

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Verzeichnis der Formelzeichen.....	XI
1 Einleitung.....	1
1.1 Aktuelle Herausforderungen im Lebenszyklus von automatisierten Produktionssystemen	1
1.2 Zielsetzung und Betrachtungsbereich der Arbeit.....	4
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2 Begriffsbestimmung und Grundlagen	7
2.1 Begriffsdefinitionen	7
2.2 Entwicklungsprozesse automatisierter Anlagen	11
2.2.1 Vorgehensmodelle und Methoden für die Entwicklung technischer Systeme.....	11
2.2.2 Digitale Werkzeuge in Entwicklungsprozessen	12
2.3 Einordnung und Bestandteile der Montage.....	13
2.4 Automatisierte Montagesysteme.....	15
2.4.1 Bestandteile	15
2.4.2 Steuerungsstrukturen und industrielle Kommunikationstechnik	18
2.5 Programmierung von automatisierten Montagesystemen.....	19
2.5.1 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).....	19
2.5.2 Programmierung von Industrierobotern	20

2.5.3	Grundlagen der aufgabenorientierten Programmierung	22
2.6	Montageplanung	24
2.6.1	Methoden der Montageplanung	24
2.6.2	Grundlagen der rechnergestützten Montageplanung	25
3	Stand der Wissenschaft und Technik	27
3.1	Digitale Modelle im Umfeld der Automatisierungstechnik	27
3.1.1	Domänenübergreifende Modellierungssprachen und Standards.....	27
3.1.2	Modellierung von Produkten.....	30
3.1.3	Modellierung von Prozessen und Verhalten	31
3.1.4	Modellierung von Betriebsmitteln	33
3.2	Ansätze aus der Forschung zur Modellierung von Produkten, Prozessen und Betriebsmitteln.....	34
3.2.1	Produktentwicklung	34
3.2.2	Konfiguration von Produktionssystemen.....	35
3.2.3	Produktionsplanung.....	39
3.2.4	Virtuelle Inbetriebnahme	40
3.3	Konzepte zur rechnergestützten Montage- und Prozessplanung.....	41
3.4	Konzepte zur impliziten bzw. aufgabenorientierten Programmierung....	44
3.4.1	Übergreifende Programmier- und Steuerungskonzepte mit Fokus auf Industrieroboter.....	44
3.4.2	Übergreifende Programmier- und Steuerungskonzepte mit Fokus auf Speicherprogrammierbare Steuerungen	52
3.4.3	Programmier- und Steuerungskonzepte für spezifische Anwendungsfälle.....	54
3.5	Kommerzielle Programmiersysteme zur Vereinfachung der Programmierung	55

3.6	Methoden und Vorgehen zur Einführung von produktionsnahen Softwaresystemen in Unternehmensprozesse	57
3.7	Zusammenfassung und Handlungsbedarf	59
4	Anforderungsanalyse an die aufgabenorientierte Programmierung im industriellen Umfeld.....	63
4.1	Vorgehen zur Anforderungsanalyse.....	63
4.2	Analyse des Engineeringprozesses und der Montageplanung	63
4.2.1	Engineeringprozess von Montagesystemen in Großunternehmen ...	63
4.2.2	Montageplanungsprozesse in KMU	65
4.3	Analyse des Vorgehens zur Offline-Roboterprogrammierung	66
4.4	Analyse des Vorgehens zur Programmierung einer SPS.....	67
4.5	Anforderungen an ein adaptierbares aufgabenorientiertes Programmiersystem und die zugehörige Modellierung	69
4.5.1	Zielkriterien für den Einsatz der aufgabenorientierten Programmierung.....	69
4.5.2	Methodische und organisatorische Anforderungen.....	70
4.5.3	Strukturelle und modellierungstechnische Anforderungen.....	70
5	Entwicklung eines adaptierbaren aufgabenorientierten Programmiersystems.....	75
5.1	Allgemeines.....	75
5.2	Überblick über das Gesamtkonzept	75
5.3	Informationsmodell für die aufgabenorientierte Programmierung von Montagesystemen.....	77
5.3.1	Modellierung der Produkte.....	80
5.3.2	Modellierung der Prozesse	81
5.3.3	Vorgehen zur Identifikation von direkten Skills	84

