

Inhaltsverzeichnis

Ehrenerklärung ..... I

Inhaltsverzeichnis..... I

Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen..... III

1    **Einleitung** ..... 1

2    **Stand der Forschung und Entwicklung**..... 3

    2.1   Das Widerstandsschweißen – Grundlagen und Anlagentechnik ..... 3

    2.2   Einflussfaktoren beim Widerstandsschweißen ..... 9

        2.2.1   Wirkung von Schweißstrom und -zeit ..... 9

        2.2.2   Wirkung der Elektrodenkraft ..... 10

        2.2.3   Elektrodenkraftprofile ..... 14

    2.3   Prozess der Schweißlinienentstehung ..... 17

    2.4   Prozessstörgrößen beim Widerstandsschweißen ..... 19

    2.5   Theorien der Spritzerentstehung ..... 23

    2.6   Prozessüberwachung und -regelung ..... 26

        2.6.1   Prozessgrößen zur Überwachung und Regelung ..... 26

        2.6.2   Prozessregelungen unter Nutzung der Elektrodenbewegung ..... 31

    2.7   Schweißbeignung pressgehärteter Stähle ..... 33

        2.7.1   Grundwerkstoff 22MnB5 und seine Verarbeitung ..... 33

        2.7.2   Beschichtungskonzepte ..... 34

        2.7.3   Schweißbeignung des feueraluminierten 22MnB5 ..... 36

    2.8   Zusammenfassung des Kenntnisstandes ..... 39

3    **Zielstellung und Strukturierung der Arbeit** ..... 40

4    **Versuchsaufbau und methodisches Vorgehen** ..... 42

    4.1   Charakterisierung des Versuchsmaterials ..... 42

    4.2   Presshärten ..... 42

    4.3   Anlagentechnik zum Widerstandsschweißen ..... 44

    4.4   Messung der Elektrodenbewegung ..... 45

    4.5   Analyse des Schweißspritzerauftretens ..... 49

    4.6   Bestimmung des Übergangswiderstandes ..... 49

    4.7   Methode zur Bestimmung des Spannungsabfalls pro Teilebene ..... 50

    4.8   Analyse der Kontaktflächen ..... 51

    4.9   Schweißbereichsermittlung ..... 51

5    **Versuchsdurchführung** ..... 54

    5.1   Versuchsbedingungen, -materialen und -parameter ..... 54

    5.2   Prozessdatenerfassung und Auswertung ..... 55

    5.3   Prozessstörgrößen ..... 55

<b>6</b>	<b>Analysen zum Einfluss des Presshärteprozesses und der Elektrodenkraft auf die Prozessstabilität .....</b>	<b>59</b>
6.1	Einfluss des Presshärteprozesses auf die Prozessstabilität .....	59
6.2	Analyse der Schichtausprägung .....	61
6.3	Identifikation von Prozesskenngrößen zur Prozessdatenanalyse .....	63
6.3.1	Beschreibung des Linsenwachstums anhand der Prozessgrößen .....	63
6.3.2	Analyse der Prozessdaten anhand von Prozesskennwerten .....	66
6.4	Einfluss der Elektrodenkraft auf die Prozessstabilität und die Qualitätsgrenzen .....	74
6.5	Analyse der Kontaktflächenverhältnisse .....	77
6.6	Prozessdatenanalyse bei konstanten Kraftniveaus .....	79
<b>7</b>	<b>Entwicklung eines Kraftprofils zur Spritzervermeidung .....</b>	<b>83</b>
7.1	Einfluss einer Kraftänderung auf das Spritzerauftreten .....	83
7.2	Theoretische Betrachtungen zur Entwicklung eines Kraftprofils und Ableitung einer Prozessführung mit angepasstem Elektrodenkraftverlauf .....	87
7.3	Auswirkung des Elektrodenkraftniveaus auf die Lage und Größe der Qualitätsgrenzen des Schweißbereiches .....	89
7.4	Prozessdatenanalyse der Schweißungen mit Kraftprofil .....	90
7.5	Beschreibung der Linsenentwicklung mit Kraftprofil .....	92
<b>8</b>	<b>Prozessfähigkeit des Kraftprofils unter Störgrößeneinfluss .....</b>	<b>95</b>
8.1	Axialer Elektrodenversatz .....	95
8.2	Schlechte Passung / Spalt .....	101
8.3	Klebstoff in der Fügeebene .....	105
8.4	Schweißen mit hoher Punktfolge .....	108
8.5	Zusammenfassung der Störgrößenanalyse .....	110
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>111</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>115</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>131</b>
	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>137</b>
	<b>Veröffentlichung über Teilgebiete der Dissertation .....</b>	<b>138</b>
	<b>Betreute studentische Arbeiten .....</b>	<b>139</b>