektrischen Maschinen mit Flussbarrieren im Stator	59
3.5 Hinweise für den Wicklungsentwurf in Kombination mit Flussbarrieren	65
3.5.1 Geeignete bekannte Wicklungen für Flussbarrieren	67
3.5.2 Wicklungsauslegungen für Statoren mit Flussbarrieren	70

3.6 Reduzierung der Drehmomentschwankungen	77
3.6.1 Nutöffnungsverschiebungen	77
3.6.2 Unterschiedliche Nutöffnungsbreiten	81
3.7 Einfluss der Flussbarrierengeometrie auf das Drehmoment	85
4 Ergänzende Nutzungsmöglichkeiten des Flussbarrierenbauraums	89
4.1 Ausnutzung der Flussbarrieren für eine verbesserte Kühlung	89
4.1.1 Forcierte Luftströmung in den Flussbarrieren	91
4.1.2 Wasserkühlmantel für Statoren mit Flussbarrieren	94
4.1.3 Ölkühlung für Statoren mit Flussbarrieren	96
4.2 Kurzgeschlossene Leiter in den Flussbarrieren	99
4.2.1 Durchflutungsverteilung der Durchmesserspulen	102
4.2.2 Überlagerung der Luftpaltfelder beider Wicklungssysteme . .	106
4.2.3 Auswirkung auf das Drehmoment und die Verluste	117
4.2.4 Kurzgeschlossener Käfig in den Flussbarrieren	121
5 Bewertung einer elektrischen Maschine mit Flussbarrieren am Prüfstand	125
5.1 Synchron-Servomaschine MN03-350	128
5.1.1 Vermessung der Synchron-Servomaschine MN03-350	129
5.1.2 Nachkonstruktion und FEM-Modell der Synchron-Servomaschine MN03-350	133
5.2 Flussbarrieremaschine	140
5.2.1 FEM-Modell Flussbarriere	142
5.2.2 Prototypbau	146
5.2.3 Vermessung der Flussbarrieremaschine am Prüfstand und Vergleich zur Synchron-Servomaschine MN03-350	148
5.3 Bewertung der Flussbarrieremaschine	154
6 Zusammenfassung und Ausblick	155
Literaturverzeichnis	159
A Weitere geeignete Wicklungen für Flussbarrieren im Stator	163
B Prüfstandsgeräte	167
Abbildungsverzeichnis	169
Tabellenverzeichnis	179