

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	12
Abbildungsverzeichnis	15
Tabellenverzeichnis	22
1 Einleitung und Problemstellung	23
1.1 Zielsetzung und Vorgehensweise	24
1.1.1 AS 1: Projektdetailplanung und Werkstoffcharakterisierung	25
1.1.2 AS 2: Experimentelle Fügeuntersuchungen	25
1.1.3 AS 3: Messtechnische Anlagenanalyse	26
1.1.4 AS 4: Aufbau und Validierung der Simulations- und Ersatzmodelle	26
1.1.5 AS 5: Metamodellierung und Entwicklung eines Übertragungsalgorithmus	26
2 Stand der Technik	28
2.1 Halbhohlstanznieten	28
2.2 Clinchen	29
2.3 Anlagentechnik beim mechanischen Fügen	31
2.4 Einflussgrößen auf die Fügepunktbildung	34
2.4.1 Einfluss werkzeug-, werkstück- und ggf. nietseitiger Fertigungs- und Prozessparametereinflüsse beim Halbhohlstanznieten und Clinchen	34
2.4.2 Einfluss anlagenseitiger Fertigungs- und Prozessparametereinflüsse beim Halbhohlstanznieten und Clinchen	35
3 Technologische Vorbetrachtungen	38
3.1 Werkstoffe	38
3.1.1 EN AW-5182	38
3.1.2 HC260LAD	38
3.1.3 HC420LA	39
3.2 Fügeanlagen	39
3.2.1 Referenzfügeanlage Promess 70 mit 4-Säulenführungsgestell	40
3.2.2 Atlas Copco/Henrob Gun	41
3.2.3 Eckold MFG-005	42
3.2.4 Eckold DFG500/150	43
3.2.5 Böllhoff RIVSET®Gen2	44
3.2.6 Böllhoff RIVSET®Portable	44
3.2.7 Tucker ERT80	45
3.3 Prüf- und Analysemethoden	46
3.3.1 Fügepunktanalyse	46

3.3.2	Prüfung des Tragverhaltens der Verbindungen	48
3.3.3	Analyse der Anlagenverformung im Fügeprozess	50
3.3.4	Analyse des Werkzeuggeschwindigkeitsprofils im Fügeprozess	51
3.3.5	Ermittlung dehnraten- und temperaturabhängiger Fließkurven.....	52
3.4	Aufbau der Simulationsmodelle	53
3.5	Aufbau der 3D-Simulationsmodelle mit Abbildung der elastischen Anlagenverformung	54
3.6	Statistische Versuchsplanung/Numerische Sensitivitätsanalysen.....	55
4	Experimentelle Prozessanalyse	57
4.1	Bemusterung.....	57
4.2	Auswertung der experimentellen Prozessanalyse	62
4.2.1	Clinchen: EN AW-5182 in EN AW-5182 mit radial öffnender Matrize	62
4.2.2	Clinchen: EN AW-5182 in EN AW-5182 mit starrer Matrize.....	65
4.2.3	Clinchen: HC260LAD in HC260LAD mit radial öffnender Matrize.....	67
4.2.4	Clinchen: HC260LAD in HC260LAD mit starrer Matrize	69
4.2.5	Clinchen: HC420LA in EN AW-5182 mit radial öffnender Matrize	71
4.2.6	Clinchen: HC420LA in EN AW-5182 mit starrer Matrize	73
4.2.7	Halbhohlstanznieten: EN AW-5182 in EN AW-5182	76
4.2.8	Halbhohlstanznieten: HC260LAD in HC260LAD	79
4.2.9	Halbhohlstanznieten: HC420LA in EN AW-5182	82
5	Messtechnische Anlagenanalyse	85
5.1	Verformungsanalyse	85
5.1.1	Clinchen mit radial öffnender Matrize der Verbindung HC260LAD in HC260LAD.....	85
5.1.2	Clinchen mit starrer Matrize der Verbindung HC260LAD in HC260LAD.....	86
5.1.3	Halbhohlstanznieten der Verbindung HC420LA in EN AW-5182.....	87
5.2	Analyse der Werkzeuggeschwindigkeitsprofile	88
5.2.1	Halbhohlstanznieten der Verbindung HC420LA in EN AW-5182.....	88
5.2.2	Clinchen mit radial öffnender Matrize der Verbindung HC260LAD in HC260LAD.....	89
5.2.3	Clinchen mit starrer Matrize der Verbindung HC260LAD in HC260LAD.....	90
6	Validierung der Simulationsmodelle	92
6.1	Dehnraten- und temperaturabhängige Fließkurven nach JOHNSON-COOK.....	92
6.1.1	Studie zur Ermittlung der notwendigen Dehnraten- und Temperaturbereiche	92
6.1.2	Ergebnisse der dehnraten- und temperaturabhängigen Zugversuche.....	93
6.1.3	Validierung der Johnson-Cook-Materialmodelle	94
6.2	Validierung der 3D-Simulationsmodelle ohne Abbildung des Anlageneinflusses.....	97

7	Sensitivitätsanalyse, Metamodellierung und Identifikation von Übertragungsfunktionen	99
7.1	Clinchen.....	99
7.2	Halbhohlstanzen 106	
7.3	Diskussion der Ergebnisse	111
8	Ergebnisse und Ausblick.....	113
8.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der erzielten Ergebnisse insbesondere für KMU, innovativer Beitrag und industrielle Anwendungsmöglichkeiten	113
9	Literaturverzeichnis.....	115