

# Inhaltsverzeichnis

<b>Veröffentlichung von Inhalten</b>	xiii
<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	xv
<b>1 Einleitung</b>	1
<b>2 Stand der Technik</b>	3
2.1 Verfahren der Hochgeschwindigkeitsumformung .....	3
2.1.1 Explosionsumformung .....	3
2.1.2 Elektromagnetische Umformung .....	5
2.1.3 Elektrohydraulische Umformung .....	7
2.1.4 Umformen mittels vaporisierender Aktuatoren.....	9
2.2 Bauteilspektrum .....	19
2.3 Fazit zum Stand der Technik .....	22
<b>3 Motivation, Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	23
<b>4 Experimente</b>	25
4.1 Versuchsaufbauten .....	25
4.1.1 Vaporisation ohne Umformung.....	26
4.1.2 Vaporisation mit freier Umformung.....	27
4.1.3 Aktuatorgeometrien und Kondensatorbänke.....	28
4.2 Messmethoden.....	30
4.2.1 Elektrische Prozessgrößen.....	30
4.2.2 Werkstückgeschwindigkeiten, -verschiebungen und Dehnungen.....	32
4.3 Modellierungsrelevante Erkenntnisse .....	34
4.3.1 Werkstoffgesetz zur Energieeinbringung .....	35
4.3.2 Umformverhalten bei verschiedenen Blechhaltervarianten .....	38
4.3.3 Zielkonflikt Umformeefizienz .....	43
4.4 Fazit zu Experimenten.....	46
<b>5 Prozessmodellierung</b>	47
5.1 Modellierung der Energieeinbringung .....	48
5.1.1 Numerisches thermisch-elektrisches Modell .....	48
5.1.2 Kennwerte des thermisch-elektrischen Modells .....	50
5.1.3 Validierung und Analyse des thermisch-elektrischen Modells.....	53
5.1.4 Analytisches Modell zur Energieeinbringung.....	59
5.2 Bestimmung des Vaporisationsdruckes zur Modellkopplung .....	63
5.2.1 Wahl der Aktuator-Zustandsgleichung .....	63
5.2.2 Vaporisationsdruck bei heißer Aktuatorenexpansion .....	65
5.2.3 Vaporisationsdruck bei kalter Aktuatorenexpansion .....	68
5.2.4 Synthese zur Anfangswertbestimmung.....	73

5.3	Modellierung der Umformung .....	74
5.3.1	Numerisches hydrodynamisch-mechanisches Modell .....	74
5.3.2	Kennwerte des hydrodynamisch-mechanischen Modells .....	78
5.3.3	Validierung und Analyse des hydrodynamisch-mechanischen Modells ....	85
5.4	Fazit zur vollständigen Prozessmodellierung .....	99
<b>6</b>	<b>Örtlich flexible Druckverteilungen</b>	<b>101</b>
6.1	Reduzierte Modellierung.....	101
6.1.1	Einfluss der Druckverteilung auf die freie Umformung .....	104
6.1.2	Ableitung weiterer impulsbezogener Charakteristika .....	112
6.2	Prozessgestaltung anhand der Druckverteilung .....	115
6.2.1	Optimierung der Werkstückverschiebung.....	115
6.2.2	Umsetzung anhand eines Beispielbauteils mit Gesenk .....	117
6.3	Fazit zu örtlich flexiblen Druckverteilungen .....	134
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>137</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>145</b>
<b>Anhang A - Details Experimentaldaten</b>		<b>157</b>
<b>Anhang B - Details Numerisch-resistives Modell</b>		<b>159</b>
<b>Anhang C - Details Analytisch-resistives Modell</b>		<b>179</b>
<b>Anhang D - Modellablauf Umformsimulationen</b>		<b>185</b>
<b>Lebenslauf</b>		<b>CLXXXVII</b>