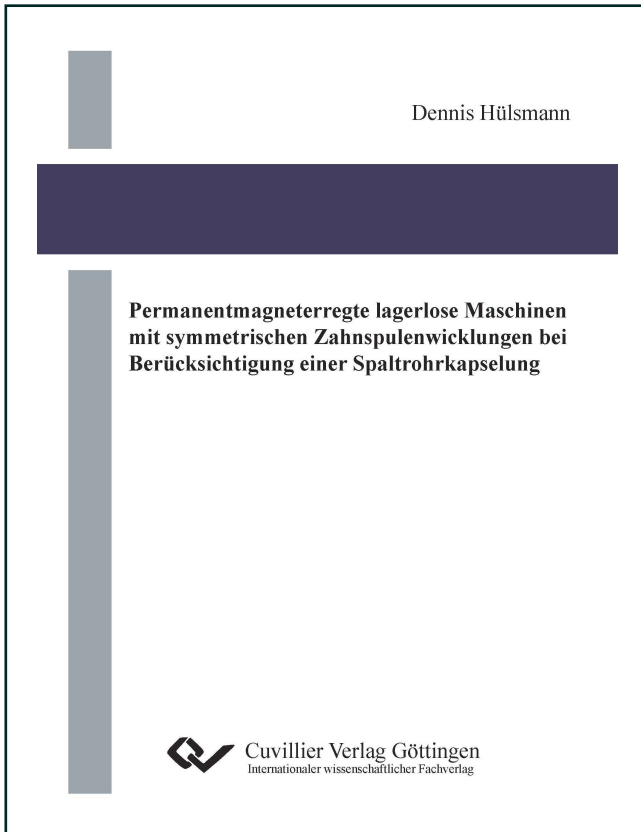




Dennis Hülsmann (Autor)

Permanentmagneterregte lagerlose Maschinen mit symmetrischen Zahnspulenwicklungen bei Berücksichtigung einer Spaltrohrkapselung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6167>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Über die Entstehung von Querkräften	11
2.1	Kräfte auf den Rotor der Maschine	13
2.2	Analyse der Querkraftgleichungen	15
2.2.1	Allgemeine Querkraftbedingungen für ein Wellenpaar	18
2.3	Geführte Querkräfte der Rotorlagerung	22
2.3.1	Reduzierte Querkraftgleichung und Modellbildung	24
3	Analytische Spaltrohr-Verlustrechnung	28
3.1	Das analytische Rechenmodell und seine Voraussetzungen	31
3.1.1	Behandlung der felderregenden Größen	32
3.1.2	Potential- und Feldgleichungen der einzelnen Bereiche	34
3.1.3	Rand- und Übergangsbedingungen zur Bestimmung der Konstanten	39
3.1.4	Konditionierung der Koeffizientenmatrix \mathbf{A}	40
3.2	Verluste im Statorspaltrohr	41
3.2.1	Effekte der endlichen Länge	42
3.3	Verluste im Rotorspaltrohr	44
3.3.1	Einfluss der Statornutung auf die Verluste	44
3.4	Vereinfachte Verlustberechnung	48
3.4.1	Verluste im Statorspaltrohr	48
3.4.2	Verluste im Rotorspaltrohr	50
3.5	Rechenbeispiel und Vergleich zur FE-Rechnung	51
3.5.1	Berechnung mit dem einfachen Verlustmodell	53
3.5.2	Vergleich zwischen den Modellen	55
3.6	Einfluss der Spaltrohrverluste auf das Maschinenmodell	57
4	Systematik der symmetrischen Strangwicklungen	59
4.1	Der resultierende Wicklungsfaktor	62
4.2	Spezialfall der Einzelzahnwicklung	63
4.2.1	Zum Tingleyschen Nutenschema	63
4.3	Mögliche Elementarmaschinen	66
4.3.1	Elementarmaschinen mit ungleichen Zonen und erhöhtem Schaltschritt	66
4.4	Erweiterung der Systematik auf m -Stränge	71
4.4.1	Anmerkungen zur Handhabung	72
4.5	Ordnungszahlen der Felderregerkurve	75
4.5.1	Diskussion der Wicklungsfaktoren	75
4.5.2	Einfluss der Strangzahl auf die Felderregerkurve	79



4.6	Bewertbarkeit der Wicklungen untereinander	81
4.6.1	Verlustbezogener Gewichtungsfaktor	81
4.6.2	Auswertung und Vergleich möglicher Maschinen untereinander	82
5	Varianten der lagerlosen PSM (PLSM)	85
5.1	Lagerlose Maschinen mit verteilter Ganzlochwicklung	87
5.2	Lagerlose Maschinen mit Zahnspulenwicklung	88
5.2.1	Separate Wicklung	91
5.2.2	Kombinierte Wicklung	92
5.2.3	Beitrag der Wicklungsunter- und -oberwellen zur Gesamtquerkraft	98
6	Experimenteller Aufbau	101
6.1	Randbedingungen für die Maschinenentwürfe	102
6.1.1	Rotorstruktur mit eingesetzten Magneten	104
6.1.2	Abschätzung der Spaltverluste aus fluider Reibung	106
6.2	Die Versuchsmaschinen im Überblick	107
6.2.1	Gegenüberstellung der Wicklungskonzepte	107
6.2.2	Ergebnisse der Entwurfsrechnungen	109
6.2.3	Struktur der Prüfstände	111
6.3	Modellbildung und Struktur der Regelung	114
6.3.1	Modell des Antriebssystems	115
6.3.2	Modell des Lagersystems	115
6.4	Messung und Vergleich der Statorspaltrohrverluste	118
6.4.1	Konzept der Spaltrohrverlustmessung	118
6.4.2	Messdaten und Vergleich zu den analytischen Modellen	118
6.4.3	Wirkungsgradmessung	120
6.5	Messung der statischen Querkräfte	121
6.5.1	Exzentrizitätskraftmessung	121
6.5.2	Geführte Querkräfte und Winkeldrehung unter Last	122
7	Zusammenfassung und Ausblick	124
A	Elementarmaschinen mit Zahnspulenwicklung	126
B	Gleichungssysteme zur Bestimmung der Konstanten	128
C	Induktivitätswerte der Versuchsmaschinen	130
	Abbildungsverzeichnis	131
	Tabellenverzeichnis	135



Symbole und Abkürzungen	136
Literaturverzeichnis	143