

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Rechnerunterstützte Montageplanung im CIM-Konzept	1
1.2	Berücksichtigung montagegerechter Produktgestaltung	1
1.3	Planung der Systeme und Geräte	2
1.4	Simulation und Programmierung	3
1.5	Auswirkungen auf Personal und Wirtschaftlichkeit	5
2	Zusammenspiel von Konstruktion und Montageplanung	7
2.1	Montagegerechte Produktkonstruktion	7
2.1.1	Bedeutung der montagegerechten Konstruktion	7
2.1.2	Strukturierung der Produktvarianten	9
2.1.3	Verbindungsverfahren	10
2.1.4	Bauteilgestaltung	11
2.1.5	Montagesystemorientierte Produktanalyse und -bewertung	12
2.2	Integration von Produktentwicklung und Montageplanung am Beispiel der automatischen Montage	14
2.2.1	Problemstellung	14
2.2.2	Lösungsansatz: Integration von Konstruktion und Planung mit rechnerunterstützten Hilfsmitteln	14
2.2.3	Aufgaben- und Datenstrukturierung als Voraussetzung für Rechnerintegration	16
2.2.4	Planung und Simulation auf Komponentenebene	17
2.2.5	Planung und Simulation auf Zellenebene	18
2.2.6	Planung und Simulation auf Anlagenebene	19
2.2.7	Zusammenfassung	19
3	Produktabhängige Montageplanung	21
3.1	Rechnerunterstützte Produktanalyse und Vorranggrapherstellung	21
3.1.1	Produktanalyse	21
3.1.2	Integration von Produktkonstruktion und Montageplanung durch rechnerunterstützte Produktanalyse	22
3.1.3	Automatische Erzeugung des Montagevorranggraphen	24
3.2	Analyse variantenreicher Produktspektren	26
3.2.1	Clusteranalyse	27
3.2.2	Datenaufbereitung	28
3.2.3	Methode für die Ähnlichkeitsanalyse	31
3.2.4	Fallbeispiel	32

3.3	Analyse von Fügeprozeßparametern als Grundlage der Planung automatischer Montagesysteme	34
3.3.1	Einführung	34
3.3.2	Methoden zur Analyse von Fügeprozeßparametern	35
3.3.3	Fallbeispiele	36
3.3.3.1	Experimentelle Prozeßdatenanalyse am Beispiel optischer Linsen	36
3.3.3.2	Analyse des Toleranzverhaltens beim Fügen eines Schnellbefestigungselements durch FE-Simulation ..	38
3.3.3.3	Analyse des Verformungsverhaltens eines Ziergummis	39
3.3.3.4	Optimierung komplexer Fügebewegungen mittels FE-Simulation	39
4	Systemstrukturplanung	43
4.1	Wissensbasierte Strukturplanung von Montagesystemen	43
4.1.1	Konventionelle Abtaktungsverfahren	43
4.1.2	Verlauf der Strukturplanung	45
4.1.2.1	Problemlösungskonzept und Entwurfsentscheidungen	45
4.1.2.2	Dialogfunktionen und Planungsverlauf	47
4.1.2.3	Bereitstellung der Grunddaten	49
4.1.2.4	Zeitbasierte Abtaktung nach der Rangwertregel	51
4.1.3	Empirische Optimierung	52
4.1.3.1	Interaktive Optimierung	54
4.1.3.2	Konfliktprädikate und -interpreter	55
4.1.3.3	Suchverfahren zur Konfliktbeseitigung	57
4.1.3.4	Regeln zur Optimierung einer Situation	59
4.1.4	Integration in ein betriebliches Umfeld	61
4.2	Strukturplanung automatisierter Montagesysteme für variantenreiche Produkte	64
4.2.1	Einleitung	64
4.2.2	Abgrenzung der Strukturplanung	64
4.2.2.1	Planungsebenen der Strukturplanung	65
4.2.2.2	Strukturbausteine der Strukturplanung	67
4.2.3	Funktionale Zusammenhänge auf Teilbereichsebene	69
4.2.3.1	Funktionsprinzip	69
4.2.3.2	Kapazitätsteilung	70
4.2.4	Methodenentwicklung auf Teilbereichsebene	70
4.2.4.1	Auswahl geeigneter Funktionsprinzipien	71
4.2.4.2	Mengen- und Arteilung	72

