

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	vii
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und Forschung	5
2.1 Bedeutung der Bor-Mangan-Stähle im Bereich der Verbindungsmittelindustrie	5
2.2 Fertigungskette der Drahtherstellung.....	7
2.2.1 Walzen.....	8
2.2.2 Ziehen.....	11
2.2.3 Eigenschaftseinstellung durch Wärmebehandlungsprozesse ..	17
2.3 Prozessentwicklung in der Kaltmassivumformung	20
2.3.1 Modellbildung bei der numerischen Berechnung von Kaltmassivumformprozessen mittels der Finite Elemente Methode	21
2.3.2 Ermittlung und Modellierung des Fließverhaltens im numerischen Modell.....	24
2.3.3 Prognose des Werkstoffversagens mittels Finiter Elemente Berechnung.....	28
2.4 Zusammenfassende Bewertung des Stands der Technik und Forschung.....	31
3 Zielsetzung und methodische Vorgehensweise.....	33
4 Versuchsanlagen, Werkstoffe und tribologische Systeme	37
4.1 Mehrstufiger Referenzumformprozess zur Herstellung eines Schraubenrohlings vom Draht.....	37
4.2 Eigenschaftsprofil analysierter Drahtwerkstoffe und vorliegende tribologische Systeme.....	40
4.3 Anlagen und Messeinrichtungen	43
4.4 Verwendete Software.....	46
5 Identifizierung von Haupteinflussgrößen auf die numerische Abbildegenauigkeit eines mehrstufigen Umformprozesses vom Draht.....	49
5.1 Modellaufbau und geometrische Validierung des vereinfachten numerischen Prozessmodells	50
5.2 Validierung der Eigenschaften der Umformstadien.....	63

5.3	Schädigungsanalyse mithilfe eines vereinfachten numerischen Modells.....	74
5.4	Fazit der numerischen Analyse des mehrstufigen Umformprozesses.....	86
6	Einfluss des Werkstoffzustandes auf nachfolgende Umformprozesse.....	89
6.1	Beurteilung des Fließverhaltens verschiedener Vormaterialzustände.....	90
6.1.1	Analyse des Fließverhaltens unter Druckbeanspruchung	90
6.1.2	Analyse des Fließverhaltens unter Zugbeanspruchung	100
6.1.3	Untersuchung des Drahtwerkstoffes unter Zug-Druck-Wechselbeanspruchung.....	105
6.1.4	Bewertung des ermittelten Fließverhaltens des gezogenen Drahtwerkstoffes	111
6.2	Numerische Abbildung des Verfestigungsverhaltens des vorgezogenen Drahtwerkstoffes.....	117
6.2.1	Mathematische Modellierung der Fließkurven aus der Druckbeanspruchung.....	118
6.2.2	Validierung der vorgeschlagenen Methoden zur Approximation des Fließverhaltens gezogener Drähte in der Umformsimulation	124
6.2.3	Bewertung der Methoden zur numerischen Abbildung der Fließeigenschaften gezogener Drahtwerkstoffe.....	129
6.3	Einfluss spezifischer Ziehparameter auf die plastischen Eigenschaften des gezogenen Drahtwerkstoffes.....	130
6.3.1	Definition der analysierten Einfluss- und Zielgrößen.....	131
6.3.2	Analyse des Einflusses der definierten Größen auf die resultierenden Eigenschaften.....	137
6.4	Einfluss der numerischen Modellierung des Vorzugs auf die Abbildegenauigkeit der FE-Berechnung für nachfolgende Umformprozesse	144
6.5	Bewertung der Halbzeugeigenschaften und deren Auswirkung auf nachfolgende Umformprozesse.....	154
7	Zusammenfassung und Ausblick	159
8	Summary and Outlook	163
	Literaturverzeichnis	167