

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Forschung und Technik .....</b>	<b>3</b>
2.1 Verfahren der Kaltmassivumformung.....	3
2.2 Mechanismen der Eigenspannungsentstehung .....	6
2.3 Methoden zur Eigenspannungsbestimmung .....	11
2.4 Auswirkungen auf Betriebsverhalten .....	18
2.5 Verhalten unter Last .....	19
2.6 Zusammenfassende Bewertung .....	23
<b>3 Zielsetzung und Vorgehensweise .....</b>	<b>25</b>
<b>4 Verwendete Versuchsaufbauten, Werkstoffe und Methoden. ....</b>	<b>27</b>
4.1 Umformung und Bauteilherstellung .....	28
4.2 Werkstoffe und Schmierung .....	29
4.2.1 Bauteilwerkstoffe .....	29
4.2.2 Schmierstoffe und Reibungscharakterisierung.....	31
4.3 Numerische Prozesssimulation .....	33
4.4 Messtechnik .....	34
4.5 Bauteilprüfung.....	34
<b>5 Eigenspannungsentstehung im Referenzprozess .....</b>	<b>37</b>
5.1 Identifikation der Werkstoffeigenschaften .....	38
5.2 Experimentelle Ergebnisse .....	44
5.2.1 Eigenspannungsentstehung.....	44
5.2.2 Bauteilcharakterisierung .....	46
5.3 Numerische Abbildung.....	50
5.3.1 Ergebnisse der Umformsimulation .....	51
5.3.2 Untersuchung numerischer Einflussgrößen .....	56
5.3.3 Validierung .....	62
<b>6 Zielgerichtete Eigenspannungseinstellung .....</b>	<b>69</b>
6.1 Einfluss des Bauteilwerkstoffs.....	70
6.1.1 Eigenspannungsbestimmung in mehrphasigen Stählen.....	71
6.1.2 Werkstoffabhängige Bauteileigenspannungen .....	73
6.1.3 Werkstoffbedingte Effekte der Eigenspannungsentstehung....	76

6.2	Stoffflusssteuerung über Matrizengeometrie .....	77
6.2.1	Resultierende Prozesseigenschaften.....	77
6.2.2	Stoffflussbedingte Eigenspannungsentstehung.....	79
6.3	Einfluss des verwendeten Schmierstoffs .....	83
6.3.1	Charakterisierung der eingesetzten Schmierstoffe .....	83
6.3.2	Werkstoffabhängige Anwendbarkeit.....	84
6.3.3	Beeinflussung der Prozesseigenschaften.....	86
6.3.4	Schmierstoffbedingte Bauteileigenspannungen.....	87
6.4	Bestimmung der Prozessrobustheit .....	90
6.4.1	Einfluss einer Vorverfestigung im Ausgangswerkstoff .....	90
6.4.2	Einfluss der Schmierstoffauftragsmenge.....	96
6.5	Abgeleitete Erkenntnisse .....	99
<b>7</b>	<b>Eigenspannungsstabilität bei typischer Betriebsbelastung ..</b>	<b>103</b>
7.1	Mechanische zyklische Biegebelastung .....	105
7.1.1	Experimentelle Ergebnisse.....	105
7.1.2	Validierung der Methodik .....	109
7.2	Thermische Belastung .....	110
7.2.1	Einfluss der Aufheiztemperatur .....	111
7.2.2	Eigenspannungsänderung durch Abkühlung .....	113
7.2.3	Temperaturabhängiger Einfluss der Haltezeit .....	114
7.3	Abgeleitete Erkenntnisse .....	120
<b>8</b>	<b>Auswirkungen auf die Betriebsfestigkeit .....</b>	<b>123</b>
8.1	Einfluss fertigungsbedingter Zugeigenspannungen .....	125
8.2	Einfluss der Herstellvariante .....	126
8.3	Erkenntnisse .....	127
<b>9</b>	<b>Eigenspannungssensitive Prozess- und Bauteilauslegung.....</b>	<b>131</b>
9.1	Definierte Eigenspannungseinstellung bei der Bauteilherstellung ....	131
9.2	Wechselwirkungen im Bauteileinsatz .....	133
9.3	Einfluss auf Ermüdungseigenschaften.....	135
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>137</b>
<b>11</b>	<b>Summary and future work.....</b>	<b>139</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>141</b>