

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	x
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Werkstoffe im modernen Karosserierohbau	3
2.2 Mechanische Fügeverfahren für höchstfeste Stähle in Mischbauweise	6
2.3 Schneidclinchen	9
2.4 Klebtechnisches Fügen	15
2.5 Hybridfügen	16
2.6 Zusammenfassung	18
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	19
4 Versuchswerkstoffe, -einrichtungen und -methoden	21
4.1 Versuchswerkstoffe	21
4.1.1 Presshärtbare Stähle	21
4.1.2 Komplexphasenstähle (CP)	21
4.1.3 Dualphasenstähle (DP)	22
4.1.4 TRIP-Stähle (TRIP)	22
4.1.5 Mikrolegierte Stähle (LA)	22
4.1.6 IF-Stähle (IF)	23
4.1.7 Aluminiumlegierung EN AW-5182	23
4.1.8 Klebstoffsysteme	24
4.2 Versuchseinrichtungen	25
4.2.1 Anlagentechnik zur Verbindungsherstellung	25
4.2.2 Mikrohärtemessung	25
4.2.3 Anlagentechnik zur quasistatischen Kennwertermittlung	26
4.2.4 Anlagentechnik zur Bestimmung der lokalen Probenverformung	27
4.3 Versuchsmethoden	27
4.3.1 Probenvorbereitung und Klebstoffapplikation	28
4.3.2 Mechanischer Fügeprozess	28
4.3.3 Quasistatische Kennwertermittlung	29
4.3.4 Metallografische Untersuchung der Fügepunktausbildung	29
4.3.5 Analyse der Klebstoffausbreitung	30
4.3.6 Statistische Versuchsmethoden	32

5	Entwicklung eines serientauglichen Schneidclinchwerkzeugs	33
5.1	Darstellung des Werkzeugträgers <i>SCL-01</i>	33
5.1.1	System Niederhalter	33
5.1.2	System Außenstempel	34
5.1.3	System Innenstempel	34
5.1.4	Zusammenfassung Gesamtsystem	35
5.2	Zugänglichkeitsanalyse mit dem bisherigen Werkzeugträger <i>SCL-01</i> . .	35
5.3	Darstellung der neuen Werkzeuggeneration <i>SCL-02</i>	37
5.3.1	System Niederhalter	37
5.3.2	System Außenstempel	38
5.3.3	System Innenstempel	38
5.4	Zugänglichkeitsanalyse mit dem Werkzeugträger <i>SCL-02</i>	39
5.5	Festigkeitsnachweis des neuen Werkzeugträgers <i>SCL-02</i>	39
5.5.1	Die indirekten Bauteile	40
5.5.2	Die direkten Bauteile	41
6	Untersuchung der Verfahrensgrenzen	43
6.1	Variation der matrizenseitigen Stahlgüte	43
6.1.1	Prozesskräfte und geometrische Kenngrößen im matrizenseitigen Füge- teil	43
6.1.2	Verbindungsbildung und Tragverhalten	46
6.2	Erweiterung für duktilere matrizenseitige Stahlwerkstoffe	52
6.2.1	Prozesskräfte beim Schneidclinchen mit angepasstem matrizenseitigem Werkzeug	53
6.2.2	Geometrische Kenngrößen beim Schneidclinchen mit angepasstem matrizenseitigem Werkzeug	54
6.2.3	Tragverhalten von Schneidclinchverbindungen mit angepasstem matrizenseitigem Werkzeug	57
7	Schneidclinchkleben von Mischverbindungen	59
7.1	Auswirkungen durch den Einsatz von Klebstoffen beim Fügevorgang . .	59
7.1.1	Prozesskräfte beim elementaren und hybriden Schneidclinchen .	59
7.1.2	Verbindungsbildung beim elementaren und hybriden Schneidclinchen	60
7.1.3	Quasistatische Verbindungsfestigkeiten beim elementaren und hybriden Schneidclinchen	64
7.1.4	Lokale Verformung beim elementaren und hybriden Schneidclinchen	66
7.2	Optimierungsmaßnahmen	68
7.2.1	Optimierung der Punktbildung	68
7.2.2	Optimierung der lokalen Probenverformung	69

7.3	Schneidclinchkleben mit glattem und profiliertem Außenstempel	69
7.3.1	Prozesskräfte beim hybriden Schneidclinchen mit glattem und profiliertem Außenstempel	70
7.3.2	Verbindungsbildung beim hybriden Schneidclinchen mit glattem und profiliertem Außenstempel	71
7.3.3	Quasistatische Verbindungsfestigkeit beim Schneidclinchen mit glattem und profiliertem Außenstempel	75
7.4	Variation der Fügekraft bei profilierter und glatter Außenstempelkontur .	76
7.4.1	Prozesskräfte und Verbindungsbildung bei unterschiedlichen Fügekräften	76
7.4.2	Quasistatische Verbindungsfestigkeit bei unterschiedlichen Fügekräften	79
7.5	Einfluss der Klebstoffviskosität und -menge	82
7.5.1	Prozesskräfte und Verbindungsbildung bei Variation der Klebstoffviskosität und Fügespaltdicke	82
7.5.2	Quasistatische Verbindungsfestigkeiten bei Variation der Klebstoffviskosität und Fügespaltdicke	87
7.5.3	Prozesskräfte und Verbindungsbildung bei Variation der Klebstoffviskosität und Fügespaltdicke	88
7.5.4	Quasistatische Verbindungsfestigkeiten bei Variation der Klebstoffviskosität und Fügespaltdicke	90
7.6	Einfluss der Niederhalterausführung auf die Probenverformung	92
7.6.1	Lokale Verformung bei unterschiedlichen Niederhaltergeometrien	92
7.6.2	Effektive Klebfläche bei unterschiedlichen Niederhaltergeometrien	93
7.7	Tragverhalten unter quasistatischer Belastung	98
8	Zusammenfassung	100
	Literaturverzeichnis	102