

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungen und Formelzeichen</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation	1
1.2 Prozesskette zur automatisierten Herstellung leichter Tragwerkstrukturen in kleinen Stückzahlen	3
1.3 Ableitung der Problemstellung	6
<b>2 Stand der Forschung und Technik</b>	<b>8</b>
2.1 Anforderungen an eine flexible Bauteilpositionierung und Konturerfassung	8
2.2 Verfahren und Methoden zur Lage- und Orientierungsbestimmung von Rohrprofilen	10
2.2.1 Bestimmende Verfahren	10
2.2.2 Messende Verfahren	14
2.3 Verfahren zur Geometrieerfassung von Rohrprofilen	15
2.3.1 Verfahren zur 2D-Konturerfassung	16
2.3.2 Verfahren zur 3D-Konturerfassung	21
2.3.3 Verfahren zur Inline-Querschnittsüberprüfung	28
2.4 Zusammenfassung zum Stand der Forschung und Technik	29
<b>3 Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	<b>31</b>
3.1 Zielsetzung	31
3.2 Vorgehensweise	32
<b>4 Lösungsansatz zur Profilpositionierung und Konturerfassung</b>	<b>34</b>
4.1 Herleitung einer flexiblen Positionierstrategie	34
4.2 Vorgehensweise und Sensorauswahl zur Bestimmung der Profilposition und Profilorientierung	35
4.3 Messtechnischer Ansatz zur Positions- und Konturerfassung auf Basis bauteilimmanenter Markierungen	40
4.4 Gesamttablauf zur vollständigen Profilpositionierung und Konturerfassung	48
<b>5 Ausarbeitung des messtechnischen Verfahrens</b>	<b>49</b>
5.1 Restriktionen bei der Markierungsaufbringung und -detektion	49
5.1.1 Restriktionen der Markierungsaufbringung	50
5.1.2 Integrationsansatz zur synchronen Markierungsaufbringung	50
5.1.3 Restriktionen und Lösungsansätze der Markierungsdetektion	53
5.2 Auslegung einer anforderungsgerechten Markierungsgeometrie	53

5.2.1	Anforderungen und Bewertungskriterien	54
5.2.2	Auswahl und Bewertung von Regelgeometrien	57
5.2.3	Design einer anforderungsgerechten Markierung	66
5.3	Verfahren zur Positionsbestimmung der Referenzmarken	68
5.3.1	Fein-Positionierung einer einzelnen Referenzmarke	70
5.3.2	Einmessen benachbarter Referenzmarkierungen	76
5.3.3	Splineberechnung eines Profilsegments	80
5.3.4	Längenberechnung eines Profilsegments	85
5.3.5	Berechnung des Markierungsfehlers	85
5.4	Verfahren zur inkrementellen Konturerfassung	88
5.4.1	Translation der Profilsegmente	89
5.4.2	Rotation der Profilsegmente	90
5.4.3	Berechnung der Profilgesamtkontur	97
5.5	Ablauf einer vollständigen Messung	98
<b>6</b>	<b>Prototypische Realisierung</b>	<b>100</b>
6.1	Versuchsstandbeschreibung	100
6.2	Versuchsaufbau zur Markierungsaufbringung	105
6.3	Konzeptvorschlag zur Integration der Messtechnik in eine Bearbeitungskinetik und Spanntechnik	108
<b>7</b>	<b>Validierung und Bewertung</b>	<b>111</b>
7.1	Markierungsdetektion	111
7.2	Erprobung und Dimensionierung der favorisierten Markierungsgeometrie	112
7.3	Hochpunktbestimmung	119
7.4	Simulation der Segmentverbindung	121
7.5	Profilvermessung	122
7.6	Vermessung eines geraden Profils	123
7.7	Vermessung eines eben gekrümmten Profils	128
7.8	Vermessung eines räumlich gekrümmten Profils	132
7.9	Bewertung und Diskussion der Ergebnisse	137
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>140</b>
8.1	Zusammenfassung	140
8.2	Ausblick	141
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>I</b>
	<b>Anhang</b>	<b>XIV</b>