

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IX
-----------------------------	----

Tabellenverzeichnis	XV
---------------------------	----

Formelzeichenverzeichnis	XVII
--------------------------------	------

1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Aufbau der Arbeit	2
1.3 Stand der Technik	4
1.3.1 Chronologische Darstellung	4
1.3.2 Sachbezogene Darstellung.....	10
2 Grundlagen	13
2.1 Stromverdrängung.....	13
2.1.1 Verhältnisse ohne Stromverdrängung.....	13
2.1.2 Maxwell-Gleichungen.....	14
2.1.3 Eigenschaften des magnetischen Kreises.....	15
2.1.4 Analytische Berechnung.....	17
2.1.5 Begriffserklärungen und -abgrenzungen zur Stromverdrängung	19
2.2 Permanenterregte Synchronmaschinen	20
2.2.1 Einsatz als Traktionsantrieb in automobilen Hybridantrieben	21
2.2.2 Verlustbetrachtung.....	22
2.2.3 Einflüsse auf den Polradwinkel.....	22
2.2.4 Wickelschema	25
2.2.5 Kupferfüllfaktor.....	25
2.3 Finite-Elemente-Berechnung	26
3 Vergleich des Widerstandserhöhungsfaktors	29
3.1 Für den Vergleich verwendete E-Maschine	29
3.2 Analytische Bestimmung.....	31
3.3 Bestimmung mittels Finite-Elemente-Methode.....	33
3.4 Messungen auf dem Prüfstand	35
3.5 Ergebnisse	38
3.6 Einfluss des Permanentmagnetfelds	41
4 Voruntersuchung zur Abweichung des analytischen Verfahrens	43
4.1 Vorüberlegungen	43
4.2 Untersuchungsmethode und Finite-Elemente-Modell.....	45
4.3 Durchgeführte Voruntersuchungen	47
4.3.1 Betrachtung des Nutstrefenfelds	47
4.3.2 Abgleich des Widerstandserhöhungsfaktors	48
4.3.3 Einfluss der Nuttiefe auf das Nutstrefenfeld	50
4.3.4 Einfluss der Nuttiefe auf den Widerstandserhöhungsfaktor	52
4.3.5 Einfluss der Nuthöhe und -breite auf das Nutfeld.....	53

4.4	Erkenntnisse aus Voruntersuchungen	54
5	Magnetische Sättigung	55
5.1	Grundlegende Zusammenhänge	55
5.1.1	Verminderung der Quersfeldkomponente	56
5.1.2	Zusätzliche Längsfeldkomponente durch Entlastung	56
5.2	Untersuchung anhand von Finite-Elemente-Rechnungen	58
5.2.1	Modifikation des Grundmodells	59
5.2.2	Mit Finite-Elemente-Rechnungen durchgeführte Untersuchungen	59
5.2.3	E-Maschine mit gegossenen Spulen	69
5.3	Ableitung analytischer Näherung	71
5.3.1	Verminderung der Quersfeldkomponente	72
5.3.2	Zahnentlastungsfeld – Entstehen einer Längsfeldkomponente	75
5.4	Zusammenfassung des Kapitels	81
6	Phasenverschobene Spulenströme in einer Nut	83
6.1	Vorüberlegungen	83
6.2	Betrachtung mittels Finite-Elemente-Rechnungen	85
6.2.1	Einfluss auf das Nutfeld	86
6.2.2	Einfluss auf die Stromverdrängung	87
6.2.3	E-Maschine mit gegossenen Spulen	90
6.3	Ableitung analytischer Erkenntnisse	91
7	Wechselwirkung mit dem Luftspaltfeld	97
7.1	Einfluss des Feldschwächbereichs und der Schrägung	97
7.2	Einfluss des Konstantflussbereichs und der Schrägung	102
7.3	Drehmomentbildung und Zusammenfassung	107
8	Schlussbetrachtung	109
9	Literaturverzeichnis	111
Anhang		115
Anhang A:	Widerstandsbestimmung gegossener Spulen	115
Anhang B:	Messunsicherheit der k_r -Faktor-Bestimmung	116
Anhang C:	Bestimmung der Magnetverluste mittels 3D-FEM	121
Anhang D:	Ermittlung der Reib- und Eisenverluste	122
Anhang E:	Einfluss des Nuthöhe-zu-Nutbreite-Verhältnisses auf das Nutfeld	124

Untersuchung der Stromverdrängung im Ständer hoch
ausgenutzter elektrischer Maschinen

Junginger, C.

2017, XIX, 124 S. 89 Abb., 15 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-17006-6