

Inhaltsverzeichnis

Vorwort / Danksagung V

Abbildungsverzeichnis XIII

Abkürzungsverzeichnis XXI

Symbolverzeichnis XXII

Kurzfassung XXV

Abstract XXVII

1 Einleitung 1

 1.1 Motivation..... 1

 1.2 Ziel der Arbeit..... 3

2 Grundlagen und Stand der Technik 7

 2.1 Elektrische Maschinen 7

 2.1.1 Asynchronmaschine 8

 2.1.2 Permanentmagneterregte Synchronmaschinen (PSM) 9

 2.1.3 Fremderregte Synchronmaschine (FSM) 10

 2.2 PSM Axialflussmaschine 10

 2.2.1 Vergleich Axial- vs. Radialflussmaschine 11

 2.2.2 AFM-Topologie 14

 2.2.3 Aufbau und Funktionsweise..... 16

 2.3 Funktionsrelevante Materialien..... 17

 2.3.1 Elektroblech 18

 2.3.2 Magnete..... 21

 2.4 Klebstoffe..... 23

 2.4.1 Klebstoffbezogene Bindungskräfte 23

 2.4.2 „Cohesive Damage“-Modell 24

2.5	Kunststoffe.....	28
2.5.1	Thermoplaste.....	29
2.5.2	Duroplaste	29
2.6	Physikalische Grundlagen.....	30
2.6.1	Berechnung der Axialkraft.....	30
2.6.2	Lineare Elastizität	31
3	Designrelevante Optimierungspotentiale in der Rotorfertigung	35
3.1	Methodisches Vorgehen.....	35
3.1.1	V-Modell.....	36
3.1.2	Nutzwertanalyse nach VDI 2225-3	37
3.2	Randbedingungen	38
3.2.1	Design Spezifikation	38
3.2.2	Betriebspunkte und wirkende Kräfte	39
3.2.3	Umwelteinflüsse.....	40
3.3	Referenzrotor mit Prozessschritten	41
3.3.1	Herstellung der Blechpakete	42
3.3.2	Fertigung und Montage der Magnete.....	43
3.3.3	Aufbau und Fertigung des Rotorträgersystems.....	44
3.3.4	Montage des Blechpaketes am Rotorträger.....	45
3.3.5	Abschließende Prozesse.....	45
3.4	Forschungsbedarf im Rahmen der Dissertation	46
4	Charakterisierung des Ringbandkernes und neue Fertigungsmethoden.....	51
4.1	Alternative Paketierungsmöglichkeiten	51
4.1.1	Paketieren des Ringbandkernes.....	52

4.1.2	Auswahl alternativer Paketierungsverfahren	53
4.1.3	Fertigung von geklebten Blechpaketen	55
4.1.3.1	Flächige Klebstoffdosierung	55
4.1.3.2	Backlack Paketierung	56
4.2	Charakterisierung des Ringbandkernes	59
4.2.1	Modellierungsansatz	59
4.2.2	Radiales E-Modul E_r	60
4.2.2.1	Versuchsaufbau	61
4.2.2.2	Versuchsdurchführung	62
4.2.2.3	Analytische Berechnung	64
4.2.2.4	Vergleich der Messung mit der Analytik	65
4.2.3	Axiales E-Modul $E_a = E_t$ und Querkontraktion ν_t	67
4.2.3.1	Versuchsaufbau	68
4.2.3.2	Versuchsdurchführung	69
4.2.3.3	Analytische Berechnung	71
4.2.3.4	Vergleich Messung und Analytik	72
4.2.4	Schubmodul G_{at}	73
4.2.4.1	Versuchsaufbau	74
4.2.4.2	Versuchsdurchführung	75
4.2.4.3	Analytische Berechnung	77
4.2.4.4	Vergleich Messung und Analytik	78
4.2.5	Schubmodul G_{ta} und Querkontraktion ν_{ta}	80

5 Entwicklung alternativer Magnetfixierungstechnologien .83

5.1	Auswahl der Magnetfixierungstechnologien	84
5.1.1	Analyse der Kräfte	84
5.1.1.1	Mechanische Kraft	85
5.1.1.2	Elektromagnetische Kraft	85

5.1.1.3	Zusammenfassende Betrachtung der Magnete	86
5.1.2	Allgemeine Anforderungen.....	88
5.1.3	Magnetfixierungstechnologien nach Stand der Technik.	89
5.1.4	Auswahl alternativer Technologien	90
5.2	Entwicklung der Versuchsvorrichtung.....	96
5.2.1	Komponenten der Prüfvorrichtung	97
5.2.2	Design der Dummy-Magnete.....	98
5.2.3	Design der Stempel	98
5.3	Bewertung der Magnetfixierungstechnologien	99
5.3.1	Elektromagnetische Voruntersuchung	99
5.3.2	Mechanische Voruntersuchung.....	101
5.3.3	Seitliches Verstemmen.....	103
5.3.4	Axiales Verstemmen.....	107
5.3.5	Axiales Klemmen.....	111
5.3.6	Kleben der Magnete	114
5.3.7	Einfluss der Bandage	118
5.4	Gegenüberstellung der Magnetfixierungstechnologien	120
6	Entwicklung alternativer Rotorträgertechnologien.....	123
6.1	Auswahl der Rotorträgertechnologien	124
6.1.1	Allgemeine Anforderungen.....	124
6.1.2	Rotorträgertechnologien.....	126
6.1.3	Auswahl alternativer Technologien	127
6.2	Bewertung der Berstdrehzahl und Durchbiegung.....	131
6.2.1	FEM-Simulation.....	131
6.2.2	Ergebnisse und Auswertung.....	133
6.2.3	Schleuderprüfstand.....	135
6.3	Kunststoffrotorträger.....	139

6.3.1	Berechnung der Konzepte	140
6.3.2	Bewertung der Adhäsion.....	141
6.3.3	Bewertung und Auswahl eines Zielkonzeptes	145
6.4	Parameteroptimierter Stahl-Rotorträger.....	146
6.4.1	Definition und Bestimmung der Qualitätsmerkmale.....	147
6.4.2	Parameter und Grenzen der Untersuchung.....	148
6.4.3	Berechnung der Konzepte	151
7	Schlussfolgerung und Ausblick	159
	Literatur.....	165
	Anhang	173