

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	iv
1. Einleitung	1
2. Stand der Technik	3
2.1 Leichtbauwerkstoffe in der Karosseriefertigung	3
2.2 Fügeverfahren für Mischbauweisen mit höherfesten Stahlwerkstoffen	4
2.2.1 Klebtechnisches Fügen	7
2.2.2 Mechanisches Fügen mittels Vollstanzniet	9
2.2.3 Hybridfügen	17
3. Problemstellung und Zielsetzung	19
4. Versuchsrandbedingungen	21
4.1 Verwendete Fügeteilwerkstoffe	21
4.2 Verwendetes Klebstoffsystem	21
4.3 Prüfkörper	23
4.3.1 Bemusterungsprobe	23
4.3.2 Dreilagige Einpunktscherzugprobe	24
4.3.3 Dreilagige Mehrpunktprobe	24
4.4 Klebstoffapplikation	25
4.5 Fügen mittels Vollstanznieten	26
4.5.1 Verwendete Vollstanznietelemente	26
4.5.2 Verwendete Anlagentechnik	27
4.6 Prüfeinrichtungen und Prüfverfahren	28
4.6.1 Messung der Probendeformation	28
4.6.2 Quasistatische Zugprüfung	31
4.6.3 Dynamisch schlagartige Zugprüfung	32
4.6.4 Dynamisch zyklische Prüfung	32

5. Analyse des elementaren Vollstanznietprozesses	34
5.1 Vorgehensweise	34
5.2 Einfluss der Fügeiteilanordnung auf die Verbindungsbildung	36
5.3 Untersuchung von Materialeinzügen und Stanzbutzenresten im Verbindungsbereich	38
5.4 Optimierung der Verbindungsbildung mittels modifizierter Matrizengeometrie	49
5.5 Bewertung der Fügeiteildeformation	50
5.6 Optimierungsansätze zur Reduzierung der Materialdeformation	52
6. Untersuchungen zum Vollstanznietkleben	54
6.1 Einfluss des Klebstoffs auf die Verbindungsbildung der Vollstanznietverbindung	55
6.2 Einfluss des Klebstoffs auf die Fügeiteildeformation	56
6.2.1 Untersuchung der Fügeflanschdeformation über die Überlappungslänge	57
6.2.2 Einfluss der Fügewerkzeuge anhand elementar- und hybridgefügter Vollstanznietverbindungen	58
6.2.3 Einfluss der Klebstoffmenge auf die Materialdeformation	61
6.3 Untersuchung des Tragverhaltens der Verbindungen	63
6.3.1 Einfluss der Lastführung auf das Tragverhalten der Verbindungen	63
6.3.2 Tragverhalten unter quasistatischer Scherzuglast	64
7. Verfahrensoptimierung des Vollstanznietklebprozesses	70
7.1 Ermittlung des Optimierungspotentials	70
7.2 Entwicklung eines modifizierten Werkzeugkonzeptes	70
7.3 Bewertung der modifizierten Werkzeuge an elementar gefügten Vollstanznietverbindungen	72
7.4 Einfluss von Klebstoff auf die Fügeiteildeformation und die Verbindungsfestigkeit	74
7.5 Quervergleich zum Vollstanznietkleben mit mehrteiligem Matrizenkonzept	84
7.6 Untersuchung des Einsatzbereichs des optimierten Werkzeugsatzes	87
8. Ermittlung des Tragverhaltens unter dynamischer Belastung	92

8.1	Tragfähigkeit bei schlagartiger Lasteinleitung	92
8.2	Tragfähigkeit bei schwingender Lasteinleitung	96
9.	Handlungsempfehlungen zum Vollstanznietkleben dreilagiger Verbindungen mit warmgeformten Stählen	100
10.	Zusammenfassung	106
11.	Literaturverzeichnis	109