

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	9
Abbildungsverzeichnis .....	11
Tabellenverzeichnis .....	15
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen .....	17
1 Einleitung .....	21
2 Stand der Technik .....	23
2.1 Clinchen .....	23
2.2 Einflussgrößen auf den Clinchprozess .....	27
2.2.1 Triboochemisches System .....	27
2.2.2 Verschleiß .....	29
2.2.3 Vordehnung .....	30
2.3 Numerische Simulation .....	31
2.3.1 Finite-Elemente-Analyse .....	31
2.3.2 Diskretisierung und Vernetzung .....	31
2.3.3 Umformverhalten und Materialmodellierung .....	32
3 Versuchsrandbedingungen .....	37
3.1 Versuchswerkstoffe .....	37
3.2 Versuchsanlagen .....	38
3.3 Probengeometrien .....	44
4 Werkstoffcharakterisierung (IF-FF/LWF) .....	47
4.1 Experimentelle Ermittlung der Fließkurven (LWF) .....	47
4.2 Einbringung von Eingangsparameterschwankungen (LWF) .....	49
4.3 Einachsiger Zugversuch in Walzrichtung (FF) .....	53
5 Ermittlung der Prozesskurven und qualitätsrelevanter Kenngrößen (LWF) .....	56
5.1 Implementierung einer externen Prozessüberwachung .....	56
5.2 Einfluss von Eingangsparameterschwankungen auf Prozesskurven und qualitätsrelevante Kenngrößen .....	61
5.2.1 Experimentelle Voruntersuchungen .....	61
5.2.2 Sensitivitätsanalyse und Korrelation der Eingangsparameter und Prozesskurven .....	64
5.2.3 Mathematische Beschreibung der Prozesskurven mittels Polynomen .....	72
6 Modellentwicklung inline Simulation (IF-FF) .....	76
6.1 Prädiktor-Korrektor-Modell .....	76
6.2 Entwicklung der Inline-Simulation: .....	77
7 Validierung der Modelle mittels 3D-FEA (LWF) .....	84
7.1 Aufbau und Validierung der Simulationsmodelle .....	84

7.2	Detailsimulation des Clinchprozesses unter Berücksichtigung asymmetrischer Einflussfaktoren .....	88
8	Implementierung von Modellen zur Prozessüberwachung (FF) .....	102
9	Ermittlung der Prognosegüte und Bestimmung der Unsicherheiten (IF-FF/LWF) .....	106
10	Ableitung mechanischer Größen (Belastbarkeit) (IF-FF/LWF) .....	109
10.1	Scherzugprüfung unter quasistatischer Lasteinleitung (LWF) .....	109
10.2	Kreuzkopfzugprüfung unter quasistatischer Lasteinleitung (LWF) .....	112
11	Modellüberführung in ein Softwaremodul (FF) .....	115
12	Ergebnisse und Ausblick .....	116
12.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für kleine und mittelständische Unternehmen .....	119
13	Literatur .....	121
13.1	Normen und Richtlinien .....	122