

# Inhalt

<b>INHALT</b> .....	<b>I</b>
<b>VERWENDETE FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>III</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 GRUNDLAGEN DER SPALTROHRMOTORPUMPE .....	3
1.2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT .....	6
<b>2 KONZEPTE FÜR PM-SPALTROHRMOTOREN</b> .....	<b>7</b>
2.1 AUSFÜHRUNG DES PM-SPALTROHRMOTORS MIT AM LUFTSPALT LIEGENDEN SE-MAGNETEN .....	7
2.2 AUSFÜHRUNG DES PM-SPALTROHRMOTORS MIT VERGRABENEN SE-MAGNETEN .....	9
2.3 AUSFÜHRUNG DES PM-SPALTROHRMOTORS MIT VERGRABENEN FERRITMAGNETEN .....	11
2.4 MÖGLICHE SPALTROHRAUSFÜHRUNGEN FÜR STÄNDER UND LÄUFER .....	13
<b>3 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN FÜR PM-SPALTROHRMOTOREN</b> .....	<b>15</b>
3.1 BESCHREIBUNG DES BETRIEBSVERHALTENS IM FELDORIENTIERTEN BETRIEB .....	17
3.1.1 <i>Analytischer Ansatz zur Bestimmung des Luftspaltfeldes</i> .....	17
3.1.2 <i>Betrachtung des stationären Betriebsverhaltens bei Vollpolverhalten</i> .....	22
3.1.3 <i>Betrachtung des stationären Betriebsverhaltens bei ausgeprägtem Reluktanzanteil</i> .....	23
3.2 BERECHNUNG MOTORTYPISCHER VERLUSTLEISTUNGEN .....	24
3.3 BERECHNUNG VON SPALTROHRVERLUSTEN.....	27
3.3.1 <i>Analytisches Modell zur Verlustberechnung</i> .....	27
3.3.2 <i>Verlustberechnung mittels FEM-Simulation</i> .....	30
<b>4 UNTERSUCHUNG DES THERMISCHEN VERHALTENS DES SPALTROHRMOTORS</b> .....	<b>35</b>
4.1 HERLEITUNG EINES ANALYTISCHEN MODELLS .....	35
4.1.1 <i>Modell und Ersatzschaltbild</i> .....	35
4.1.2 <i>Bestimmung der Ersatzelemente des thermischen Netzes</i> .....	38
4.1.3 <i>Berechnung des stationären Zustands</i> .....	44
4.2 MODELLVERIFIKATION MITTELS FEM-SIMULATION .....	46
<b>5 SPALTROHRMOTOREN MIT AM LUFTSPALT ANGEORDNETEN SE-MAGNETEN</b> .....	<b>49</b>
5.1 MODELLIERUNG UND SIMULATION DES STATIONÄREN BETRIEBSVERHALTENS .....	49
5.2 AUSLEGUNG DER FUNKTIONSMUSTER.....	55
5.2.1 <i>Aufbau eines Baukastensystems</i> .....	55
5.2.2 <i>Auslegung des Funktionsmusters mit Zahnspulenwicklung</i> .....	55
5.2.3 <i>Auslegung des Funktionsmusters mit verteilter Wicklung</i> .....	63

5.2.4	Überblick Funktionsmuster .....	65
5.3	ERPROBUNG DER FUNKTIONSMUSTER IM VERGLEICH ZU SIMULATIONSERGEBNISSEN .....	70
5.3.1	Beschreibung des Versuchsaufbaus .....	70
5.3.2	Erprobung im direkten Vergleich zur Simulation .....	71
5.3.3	Identifikation und Analyse von Parameterabhängigkeiten .....	78
<b>6</b>	<b>SPALTROHRMOTOREN MIT VERGRABENEN SE-MAGNETEN .....</b>	<b>85</b>
6.1	MODELLIERUNG UND SIMULATION DES STATIONÄREN BETRIEBSVERHALTENS .....	85
6.2	AUSLEGUNG DER FUNKTIONSMUSTER .....	85
6.2.1	Ergänzung des Funktionsmusterbaukastens .....	85
6.2.2	Auslegung des IPM-Rotors .....	86
6.3	ERPROBUNG DER FUNKTIONSMUSTER IM VERGLEICH ZU SIMULATIONSERGEBNISSEN UND SMPM-AUSFÜHRUNGEN .....	91
6.3.1	Erprobung im direkten Vergleich zu SMPM-Funktionsmustern .....	91
6.3.2	Identifikation und Analyse von Parameterabhängigkeiten .....	95
6.3.3	Geräuschentwicklung .....	99
<b>7</b>	<b>SPALTROHRMOTOREN MIT VERGRABENEN FERRITMAGNETEN .....</b>	<b>111</b>
7.1	MOTIVATION ZUR BETRACHTUNG VON FERRITMAGNETEN .....	111
7.2	OPTIMIERTE AUSLEGUNG EINES FUNKTIONSMUSTERS .....	112
7.2.1	Problematik beim Einsatz von Ferritmagneten .....	112
7.2.2	Beschreibung des Funktionsmusters .....	117
7.2.3	Konkrete Auslegung des Funktionsmusters .....	123
7.3	ERPROBUNG DES FUNKTIONSMUSTERS IM VERGLEICH ZU SIMULATIONSERGEBNISSEN .....	129
7.3.1	Erprobung im direkten Vergleich zur Simulation .....	129
7.3.2	Messtechnische Bestimmung des optimalen Bestromungswinkels .....	129
7.3.3	Identifikation und Analyse von Parameterabhängigkeiten .....	137
<b>8</b>	<b>DREIECKSCHALTUNG DER STÄNDERWICKLUNG IM VERGLEICH ZUR STERNSCHALTUNG .....</b>	<b>142</b>
8.1	HINTERGRUND .....	142
8.2	BETRIEB BEI DREIECKSCHALTUNG .....	142
8.3	SIMULATION DER $\Delta$ -SCHALTUNG AN EINEM KONKRETEN BEISPIEL IM VERGLEICH ZUR MESSUNG .....	148
<b>9</b>	<b>KONZEPTVERGLEICH .....</b>	<b>150</b>
9.1	GEGENÜBERSTELLUNG DER FUNKTIONSMUSTER .....	150
9.2	WICKLUNGSKONZEPTE UND ROTORAUSFÜHRUNGEN .....	151
9.3	MAGNETTECHNIK .....	152
<b>10</b>	<b>AUSLEGUNGSRICHTLINIEN FÜR PM-SPALTROHRMOTOREN .....</b>	<b>156</b>
<b>11</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>161</b>
<b>A.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>163</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>165</b>