

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis.....	I
II	Abbildungsverzeichnis	IV
III	Tabellenverzeichnis.....	VIII
IV	Abkürzungen	IX
V	Formelzeichen.....	XII
VI	Vorwort	XV
VII	Kurzfassung	XVII
VIII	Abstract.....	XVIII
1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	4
2.1	Grundlagen des Elektromagnetismus	4
2.2	Verlustarten in Elektromotoren	7
2.2.1	Hystereseverluste.....	7
2.2.2	Wirbelstromverluste	8
2.2.3	Excessverluste	9
2.3	Ringkerne aus Elektroblech	10
2.3.1	Legierungselemente.....	11
2.3.2	Korngröße.....	12
2.3.3	Formgebung der Elektroblechlamellen.....	13
2.3.4	Isolationsbeschichtung der Lamellen.....	15
2.3.5	Herstellung von Ringkernen	16
2.3.6	Schweißen von Elektroblech	17
2.4	Laserstrahlung	18
2.5	Laserstrahlerzeugung	18
2.5.1	Yb:YAG - Scheibenlaser	21
2.5.2	Yb - Faserlaser	22
2.6	Strahlführung und Strahlformung	23
2.7	Strahlqualität und Fokussierung.....	26
2.8	Laserstrahlschweißen	28
2.8.1	Prinzip des Laserstrahlschweißprozesses	28
2.8.2	Absorptionsgrad und Einkoppelgrad.....	32
2.8.3	Strahlpulsen.....	34
2.9	Laserstrahlschweißen im Vakuum (LaVa).....	35
2.10	Einflüsse von Verunreinigungen auf das Laserstrahlschweißen	38

2.11	Eigenspannungen	39
2.11.1	Entstehung von Schweißeigenspannungen	40
2.11.2	Auswirkungen von Schweißeigenspannungen auf Elektroblech	43
2.11.3	Möglichkeiten zur Reduktion von Schweißeigenspannungen	43
2.11.4	Quantifizierung von Eigenspannungen	44
3	Problemstellung und Zielsetzung.....	47
4	Versuchsaufbau und -durchführung.....	49
4.1	Werkstoff M280-30AP	49
4.1.1	Formgebung des Grundwerkstoffs.....	51
4.1.2	Zusammensetzung der Legierung und der Isolationsbeschichtung.....	52
4.1.3	Absorptionsgrad.....	53
4.1.4	Zugfestigkeit	54
4.2	Anlagen zur Versuchsdurchführung	55
4.3	Prozessparameter und Versuchsumfang.....	58
4.3.1	Arbeitsdruck	58
4.3.2	Strahlintensität / Fokuslage	58
4.3.3	Pulsenergie	59
4.4	Anforderungskriterien für die erzeugten Schweißverbindungen	59
4.5	Eingesetzte Prüfverfahren	61
4.5.1	Sichtprüfung	61
4.5.2	Makro- und Mikroschliffe.....	61
4.5.3	Härteprüfung	62
4.5.4	Elektronische Speckle-Muster-Interferometrie (ESPI) mit Bohrlochmethode ..	62
4.5.5	Hochgeschwindigkeitsaufnahmen	64
4.5.6	Messung der Ummagnetisierungsverluste	64
5	Diskussion der Versuchsergebnisse	66
5.1	Bewertung der Schweißverbindung	66
5.1.1	Mögliche Nahtfehler	66
5.1.2	Einfluss der Isolationsbeschichtung	68
5.1.3	Lokales Entfernen der Isolationsbeschichtung	74
5.1.4	Einfluss des Arbeitsdrucks	79
5.1.5	Einfluss der Strahlintensität / Fokuslage.....	88
5.2	Bewertung der Schweißeigenspannungen	94
5.2.1	Eigenspannungen im Grundwerkstoff	94
5.2.2	Einfluss des Arbeitsdrucks	95
5.2.3	Einfluss der Strahlintensität / Fokuslage.....	97

5.3	Bewertung der Ummagnetisierungsverluste	99
5.3.1	Magnetisierungskurven.....	99
5.3.2	Ummagnetisierungsverluste	101
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	103
7	Literaturverzeichnis	106
8	Anhang	121
	Anhang A.....	121
	Anhang B.....	122
	Anhang C.....	127
	Anhang D	129