

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	xi
1 Einleitung	1
1.1 Technischer Hintergrund	1
1.2 Stand der Technik und Abgrenzung zu vorherigen Arbeiten .	3
1.3 Zielsetzung und Gliederung	5
2 Entwicklung eines Dämpfungsmodells für elektrische Maschinen	7
2.1 Modelle zur Analyse des Schwingungsverhaltens von elastischen Strukturen	10
2.2 Hystereseamodelle	13
2.3 Werkstoffdämpfung von Bauteilen	17
2.4 Fügstellendämpfung	18
2.5 Dämpfung durch Fluide	24
2.6 Superposition der Dämpfungsanteile in einem Systemmodell .	27
2.7 Messverfahren zur Ermittlung von Dämpfungskenngrößen . .	28
3 Homogenisierungsverfahren	31
3.1 Überblick der Methoden	32
3.2 Homogenisierungsverfahren für Blechpakete	35
3.3 Homogenisierungsverfahren für Drahtwicklungssysteme	40
4 Verfahren zur Planung von experimentellen Modalanalysen	47
4.1 Überblick der Methoden	48
4.2 Verfahren zur optimalen Anregungspunktplatzierung	49
4.3 Verfahren zur optimalen Messpunktplatzierung	54
4.4 Anwendung für elektrische Maschinen	55
4.5 Fazit und Erkenntnisse	60
5 Dämpfung von Komponenten elektrischer Maschinen	61
5.1 Gehäuse	61
5.2 Blechpaket	70
5.3 Baugruppe - Gehäuse und Blechpaket	75

5.4	Baugruppe - Gehäuse, Blechpaket und Wicklung	79
5.5	Baugruppe - Lagerdeckel mit Schraubverbindungen	88
5.6	Fazit und Erkenntnisse	95
6	Dämpfung auf Systemebene	97
6.1	Berechnung der modalen Dämpfungsgrade einer elektrischen Maschine	98
6.2	Experimentelle Modalanalyse mit einem robotergestützten 3D-Laser-Doppler-Vibrometer	101
6.3	Messergebnisse	105
6.4	Modellkorrelation	113
6.5	Fazit und Erkenntnisse	119
7	Anwendung der Verfahren in einem Systemmodell zur Luft- und Körperschallanalyse	123
7.1	Systemmodell zur Luft- und Körperschallanalyse	124
7.2	Analyse der magnetischen Kraftanregungen	129
7.3	Abgleich der Berechnungsergebnisse mit Messungen	134
7.4	Fazit und Erkenntnisse	137
8	Zusammenfassung und Ausblick	141
A	Anhang	147
A.1	Homogenisierungsverfahren	147
A.2	Dämpfungsmodellierung des Gehäuses	149
A.3	Dämpfungsmodellierung eines Blechpakets	150
A.4	Dämpfungsmodellierung der Wicklung	152
A.5	Modellkorrelation für eine elektrischen Maschine	156
A.6	Modellkorrelation des Systemmodells zur Luft- und Körperschallanalyse	160
	Symbolverzeichnis	155
	Eigene Veröffentlichungen	163
	Betreute Abschlussarbeiten	165
	Lebenslauf	167