

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung in die Thematik</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	3
1.2 Ziele und Forschungsbedarf.....	6
1.3 Forschungsdesign und Aufbau der Arbeit .....	12
<b>2 Messtechnisch gestützte und roboterbasierte Montagesysteme</b> .....	<b>15</b>
2.1 Roboterbasierte Montagesysteme .....	16
2.1.1 Montage im industriellen Umfeld .....	16
2.1.2 Rekonfigurierbare und selbstoptimierende Montagesysteme .....	19
2.1.3 Anwendung der Robotik in der Montage .....	20
2.1.4 Programmierung von Robotern .....	21
2.1.5 Steigerung der Leistungsfähigkeit und effiziente Inbetriebnahme ..	22
2.1.6 Zusammenfassung und Ausblick .....	24
2.2 Toleranzketten zur Montagesystembeschreibung als virtueller Prototyp ....	25
2.2.1 Toleranzproblematik im Montageprozess .....	28
2.2.2 Methodik für eine ganzheitliche Systembeschreibung .....	31
2.2.3 Berücksichtigung der Unsicherheitsbeiträge einer Toleranzkette ..	34
2.2.4 Optimierungsstrategien für Toleranzketten .....	35
2.2.5 Zusammenfassung und Ausblick .....	37
2.3 Messtechnik für die großvolumige und roboterbasierte Montage .....	39
2.3.1 iGPS, ein verteiltes und modulares Messsystem .....	40
2.3.2 Untersuchung der Messunsicherheit des iGPS .....	46
2.3.3 Einflussfaktoren auf die Messunsicherheit des iGPS .....	50
2.3.4 Zusammenfassung und Ausblick .....	55
2.4 Fazit .....	55
<b>3 Zwischenergebnis und Forschungsbedarf</b> .....	<b>57</b>
3.1 Abgrenzung und Weiterentwicklung bestehender Ansätze .....	57
3.2 Beschreibung der Fallbeispiele und Darstellung des Forschungsbedarfs ..	62
<b>4 Konzept einer dynamisierten Toleranzkette als virtueller Prototyp</b> .....	<b>67</b>
4.1 Anforderungen einer dynamischen Toleranzkette .....	69
4.2 Beschreibungsmodell für den Montageprozess .....	72
4.3 Berücksichtigung zeitlich abhängiger Unsicherheitsbeiträge.....	75
4.4 Darstellung der Toleranzkette für kooperierende Roboter.....	79
4.5 Mehrwert einer dynamisierten Toleranzkettenanalyse .....	83

<b>5</b>	<b>Simulation von Sichtverbindungen laserbasierter Messsysteme .....</b>	<b>85</b>
5.1	Einflussfaktoren und Einschränkung des Lösungsraums .....	86
5.2	Modellierung der Sichtstrahlen am Beispiel des iGPS .....	88
5.3	Modellierung des messtechnisch gestützten Robotersystems .....	89
5.4	Programmierung der Simulationsumgebung .....	90
5.5	Simulation und Vorhersage der Signalstabilität des iGPS .....	94
5.6	Validierung der Simulation zur Analyse der Sichtverbindungen .....	95
5.7	Mehrwert der Simulation von Sichtverbindungen .....	103
<b>6</b>	<b>Automatisierte Optimierung der Konfiguration der iGPS-Sender .....</b>	<b>105</b>
6.1	Eingrenzung des Optimierungsproblems .....	106
6.2	Heuristik zur Optimierung der Konfiguration der iGPS-Sender .....	109
6.3	Identifikation einer Initialkonfiguration der iGPS-Sender .....	112
6.4	Optimierung der Anlagenkonfiguration für die bewegte Montage .....	115
6.5	Entwicklung von Bewertungskriterien für die Heuristik .....	117
6.6	Diskussion der Bewertungskriterien .....	121
6.7	Berücksichtigung relevanter Prozessschritte .....	122
6.8	Mehrwert der Optimierung der Konfiguration der Sender des iGPS .....	123
<b>7</b>	<b>Messunsicherheit des iGPS bei variabler Systemkonfiguration .....</b>	<b>125</b>
7.1	Beschreibung der Messaufgabe .....	126
7.2	Einflussfaktoren und Einschränkung des Parameterraums .....	128
7.3	Versuchsplanung und Beschreibung der variablen Einflussfaktoren .....	130
7.4	Modell der Messung .....	134
7.5	Messunsicherheit der Abstandsmessung unabhängig der Konfiguration ..	135
7.6	Messunsicherheit in Abhängigkeit der Konfiguration .....	143
7.6.1	Variable Standardunsicherheit aufgrund der Konfiguration .....	144
7.6.2	Variable Standardunsicherheit aufgrund der Streuung .....	145
7.6.3	Messunsicherheit in Abhängigkeit der Konfiguration des iGPS .....	150
7.7	Mehrwert der Messunsicherheit bei variabler Systemkonfiguration .....	154
<b>8</b>	<b>Effektive Rekonfiguration durch virtuellen Prototypen .....</b>	<b>155</b>
8.1	Kritische Reflexion der Forschungsfrage .....	155
8.2	Erkenntnisgewinn und Handlungsempfehlung .....	158
8.3	Zukünftiger Einsatz virtueller Prototypen für Montagesysteme .....	159
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>163</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>175</b>
	<b>Liste der veröffentlichten Teilergebnisse .....</b>	<b>177</b>
	<b>Zusätzliche Erklärung .....</b>	<b>179</b>
	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>181</b>