

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	xi
1 Motivation und Zielsetzung	1
1.1 Definition des Hochdrehzahlbetriebs	1
1.2 Ableitung der Forschungshypothesen	3
1.3 Stand der Technik	5
1.3.1 Charakterisierung von Maschinentopologien	5
1.3.2 Überblick von verifizierten Anwendungen	12
2 Physikalische Grenzen, Randbedingungen und Skalierung	15
2.1 Mechanik	15
2.1.1 Strukturmechanik	15
2.1.2 Strukturdynamik	25
2.1.3 Lagerung	27
2.1.4 Luftreibung	28
2.1.5 Überwindung von Reibmomenten	29
2.2 Elektromagnetik	30
2.2.1 Kupferverluste	30
2.2.2 Eisenverluste	31
2.2.3 Notwendiges Rotorvolumen	31
2.2.4 Leistungsdichte	33
2.3 Thermik	35
2.3.1 Verlustleistungsdichte	36
2.3.2 Morphologische Verlustübersicht	37
2.4 Leistungselektronik	38
2.4.1 Spannungsgrenze	38
2.4.2 Notwendige Schaltfrequenz	39
2.4.3 Spannungs- und Stromumrichter	40
2.4.4 Maximale Schaltfrequenz	40
2.5 Einsatz von Getrieben	41

Inhaltsverzeichnis

3 Entwurfsmorphologie	47
3.1 Analytische Beschreibung der erreichbaren Umfangsgeschwindigkeit	47
3.1.1 Diskussion von relevanten Rotorquerschnitten	49
3.1.2 Belastung durch Pressverbände	52
3.1.3 Einfluss der Fliehkraft	54
3.1.4 Morphologischer Vergleich von Rotortopologien	69
3.1.5 Gültigkeitsgrenzen des Modells	72
3.2 Modellierung der elektromagnetischen Randbedingungen	73
3.2.1 Einfluss der Stärke des äußeren Haltebands im Rotor .	73
3.2.2 Resultierende Abmessungen des Stators	86
3.3 Kopplung der Domänen von Elektromagnetik und Mechanik .	88
3.3.1 Maximal erreichbare Drehzahl eines Rotorquerschnitts	88
3.3.2 Resultierende Leistungsdichte	94
4 Messung und Verifikation von analytischen Modellen	97
4.1 Prüfstandsaufbau zur Vermessung der Rotoraufweitung	97
4.2 Anwendungsszenario und Maschinenentwürfe	99
4.3 Vergleich von Simulation und Messung	105
4.4 Bewertung der Forschungshypothesen	116
5 Fallbeispiel eines Traktionsantriebs	119
5.1 Beschreibung des Referenzsystems	119
5.2 Randbedingungen an Neuauslegung	120
5.3 Anwendung der Entwurfsmorphologie	122
5.4 Zielsystem und Vergleich mit Referenzsystem	125
6 Zusammenfassung und Ausblick	129
Symbolverzeichnis	133
Literaturverzeichnis	137
Eigene Veröffentlichungen	153
Betreute Abschlussarbeiten	155
Lebenslauf	157