

Inhaltsverzeichnis

Contents

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung und Technik.....	5
2.1 Methoden zur Inbetriebnahme industrieller Robotersysteme	6
2.1.1 Etablierte Verfahren der Online- und Offline-Programmierung	7
2.1.2 Vereinfachte Ansätze aus Forschung und Entwicklung	12
2.2 Sensorische Erfassung manueller Handlungs-demonstrationen	17
2.2.1 Tracking-Verfahren und verwendete Sensortechnik	17
2.2.2 Handlungserkennung	24
2.2.3 Sensordatenfusion	28
2.2.4 Anwendung im Montagekontext.....	30
2.3 Zusammenfassung und Fazit.....	35
3 Handlungsbedarf, Zielsetzung und Vorgehensweise.....	39
3.1 Handlungsbedarf und Zielsetzung.....	39
3.2 Vorgehensweise der Arbeit	41
4 Konzept zur Inbetriebnahme flexibler Montageanlagen.....	43
4.1 Begriffsbestimmung und Systembeschreibung	43
4.1.1 Montageprozesse und Möglichkeiten der Flexibilisierung	43
4.1.2 Funktionale Anlagenstrukturierung.....	46
4.1.3 Steuerungstechnische Topologie	48
4.2 Ableiten des Inbetriebnahmekonzepts	50
4.2.1 Definition der Tracking-Aufgaben.....	56
4.2.2 Modellierung des Kontexts	62
4.3 Ausgestaltung der Interaktion.....	69
4.3.1 Sensorische Erfassung manueller Montageprozesse	70
4.3.2 Interaktionsgerechte Montageanlagengestaltung.....	81
4.3.3 Unterstützungsfunktionen zur Interaktionssteuerung	83
5 Implementierung des Interaktionssystems	87
5.1 Informationstechnische Sensordatenfusion.....	88
5.2 Softwareagenten zur zielorientierten Dateninterpretation.....	90
5.2.1 Konzept des Softwareagenten	90
5.2.2 Ereignisgesteuerte Architektur	92
5.2.3 Kommunikationsprotokoll	93
5.2.4 Charakterisierung der implementierten Agententypen	95
5.3 Grafische Bedienerschnittstelle.....	109
5.3.1 Struktureller Aufbau	109
5.3.2 Interaktionsbeispiel: Klemmkastenmontage	109
5.3.3 Montagestrategien und Prozessanimation	111

6 Anwendung und Bewertung	115
6.1 Demonstrationsanlage für die flexible Inbetriebnahme	115
6.1.1 Flexible und universelle Anlagentechnik	117
6.1.2 Steuerungstechnische Umsetzung und Integration.....	119
6.2 Überbau zur integrierten Automatisierung der Montage.....	120
6.2.1 Engineering-Unterstützung	121
6.2.2 Planungsautomatisierung.....	124
6.2.3 Prozessausführung	130
6.3 Bewertung	134
6.3.1 Usability	135
6.3.2 Erreichte Flexibilisierung	138
6.3.3 Technische Machbarkeit	140
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	143
7.1 Zusammenfassung.....	143
7.2 Ausblick.....	144
8 Literaturverzeichnis.....	149