

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung .....	7
1.1 Aufbau und Wicklungsklassifizierung von Asynchronmotoren kleiner Leistung.....	7
1.2 Historischer Abriss .....	8
1.3 Grundlagen der Oberfeldtheorie .....	10
1.3.1 Annahmen, Voraussetzungen und das Koordinatensystem.....	11
1.3.2 Durchflutungsverteilung.....	13
1.3.3 Berücksichtigung der doppelseitigen Luftspaltnutung .....	15
1.3.4 Primäre Ankerrückwirkung.....	16
1.3.5 Sekundäre Ankerrückwirkung.....	21
1.3.6 Tertiäre Ankerrückwirkung.....	22
1.3.7 Abgeleitetes Gleichungssystem.....	23
1.3.8 Mögliche Schaltungsvarianten .....	25
1.4 Motivation und Ziele der Arbeit .....	28
2 Erweiterung der Oberfeldtheorie auf die Berechnung des Wechselstromsynchrongmotors .....	31
2.1 Berechnung des Wechselstrommotors auf Basis eines zweisträngigen Ständergleichungssystems .....	32
2.2 Das abgeleitete Gleichungssystem .....	33
2.3 Mögliche Schaltungsvarianten .....	35
3 Erweiterung der Oberfeldtheorie auf harmonische Verteilung der Spulenwindungszahlen .....	36
3.1 Durchflutungsverteilung unter Einführung eines komplexen Wicklungsfaktors .....	36
3.2 Selbst- und Gegeninduktivitäten vom Ständer und Läufer.....	39
4 Grenzen der Methode der konformen Abbildung bei einseitig glattem Luftspalt.....	41
4.1 Zulässigkeit der Berechnung der magnetischen Leitwerte bei ungewöhnlichen geometrischen Verhältnissen .....	48
4.2 Beispiel zur Verletzung des Kriteriums der konformen Abbildung .....	52
5 Zulässigkeit und Genauigkeit der Multiplikation der Leitwertfunktionen .....	53
5.1 Abweichung der konformen Abbildung zur Finite Elemente Rechnung in Abhängigkeit der relativen Position der Ständer- zu den Läufernuten bei homopolarer Potentialverteilung.....	53
5.1.1 Analytische Berechnung des Luftspaltfeldes und des Polflusses .....	54
5.1.2 Numerische Berechnung des Luftspaltfeldes und des Polflusses.....	55
5.1.3 Darstellung und Vergleich der Ergebnisse .....	57
5.2 Abweichung der konformen Abbildung zur Finite Elemente Rechnung in Abhängigkeit der relativen Position der Ständer- zu den Läufernuten bei heteropolarer Potentialverteilung .....	62
5.2.1 Analytische Berechnung des Luftspaltfeldes und der Stabströme im Stillstand .....	62

5.2.2 Numerische Berechnung des Luftspaltfeldes und der Stabströme im Stillstand .....	63
5.2.3 Darstellung und Vergleich der Ergebnisse .....	66
6 Berechnung der auftretenden Motordrehmomente und Kräfte .....	71
6.1 Herleitung der Grundgleichung zur Drehmomentberechnung .....	71
6.2 Bestandteile des Motordrehmoments .....	76
6.2.1 Asynchrones Drehmoment .....	78
6.2.2 Synchroner Motor .....	78
6.2.3 Pendelmomente .....	80
6.3 Axialkräfte auf den Läufer .....	83
6.4 Radialkräfte zwischen dem Ständer und Läufer .....	84
7 Validierung der Berechnungsergebnisse anhand von Kennliniennmessungen .....	89
7.1 Vergleich der gemessenen und gerechneten Motorkennlinien von einem symmetrisch betriebenen Drehstrommotor .....	91
7.2 Vergleich der gemessenen und gerechneten Motorkennlinien von einem gemäß <i>Steinmetz</i> -Dreieckschaltung verschalteten Motor .....	93
7.3 Vergleich der gemessenen und gerechneten Motorkennlinien von einem zweisträngigen Wechselstrommotor .....	95
8 Vergleich der gemessenen und gerechneten synchronen Drehmomente im Stillstand in Abhängigkeit der Läuferschrägung .....	97
8.1 Messaufbau .....	98
8.2 Vergleich der gemessenen und gerechneten Stillstandsmomente .....	99
8.3 Einfluss der magnetischen Leitwertfunktionen auf das synchrone Stillstandsmoment .....	103
9 Anwendung des Modells zum Entwurf von harmonisch verteilten Spulenwindungszahlen .....	105
10 Fazit und Ausblick .....	110
11 Anhang .....	112
11.1 Wicklungs- und Geometriedaten .....	112
11.1.1 Motordaten A .....	112
11.1.2 Motordaten B .....	112
11.1.3 Motordaten C .....	113
11.1.4 Motordaten D .....	114
11.2 Verluste im analytischen Modell .....	114
11.3 Verlauf des asynchronen Startmoments in Abhängigkeit der Schrägung .....	115
11.4 Messergebnisse der synchronen Drehmomente in tabellarischer Form .....	116
12 Literaturverzeichnis .....	119
13 Liste der verwendeten Formelzeichen .....	123