

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis	xi
1 Einleitung	1
2 Analytisch-numerisch-gekoppelte Berechnung von Induktionsmaschinen	9
2.1 Idee und Lösungsansätze	9
2.2 Numerische Berechnung	11
2.2.1 Stator	11
2.2.2 Rotor	13
2.2.3 Wahl der Stützstellen	14
2.3 Analytische Berechnung	15
2.3.1 Kennlinien und Interpolation	15
2.3.2 Ersatzschaltbild der Induktionsmaschine	16
2.3.3 Bestimmung der Ersatzschaltbildelemente	17
2.3.4 Berechnung der Leistungsdaten und des Drehmoments	21
2.4 Berechnungsablauf	25
3 Validierung	29
3.1 Abgleich der Hauptwellenflussdichte mit transienter FEM	29
3.2 Abgleich der magnetischen Feldenergie mit transienter FEM	30
3.3 Anpassung der numerischen Berechnungen	39
3.4 Vergleich mit Ansys Maxwell und ASYN	39
3.4.1 Randbedingungen	39
3.4.2 Ergebnisse	42
3.5 Erweiterung der Eisenverlustberechnung	46
3.5.1 Anpassungen und Erweiterungen	46
3.5.2 Ergebnisse	50
3.6 Abgleich mit Messungen	53
3.7 Ansätze für zukünftige Erweiterungen der analytisch-numerisch-gekoppelten Berechnungsmethodik	57
4 Materialeinzelkosten vs. Zyklusverbrauch	59
4.1 Randbedingungen und Anforderungen	59
4.1.1 Randbedingungen	59
4.1.2 Fahrzeug und Getriebe	62
4.1.3 Anforderungen	62
4.2 Berechnung der Materialeinzelkosten und verwendeter Fahrzyklus	64
4.3 Basisantrieb	66
4.4 Aluminiumkäfig vs. Kupferkäfig	67

4.5	Variation einzelner Parameter	72
4.5.1	Innendurchmesser des Stators $D_{i,1}$	74
4.5.2	Nutbreite im Stator $b_{N,1}$	75
4.5.3	Nutslitzbreite im Stator $b_{S,1}$	76
4.5.4	Nuthöhe im Stator $h_{N,1}$	77
4.5.5	Keilbereichshöhe im Stator $h_{K,1}$	78
4.5.6	Nutslitzhöhe im Stator $h_{S,1}$	79
4.5.7	Nutbreite am Zahnkopf im Rotor $b_{N,ZK,2}$	80
4.5.8	Nutbreite am Nutgrund im Rotor $b_{N,NG,2}$	81
4.5.9	Nuthöhe im Rotor $h_{N,2}$	82
4.5.10	Höhe der Rundung am Zahnkopf im Rotor $h_{R,ZK,2}$	83
4.5.11	Höhe der Rundung am Nutgrund im Rotor $h_{R,NG,2}$	84
4.5.12	Blechpaketlänge l	85
4.5.13	Leiterzahl je Nut z_N	86
4.5.14	Weitere Erkenntnisse	86
4.6	Zusammenhang zwischen Variationsparametern und Zielgrößen	89
4.7	Pareto-Front und Vergleich der Best-Case-Antriebsvarianten	95
5	Zusammenfassung und Ausblick	109
	Literaturverzeichnis	113