

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	14
2	Stand der Technik.....	17
2.1	Fügeverfahren .....	17
2.1.1	Mechanische Fügeverfahren.....	17
2.1.2	Thermische Fügeverfahren .....	26
2.1.3	Hybride Fügeverfahren .....	29
2.2	Fügeanlage .....	29
3	Zieldefinition und Aufgabenstellung .....	33
4	Prüfmethoden .....	37
4.1	Metallografische Untersuchungen .....	37
4.2	Festigkeitsuntersuchungen (Anhang 1).....	37
4.2.1	Quasistatische Zuguntersuchungen.....	38
4.2.2	Zyklische Zuguntersuchungen .....	39
4.2.3	Crashtest am Fallprüfstand (Anhang 5).....	42
5	Festigkeitsuntersuchungen.....	46
5.1	Festigkeitsuntersuchung ohne Klebstoff .....	46
5.1.1	Quasistatische Verbindungsfestigkeit .....	46
5.1.2	Zyklische Untersuchungen ohne Klebstoff (Anhang 4).....	60
5.1.3	Crash-Tests (Anhang 5) .....	72
5.2	Festigkeitsuntersuchung mit Klebstoff .....	84

5.2.1	Quasistatische Verbindungsfestigkeit .....	85
5.2.2	Zyklische Verbindungsfestigkeit.....	90
5.2.3	Crash-Tests.....	95
6	Versuchsauswertung.....	100
6.1	Versuchsauswertung ohne Klebstoff .....	100
6.1.1	Quasistatische Verbindungsfestigkeit .....	100
6.1.2	Zyklische Verbindungsfestigkeit.....	101
6.1.3	Crash – Tests.....	103
6.2	Versuchsauswertung mit Klebstoff .....	104
6.2.1	Quasistatische Verbindungsfestigkeit .....	104
6.2.2	Zyklische Verbindungsfestigkeit.....	105
6.2.3	Crash – Tests.....	106
6.3	Zusammenfassung Versuchsauswertung.....	108
7	Weiterentwicklung beim Niet-Clinchen .....	114
7.1	Entwicklungsschritte des Fraunhofer Institut.....	115
7.2	Variantenentwicklung des Zielverfahrens Nietclinchen.....	116
7.2.1	Versuche mit Amboss und Amboss mit Außenring .....	117
7.2.2	Untersuchungen mit Matrizen aus dem Stanznieten.....	118
7.2.3	Untersuchungen mit dem Strukturklebstoff Betamate 1480...	120
7.2.4	Untersuchungen verschiedener Werkstoffpaarungen.....	121
7.2.5	Festigkeitsvergleich Stanznieten/Nietclinchen (Anhang 12).....	122

8	Prozessschwankungen beim Nietclinchen .....	125
8.1	Methodik und statistische Grundlagen .....	125
8.1.1	Zielgrößen und Faktoren .....	125
8.1.2	Wechselwirkungen .....	126
8.1.3	Versuchsplan und Matrixexperimente .....	127
8.1.4	Vollständige faktorielle Versuchspläne .....	127
8.1.5	Fraktionelle faktorielle Versuchspläne .....	128
8.1.6	Versuchspläne nach G.Taguchi.....	130
8.1.7	Statistische Auswertung.....	132
8.2	Untersuchungen mittels statistischer Versuchsplanung ..	137
8.2.1	Umsetzung der Versuchspläne .....	137
8.2.2	Auswertung der Versuchspläne .....	144
8.2.3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	150
8.3	FE-Simulation.....	157
8.3.1	Anpassung der Simulation .....	157
8.3.2	Einfluss der Niethärte .....	162
8.3.3	Sensitivitätsanalyse (Anhang 14) .....	164
9	Zusammenfassung.....	169
	Literaturverzeichnis.....	171