
Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	i
Abkürzungsverzeichnis.....	viii
Formelzeichen.....	ix
Kurzfassung.....	xiii
Abstract.....	xv
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Technik.....	4
2.1 Verfahrenseigenschaften und Vorteile der Kaltmassivumformung.....	4
2.2 Verfahren der Kaltmassivumformung.....	7
2.3 Fließpressverfahren zur Herstellung flanschförmiger Bauteile	8
2.4 Bedeutung von Hybridkomponenten für heutige und zukünftige Anwendungen.....	11
2.5 Umformtechnische Verfahren zur Herstellung von Hybridbauteilen	14
2.5.1 Verbundstrangpressen	15
2.5.2 Kaltumformverfahren zur Herstellung von Hybridbauteilen	20
2.5.3 Severe Plastic Deformation für Fügeprozesse	22
2.5.4 Verbundschmieden.....	23
2.6 Verbindungscharakteristik metallischer Hybridbauteile.....	26
2.6.1 Verbindungsarten und Mechanismen der Verbindungsentstehung.....	26
2.6.2 Charakterisierung der Verbundeigenschaften	29
2.6.3 Grenzflächenmodellierung in FE-Simulationen.....	30
2.7 Synthese aus dem Stand der Technik.....	35
3 Motivation, Zielsetzung der Arbeit und Vorgehensweise	38
4 Prozessroute und Werkstoffcharakterisierung	42
4.1 Prozessroute aus Verbundstrangpressen und Kaltumformung.....	42
4.2 Werkstoffcharakterisierung.....	43

4.2.1	Eingesetzte Versuchswerkstoffe	43
4.2.2	Ermittlung der Fließkurvendaten	45
5	Untersuchungen zum Verbundstrangpressen	48
5.1	Simulative Untersuchungen des Verbundstrangpressens	48
5.1.1	Simulationsmodell	48
5.1.2	Analyse des Deformationsfeldes im Extrudat.....	51
5.1.3	Definition von Geometrievariationen für das Verbundstrangpressen.....	53
5.1.4	Methodik zur Ausgabe und Analyse der Simulationsergebnisse.....	53
5.1.5	Anwendung der Schichttheorie zur Verschweißmodellierung	57
5.1.6	Deformationsbasierter Modellierungsansatz.....	60
5.2	Experimentelle Untersuchungen	61
5.2.1	Herstellung der Hybridblöcke	61
5.2.2	Fügen der Einzelteile zu Verbundblöcken	63
5.2.3	Verbundstrangpresseexperimente	65
5.3	Validierung der Simulationsmodelle	67
5.3.1	Abbildungsgenauigkeit der Geometrie des Verstärkungselements	68
5.3.2	Abbildungsgenauigkeit der Stempelkraft.....	70
5.4	Zwischenfazit	71
6	Charakterisierung der Hybridhalbzeuge	72
6.1	Metallographische Untersuchungen.....	72
6.2	Push-Out Tests	76
6.3	Mikrozugversuche.....	81
6.4	Zwischenfazit	85
7	Kaltfließpressen hybrider Halbzeuge	87
7.1	Experimentelle Untersuchungen	87
7.1.1	Versuchsvorbereitung	88
7.1.2	Klassifikation der Versagenserscheinungen	91
7.1.3	Erstellung experimenteller Prozessgrenzen	98
7.1.4	Fließpressen initial unverbundener Rohteile.....	101
7.2	Simulative Untersuchungen der Kaltfließpressprozesse.....	103

7.2.1	Simulationsmodelle.....	103
7.2.2	Methodik zur Spannungsanalyse in der Grenzfläche.....	105
7.2.3	Numerische Untersuchungen der Versagenserscheinungen	111
7.2.4	Prozesssimulation für initial unverbundene Rohteile.....	120
7.3	Zwischenfazit	121
8	Simulationsmethode zur Abbildung der Prozessroute	124
8.1	Phänomenologische Beobachtungen.....	124
8.2	Methode zur Identifikation von Modellparametern	126
8.3	Modellierungsansatz zur Abbildung der Prozessroute.....	129
8.4	Zwischenfazit	133
9	Charakterisierung der Bauteileigenschaften, Erweiterung des Werkstoffspektrums	134
9.1	Eigenschaften der umgeformten Hybridkomponenten	134
9.2	Erweiterung des Werkstoffspektrums	138
9.3	Zwischenfazit	142
10	Zusammenfassung und Ausblick	144
11	Anhang	149
12	Literaturverzeichnis.....	153
	Curriculum Vitae	161