

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis.....	XV
Liste der verwendeten Formelzeichen	XVII
Liste der verwendeten Abkürzungen	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	2
2 Allgemeine Verfahrensgrundlagen.....	3
2.1 Einordnung der Lasertrennverfahren	4
2.2 Übersicht über industrierelevante Laserschneidverfahren.....	4
2.2.1 Laserstrahlschmelzschniden	5
2.2.2 Laserstrahlsublimierschniden.....	5
2.2.3 Laserstrahlbrennschneiden	6
2.3 Nutzung der Remote-Technik für Laserprozesse	6
2.3.1 Systembeschreibung und Differenzierung	7
2.3.2 Einsatz der Remote-Technik bei Lasertrennprozessen	8
2.3.3 Remote-Technik beim Schmelzdruckschneiden	8
2.3.4 Ablauf des Laserstrahlabtragverfahrens.....	9
2.4 Parameterbetrachtung beim Abtragschneiden	12
2.4.1 Laserleistung	12
2.4.2 Fokusdurchmesser	12
2.4.3 Intensität.....	13
2.4.4 Schneidgeschwindigkeit.....	15
2.4.5 Einstechvorgang	15

2.4.6 Fokuslage.....	15
2.4.7 Fokussiereigenschaften	16
2.4.8 Pulsbetrieb	16
3 Lasergeführte Abtragsprozesse – Stand der Entwicklung	19
3.1 Laserstrahlabtragschneiden.....	19
3.2 Laserstrahlstrukturieren	21
3.3 Laserstrahlbohren.....	22
4 Konkretisierung der Aufgabenstellung.....	25
4.1 Dynamik des Prozesses Laserabtragschneiden	25
4.2 Theorien zur Gratentstehung.....	25
4.2.1 Gratentstehung durch Schmelzspritzer	25
4.2.2 Gratentstehung durch Einflüsse des Laserfokus	26
4.2.3 Gratentstehung durch die Werkstückdicke	27
5 Versuchsdurchführung.....	29
5.1 Technische Ausstattung	29
5.1.1 Laser und-anlage	29
5.1.2 Scanneroptik.....	30
5.1.3 High-Power Strahlvermessungsgerät	31
5.1.4 Infrarotthermografie	36
5.2 Kriterien zur Beurteilung des entstehenden Grates	36
6 Experimentelle Untersuchungen	39
6.1 Grundlagenuntersuchungen zur Schneidbarkeit	39
6.1.1 Schneidbarkeit von verzinkten Karosseriewerkstoffen.....	39
6.1.2 Untersuchung des Einflusses von Zinküberzügen	44
6.1.3 Untersuchung von Elektroblechen	44
6.2 Parameteruntersuchungen zum Grataufwurf	47
6.2.1 Einfluss der Überfahrgeschwindigkeit.....	47

6.2.2 Einfluss der Intensität bei gleichen Fokusdurchmessern	49
6.2.3 Einfluss der Blechdicke.....	52
6.2.4 Einfluss der Fokuslage auf den Grataufwurf bei Elektroblechen ..	54
6.2.5 Diskussion der Ergebnisse	56
6.3 Gratentstehung durch Fokusverschiebungen	57
6.3.1 Einfluss der Scannerspiegel	58
6.3.2 Einfluss der Schutzgläser	62
6.3.3 Einfluss des Kollimators auf Fokusverschiebungen	68
6.3.4 Einfluss der Objektive auf Fokusverschiebungen.....	72
6.3.5 Diskussion der Ergebnisse	79
6.3.6 Simulative Berechnung durch Fokusshift entstehender Verluste	81
6.4 Simulative Berechnungen zur Steigerung der Prozesseffektivität.....	87
6.5 Untersuchungen zur Gratvermeidung und -entfernung	91
6.6 Wirtschaftliche Betrachtung des Abtragschneidverfahrens.....	93
6.6.1 Taktzeitermittlung definierter Geometrien beim Abtragschneiden	93
6.6.2 Vergleichende Betrachtung mit Hilfe des Schmelzdruckschneidens RFC	94
7 Zusammenfassung.....	99
Literaturverzeichnis.....	103