

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	21
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	23
1 Einleitung und Zielsetzung	27
2 Stand der Technik	28
2.1 Leichtbau	28
2.2 Mechanische Fügetechnik	28
2.2.1 Clinchen	29
2.2.2 Halbhohlstanznieten	31
2.3 Tribologie	33
2.3.1 Reibung	34
2.3.2 Reibmodellierung in der Blech- und Massivumformung	35
2.3.3 Tribologische Prüftechnik	40
2.4 Kontakt und Reibung in der numerischen Simulation	47
3 Versuchsrandbedingungen	49
3.1 Verwendete Werkstoffe	49
3.1.1 EN AW-5182	49
3.1.2 HX340LAD	50
3.1.3 38B2	50
3.2 Verwendete Anlagentechnik	51
3.2.1 Universalprüfmaschine Zwick Z100	51
3.2.2 Universalprüfmaschine Zwick Z1484	51
3.2.3 Schnellzerreißprüfmaschine Instron VHS 65/80-20	52
3.2.4 Schatz Schraubenprüfstand	52
3.2.5 Fügeanlage Eckold DFG 500/150	53
3.2.6 Fügeanlage TOX® TE-X	53
3.2.7 Konfokalmikroskop Olympus LEXT OLS 4100	54
3.3 Referenzverbindungen	54
3.3.1 Clinchen	54
3.3.2 Halbhohlstanznieten	55
4 Charakterisierung der Plastizitätseigenschaften	58
4.1 Dehnraten und temperaturabhängige Zugversuche	58
4.1.1 Versuchsplan	59
4.1.2 Probenfertigung	61
4.1.3 EN AW-5182	62

4.1.4	HX340LAD	65
4.1.5	38B2	67
4.2	Schichtstauch- und Druckversuche	68
4.2.1	EN AW-5182	69
4.2.2	HX340LAD	73
4.2.3	38B2	76
4.3	Vorreckuntersuchungen	80
4.3.1	EN AW-5182	81
4.3.2	HX340LAD	81
4.3.3	38B2	82
5	Konstruktion und Entwicklung des Reibprüfstandes	84
5.1	Randbedingungen der Reibprüfung	84
5.2	Modularer Prüfstands Aufbau	86
5.3	Zwei-Säulen-Gestell	87
5.4	Reibprüfkörper	87
5.5	Probenaufnehmer	88
5.6	Beheizungskonzept	90
5.7	Hochdruckkonzept	91
6	Randbedingungen der experimentellen Reibprüfung und -modellbildung	92
6.1	Randbedingungen der Reibmodellierung in der numerischen Fügeprozesssimulation	92
6.2	Definition des Prüfumfanges	93
6.3	Versuchsdurchführung und -auswertung	96
6.4	Kontaktflächenauswertung	99
6.4.1	Reale Kontaktfläche	100
6.4.2	Wahre Kontaktfläche	102
7	Reibprüfung- und -modellierung	105
7.1	Kontakte Fügeteil zu Fügeteil	105
7.2	Kontakte Hilfsfügeteil zu Fügeteil	107
7.3	Kontakte Werkzeuersatzkörper zu Fügeteil	110
8	Verifizierung und Validierung des Reibmodells	113
8.1	Verifizierung	113
8.1.1	Numerischer Modellaufbau	115
8.1.2	Verifizierung HX340LAD – EN AW-5182	117
8.1.3	Verifizierung Niet – HX340LAD	118
8.1.4	Verifizierung 1.021644 (Clinchstempel) – HX340LAD	119
8.2	Validierung	120
8.2.1	Numerischer Modellaufbau	120

8.2.2	Clinchen	122
8.2.3	Halbhohlstanznieten	131
9	Ergebnisse und Ausblick	140
9.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	142
10	Literatur	144
11	Anhang	148
11.1	Reibmodelle	148
11.1.1	EN AW-5182 – HX340LAD	148
11.1.2	HX340LAD – Niet	149
11.1.3	EN AW-5182 – Clinchstempel 412.501	150
11.1.4	HX340LAD – Clinchstempel 412.501	151
11.1.5	EN AW-5182 – Stirnfläche Clinchmatrize	152
11.1.6	HX340LAD – Stirnfläche Clinchmatrize	153
11.1.7	EN AW-5182 – Matrizenamboss 594.16960 „rau“	154
11.1.8	HX340LAD – Matrizenamboss 594.16960 „rau“	155
11.1.9	EN AW-5182 – Matrizenamboss 591.16960 „glatt“	156
11.1.10	HX340LAD – Matrizenamboss 591.16960 „glatt“	157
11.1.11	HX340LAD – Halbhohlstanzniet-Matrize FM0902218	158