

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Elektromotoren für Elektrofahrzeuge	4
2.1	Elektromotoren	4
2.1.1	Aufbau und Wirkungsweise von Asynchronmaschinen.....	7
2.1.2	Aufbau und Wirkungsweise von Synchronmaschinen.....	8
2.2	Anforderungen des MotorBrain-Projekts an den Motor.....	9
2.3	Klauenpolrotoren	10
2.4	Soft-Magnetic-Composites	11
2.4.1	Herstellung von SMC-Bauteilen aus Somaloy Pulvern.....	12
2.4.2	Materialeigenschaften von SMC-Pressbauteilen.....	14
2.4.3	Mechanische Kennwerte von ausgewählten SMC	17
2.5	Hartferrit-Magnete.....	22
2.6	Ausgewählte Werkstoffe für die Rotorbandagierung	23
2.6.1	Nickelbasis-Legierungen	23
2.6.2	Edelstahl.....	25
2.6.3	Titan	26
2.6.4	Glasfaserverstärkter Kunststoff	26
2.6.5	Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff.....	29
3	Neuartiger Klauenpolrotor mit axialen Ringmagneten	38
3.1	Randbedingungen.....	38
3.2	Konzepte für neuartige Klauenpolrotoren.....	38
3.2.1	Klauenpolgrundkörper aus Soft-Magnetic-Composites	39
3.2.2	Numerische Analyse der vorgestellten Konzepte	42
3.2.3	Klauenpolgrundkörper aus Elektrolech mit eingesetzten SMC-Klauen...50	
3.3	Weiterentwicklung des hybriden Klauenpolrotors	53
4	Versagenskriterien für die Auslegung von dünnwandigen Faser-Kunststoff-Bandagen	55
4.1	Phänomenologische Unterscheidung der Bruchformen	55
4.2	Makromechanische Versagenskriterien.....	56
4.2.1	Maximalspannungs- und Maximaldehnungshypothesen	56
4.2.2	Interaktionskriterium nach Hill	57
4.2.3	Interaktionskriterium nach Tsai-Wu	58
4.2.4	Kritische Würdigung der makromechanischen Versagenskriterien.....	59
4.3	Mesomechanische Kriterien	62
4.3.1	Versagenskriterium nach Hashin	62
4.3.2	Versagenskriterium nach Puck	63

4.3.3	Versagenskriterium nach Langley Research Center – LaRC 05.....	66
4.3.4	Versagenskriterium nach Cuntze	67
4.3.5	Versagenskriterium nach Vogler	68
4.3.6	Kritische Würdigung der mesomechanischen Versagenskriterien	69
5	Auslegung des Rotors	71
5.1	Vorstellung des Berechnungsmodells	71
5.1.1	Versagenskriterien	72
5.1.2	Materialkennwerte	72
5.1.3	Vernetzung und Elementtypen.....	72
5.1.4	Kontakt-Definition.....	73
5.1.5	Lagerung	74
5.2	Prinzipielles Spannungs-Verformungs-Verhalten.....	74
5.2.1	Einfluss der Rotationsgeschwindigkeit auf die Verformung	74
5.2.2	Einfluss der Rotationsgeschwindigkeit auf die Spannungen.....	75
5.3	Untersuchung der Bandagendicke.....	78
5.4	Einfluss der Haftreibung	81
5.5	Einfluss der magnetischen und rotatorischen Kräfte.....	82
5.6	Einfluss der Vorspannung sowie der Rotortemperatur	84
5.7	Einfluss des Bandagenaufbaus	88
6	Fertigung und Test der Prototypen	93
6.1	Gestaltung und Fertigung	93
6.2	Zerstörungsfreie Untersuchung.....	96
6.3	Zerstörende Untersuchung	96
7	Gegenüberstellung der Berechnungs- und Testergebnisse.....	100
7.1	Randbedingungen der Simulation	100
7.2	Einfluss der Modellierung.....	100
7.3	Vergleich der Simulationsergebnisse für Testrotor 1.....	103
7.4	Vergleich der Simulationsergebnisse für Testrotor 2.....	107
7.5	Schlussfolgerungen.....	111
8	Empfehlungen	115
8.1	Materialkennwerte	115
8.2	Numerische Analyse	115
8.3	Fertigung	116
8.4	Experimentelle Untersuchungen	116
9	Zusammenfassung.....	117
10	Literaturverzeichnis	120
11	Anhang.....	128