5.3.4	Modellierung der Skills.....	92
5.3.5	Modellierung der Ressourcen	100
5.3.6	Aufgabenmodell	103
5.3.7	Umweltmodell.....	105
5.3.8	Integration des Informationsmodells in ein Beschreibungsformat	105
5.3.9	Informationsverarbeitung bei der Generierung von Umwelt- und Aufgabenmodell	109
5.4	Konzeption eines modularen Planungsmoduls.....	114
5.4.1	Detaillierung der Anforderungen	114
5.4.2	Auswahl eines Architekturmusters	114
5.4.3	Überblick der Architektur des Planungsmoduls	116
5.4.4	Koordination des Planungsprozesses durch die Strategie.....	119
5.4.5	Problemlösung im Blackboard.....	122
5.4.6	Optimierung des Ablaufs im Rahmen des Planungsprozesses	123
5.4.7	Wiederverwendung von bestehendem Lösungswissen.....	126
5.4.8	Übergreifende Wissensquellen in der Aufgabenebene	126
5.4.9	Definition der Anforderungen an Wissensquellen der Spezialistenebene	130
5.4.10	Beschreibung des Planungsprozesses an einem Beispiel.....	130
5.5	Konzeption weiterer Bestandteile des aufgabenorientierten Programmiersystems.....	134
5.5.1	Strukturierung der Benutzerschnittstellen für die aufgabenorientierte Programmierung von Montagesystemen.....	134
5.5.2	Generierung und Test der Steuerungsprogramme.....	137
5.5.3	Integration von Simulationssystemen	139
5.6	Zusammenfassung	140

6	Vorgehensmodell zur Integration eines aufgabenorientierten Programmiersystems in den Engineeringprozess eines Unternehmens	141
6.1	Auswahl einer Grundlage für das Vorgehensmodell	141
6.2	Übersicht des angepassten Vorgehensmodells	142
6.3	Orientierungsphase bei der Einführung	143
6.3.1	Vorüberlegungen für ein Reifegradmodell für die aufgabenorientierte Programmierung	144
6.3.2	Übersicht des Reifegradmodells.....	144
6.4	Analysephase bei der Einführung	147
6.5	Designphase bei der Einführung	148
6.6	Realisierungsphase bei der Einführung.....	149
6.7	Betriebsphase bei der Einführung.....	149
6.8	Zusammenfassung.....	149
7	Umsetzung und Erprobung	151
7.1	Aufbau des Kapitels.....	151
7.2	Softwaretechnischer Umsetzung eines Grundaufbau des aufgabenorientierten Programmiersystems.....	151
7.3	Anwendung in Referenzszenarios.....	153
7.3.1	Referenzszenario „Roboterbasiertes MIG/MAG Schweißen“	153
7.3.2	Referenzszenario „SPS-gesteuertes Montagemodul“	159
7.4	Zusammenfassung.....	164
8	Technische und wirtschaftliche Bewertung	165
8.1	Methodische und technische Bewertung.....	165
8.2	Wirtschaftliche Bewertung	166

9 Zusammenfassung und Ausblick.....	171
10 Literaturverzeichnis	173
Anhang	209
A1 Übergreifende Vorgehen zur Programmierung von Industrierobotern und SPS	209
A2 Klassen von Skills und trennende Merkmale	213
A3 Reifegradmodell für die aufgabenorientierte Programmierung.....	223
A4 Zuordnung von Benutzergruppen, Informationsarten und technischen Konzepten für Benutzerschnittstellen.....	227
A5 Blackboard in AutomationML.....	228
Verzeichnis betreuter Studienarbeiten	229