

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 Tribochemisches 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	Kreuzkopfbiegeprüfung 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