

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen.....	III
1 Einführung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Multi-Material-Design	3
2.2 Fügen im automobilen Mischbau	5
2.2.1 Einordnung in die Fertigungsverfahren.....	5
2.2.2 Kleben im Karosseriebau.....	6
2.2.3 Thermisch-mechanische Fügeverfahren	7
2.2.4 Hybridfügen im Karosseriebau	12
2.3 Einstufiges Widerstandselementschweißen	13
3 Aufgabenstellung.....	17
4 Versuchswerkstoffe und -einrichtungen.....	19
4.1 Fügepartiebestandteile	19
4.1.1 Borlegierter Vergütungsstahl 22MnB5+AS150	20
4.1.2 Aluminiumlegierung EN AW 6016 T4	21
4.2 Elementwerkstoff Einsatzstahl C15E	21
4.3 Klebstoff Betamate™ 1480V203G	22
4.4 Anlagentechnik und Versuchsaufbau	23
4.4.1 Anlagentechnik.....	23
4.4.2 Messung der schweißspezifischen Prozessgrößen.....	24
4.4.3 Thermographisches Halbschnittmodell.....	25
4.5 Prüfverfahren und Probengeometrien	26
4.5.1 Schweißbereichsermittlung.....	26
4.5.2 Probengeometrie für Schweiß- und Prozessuntersuchungen.....	28
4.5.3 Rasterelektronenmikroskopie und Elektronenstrahlmikroanalyse	29
4.5.4 Quasistatische Scher- und Kopfbiegeprüfung	29
4.5.5 Prüfung unter schwingender Belastung	31
4.5.6 Mehrelementproben	31
5 Voruntersuchungen zur Elementgeometrie	33
5.1 Definition der elementgeometrie-basierten Randbedingungen	33
5.2 Untersuchung der Geometriemerkmale	34
5.2.1 Eintauchplateau.....	35
5.2.2 Fasenhöhe.....	42
6 Optimierung der Elementgeometrie mittels statistischer Versuchsplanung	47

6.1	Zielwertoptimierung.....	50
6.2	Validierung der optimierten Elemente in Schweißversuchen	56
7	Prozesstechnische Einflussgrößen auf den Schweißprozess.....	61
7.1	Warmeinprägephase.....	61
7.2	Ausschweißimpuls	81
7.3	Anforderungen an das Elementzuführsystem	88
7.4	Analyse des Störgrößeneinflusses.....	91
7.5	Reihenschweißungen zur Ermittlung des Punkt- und Linsendurchmessers.....	95
8	Tragfähigkeitsuntersuchungen	97
8.1	Quasistatischer Festigkeitsnachweis	97
8.2	Festigkeitsnachweis unter zyklischer Belastung	100
9	Konzepttauglichkeitsnachweis am seriennahen Bauteil	103
10	Hinweise für die Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung von einstufigen WES-Verbindungen.....	107
11	Zusammenfassung.....	111
12	Literaturverzeichnis	115