

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	19
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	20
1 Einleitung	23
2 Stand der Technik	25
2.1 Funktionselemente	25
2.2 Blindnietmuttern	26
2.2.1 Verfahrensablauf des umformtechnischen Fügens	27
2.2.2 Ausführungsformen von Blindnietmuttern	27
2.2.3 Prozessüberwachung	29
2.3 Fließlochformen	30
2.3.1 Werkzeugbeschreibung	30
2.3.2 Prozessgrößenverläufe	31
2.3.3 Kenngrößen und Qualitätsmerkmale eines Durchzuges	33
2.4 Lösungsansätze zur kombinierten Prozessführung	34
3 Versuchsrandbedingungen	36
3.1 Versuchswerkstoffe	36
3.2 Blindnietmutternsysteme	37
3.3 Probengeometrien	37
3.3.1 Bemusterung und Verbindungscharakterisierung	37
3.3.2 Scherzugprüfung	38
3.3.3 Werkstoffcharakterisierung	38
3.4 Anlagen- und Werkzeugtechnik	39
3.4.1 Blindnietmutternsetzgeräte	39
3.4.2 Fließlochformanlage	40
3.5 Prüfverfahren und Prüfeinrichtung	41
3.5.1 Tragfähigkeitsuntersuchungen	41
3.5.2 Dichtheitsprüfung	43
3.5.3 Elektrische Verbindungseigenschaftsbestimmung	44
4 Charakterisierung der Referenzverbindungen	45
4.1 Bemusterung	45
4.2 Tragfähigkeitsuntersuchungen	48
4.2.1 Auszugswiderstandsprüfung	48
4.2.2 Durchzugswiderstandsprüfung	51
4.2.3 Verdrehfestigkeitsprüfung	53

4.2.4	Quasistatische Scherzugprüfung	54
5	Konzeptionierung vorlochfreier Blindnietmuttersysteme	57
5.1	Qualitätsrelevante Bewertungsgrößen	57
5.2	Fließlochformerspitzengeometrien	58
5.2.1	Fließlochformergeometrie Konisch	59
5.2.2	Fließlochformergeometrie Konkav	61
5.2.3	Fließlochformergeometrie Konkav 2	62
5.2.4	Fließlochformergeometrie Konvex	63
5.2.5	Gegenüberstellung der prozessualen und geometrischen Ausgangsgrößen	64
5.3	Auslegung der Unterkopfringnut der fließlochformenden Blindnietmutter	67
5.4	Konzepterstellung fließlochformender BNM-Systeme	68
5.4.1	Offenes fließlochformendes BNM-System	68
5.4.2	Geschlossenes fließlochformendes BNM-System	70
6	Konzeptumsetzung	72
6.1	Voruntersuchung zum umformtechnischen Fügen einer konventionellen BNM in einem Durchzug	72
6.2	Allgemeine Randbedingungen für die numerische Simulation	74
6.3	Numerische Simulation des umformtechnischen Fügens einer konventionellen BNM	74
6.3.1	Bestimmung der Umformgeschwindigkeit	75
6.3.2	Ermittlung der Fließkurven	76
6.3.3	Validierung der Umformsimulation der konventionellen BNM3	80
6.4	Numerische Simulation des umformtechnischen Fügens einer FLF BNM	82
6.4.1	Einfluss der Durchzugsgeometrie	86
6.4.2	Einfluss der Schaftdicke	88
6.4.3	Einfluss der Schaftlänge	89
6.4.4	Integration einer Fase in die Umformzone der BNM	90
6.4.5	BNM-Geometrie für das umformtechnische Fügen in einem Durchzug	92
6.4.6	Einfluss des BNM-Werkstoffes	94
6.5	Erweiterte Betrachtung des FLF-Prozesses	95
6.5.1	Einfluss des FLF-Werkzeugwerkstoffes	95
6.5.2	Einfluss der Probendicke	99
6.5.3	Einfluss des Probenwerkstoffes	100
6.5.4	Einfluss der Oberflächenbeschichtung	101
6.5.5	Einfluss der Probensteifigkeit	105
7	Verbindungsherstellung mit fließlochformenden Blindnietmuttersystemen	108
7.1	Umformtechnisches Fügen der FLF BNM MOD I	110
7.2	Umformtechnisches Fügen der FLF BNM MOD II	112

7.3	Umformtechnisches Fügen der FLF BNM MOD III	114
7.4	Prozessüberwachung des umformtechnischen Fügens einer FLF BNM	116
7.5	Bewertung der Elementherstellung mittels Kaltenschlagen	117
8	Charakterisierung und Vergleich mit den Referenzverbindungen	119
8.1	Auszugswiderstandsprüfung	119
8.2	Durchzugswiderstandsprüfung	121
8.3	Quasistatische Scherzugsprüfung	122
8.4	Verdrehfestigkeitsprüfung	124
8.5	Elektrische Verbindungswiderstandsprüfung	125
8.6	Dichtheitsprüfung	126
9	Ergebnisse und Ausblick	127
9.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	129
10	Literatur	131