

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	IV
1 Einleitung	1
2 Stand der Erkenntnisse.....	3
2.1 Schraubverbindungen bei Dünublechen	3
2.1.1 Gewindeverbindungen mit Muttern	4
2.1.2 Funktionselemente für Gewindeverbindungen.....	5
2.1.3 Direktverschrauben	5
2.1.3.1 Blechschrauben.....	6
2.1.3.2 Bohrschrauben	7
2.1.3.3 Dünublechschrauben	8
2.1.3.4 Direktverschrauben mit vorgeformten Geometrien.....	8
2.1.3.5 Fließformschrauben mit Vorlochen.....	12
2.1.4 Auslegung von Schraubverbindungen für Dünubleche	18
2.2 Nietverfahren	19
2.2.1 Stanznieten mit Halbhohlniet	19
2.2.2 Blindnieten	21
2.3 Kleben.....	22
2.4 Hybridfügen.....	24
3 Aufgabenstellung	28
4 Versuchswerkstoffe und Hilfsfügeteile.....	30
4.1 Fügeteilwerkstoffe und -beschichtungen.....	31
4.1.1 Aluminiumwerkstoffe	31
4.1.2 Stahlwerkstoffe	32
4.1.3 Faserverstärkter Kunststoff-Verbund	32
4.1.4 Magnesiumlegierung.....	33
4.1.5 Kathodische Tauchlackierung	33
4.1.6 Alodine 2040	33
4.2 Hilfsfügeteile	34
4.2.1 Fließformschrauben	34
4.2.2 Klebstoffe	36

5	Versuchseinrichtungen und Prüfverfahren	37
5.1	Schraubprüfstand zur Herstellung von Schraubverbindungen	38
5.2	Quasistatischer Scher- und Schälzugversuch	40
5.3	Einstufendauerschwingversuch	43
5.4	Schnellzerreiversuch	44
5.5	Temperaturmessung mittels Thermokamera	45
5.6	Korrosions- und Alterungstests	45
6	Fertigung von Flieformverschraubungen	46
6.1	Ermittlung des Drehmomentverlaufes	47
6.2	Analyse der Prozessstufen	52
7	Weiterentwicklung des Fließformschraubens	55
7.1	Optimierung der Schraubengeometrie	59
7.2	Optimierung der Prozessparameter	63
7.3	Temperaturverhalten beim Fließformschrauben ohne Vorlochen	77
7.4	Minimierung der Bauteilverformung	81
8	Festigkeits- und Korrosionsverhalten optimierter Flieformschraubverbindungen	82
8.1	Kraft-Verformungs-Verhalten unter quasistatischer Scher- und Schälzugbelastung	82
8.1.1	Ungealterte Aluminium-Schraubverbindungen	82
8.1.2	Korrosionsbelastete Aluminium-Schraubverbindungen	93
8.1.3	Korrosionsbelastete Aluminium-Stahl-Schraubverbindungen	96
8.1.4	Vergleich mit Nietverbindungen	98
8.2	Einfluss unterschiedlicher Schraubparameter auf das Kraft-Verformungs-Verhalten unter quasistatischer Zug-Belastung	102
8.2.1	Verwendung unterschiedlicher Schraubengrößen	103
8.2.2	Variierende Anziehdrehmomente	105
8.3	Schwingfestigkeitsverhalten flieformgeschraubter Verbindungen	109
8.3.1	Ungealtete Aluminium-Schraubverbindungen	109
8.3.2	Vergleich mit Nietverbindungen	114
8.3.3	Energieaufnahmevermögen unter schlagartiger Belastung	115

9	Fließformschrauben ohne Vorlochen in Kombination mit dem Kleben.....	120
9.1	Klebspalteinstellung mittels Fließformschrauben ohne Vorlochen	120
9.2	Einfluss des unausgehärteten Klebstoffes auf die Handlingfestigkeit	126
10	Einsatz des Fließformschraubens in der Fahrzeugstruktur	128
11	Hinweise für die Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung von Fließformverschraubungen	133
11.1	Hinweise für die Konstruktion.....	133
11.2	Hinweise für die Fertigung	134
11.3	Hinweise für die Qualitätssicherung.....	135
12	Zusammenfassung	137
13	Literaturverzeichnis.....	140
14	Tabellenverzeichnis.....	146
15	Abbildungsverzeichnis	147