4.2.4.3	Methodenauswahl zur produktspektrumbezogenen Arteilung	73
4.2.4.4	Ablauf der Methode zur produktspektrumbezogenen Arteilung	74
4.2.5	Fallbeispiel	74
5	Feinplanung von Montagesystemen	79
5.1	Datenbank für Betriebsmittel der Montageautomatisierung	79
5.1.1	Einleitung	79
5.1.2	Hindernisse für den Einsatz von Datenbanktechnologie	80
5.1.3	Flexible Datenbasis	80
5.1.4	Konstruktion von Baukastenlösungen	85
5.1.5	Erfüllung von Montageaufgaben	86
5.1.6	Prototypische Implementierung	87
5.1.7	Ausblick	87
5.2	Fertigungsnahe Zeit- und Kostenbewertung in der Montage	88
5.2.1	Einführung	88
5.2.2	Problemstellung	89
5.2.3	Lösungsweg	90
5.2.4	Spezielle Lösungsansätze	93
5.2.5	Ergebnisnutzung und -darstellung	97
5.2.6	Ausblick	98
6	Simulation	99
6.1	Einführung	99
6.2	Durchführung von Simulationsstudien	104
6.2.1	Allgemeiner Ablauf	104
6.2.2	Erfassung der Eingabedaten	106
6.2.3	Modellbildung	107
6.2.4	Ergebnisbewertung und Interpretation	109
6.2.5	Kosten und Nutzen von Simulationsstudien	111
7	Programmierung von Montagesystemen	113
7.1	Programmierung	113
7.1.1	Roboterprogrammierverfahren	113
7.1.2	Programmiersysteme für Industrieroboter	115
7.1.3	NC- und SPS-Programmierung	119
7.2	Bewegungs- und Ablaufsimulation	120
7.3	Sensoreinsatz zur Prozeßführung	124
7.3.1	Motivation	124
7.3.2	Sensoren	125

7.3.2.1	Meßprinzipien	125
7.3.3	Eingriffstellen und Wirkung in der Robotersteuerung	126
7.3.4	Anwendungsbeispiele	128
7.4	Inbetriebnahme von Offline-Programmen für Industrieroboter	130
7.4.1	Einleitung	130
7.4.2	Defizite der CAD-unterstützten Offline-Programmierung	130
7.4.3	Manuelle Anpassung der Programme	131
7.4.4	Sensorunterstützte Anpassung von Roboterprogrammen	132
7.4.4.1	Anforderungen	132
7.4.4.2	Erfassung von Werkstückgeometrien mit Lasersensoren	133
7.4.4.3	Vermessung von Betriebsmitteln mit Visionsystem und Kraftmomentensensor	134
7.4.5	Zusammenfassung	137
8	Personaleinsatz in Montagesystemen	139
8.1	Personalpolitik - Bestandteil oder Anhängsel der Unternehmensstrategie	139
8.2	Rechnerintegration und Personalpolitik	144
8.2.1	Veränderte Beziehungen zwischen strategischem Umfeld und der Binnenstruktur der Betriebe	144
8.2.2	Veränderung betrieblicher Binnenstrukturen - neue Anforderungen an die Personalplanung	145
8.3	Zusammenhänge zwischen Personaleinsatz, Qualifikationsanforderung, Belastung und Produktivität	147
8.3.1	Formen der Arbeitsorganisation und des Arbeitseinsatzes	148
8.3.2	Prinzipien der Anlagenbesetzung und Probleme der Wirtschaftlichkeit	153
8.4	Schlußfolgerungen aus den Fallbeispielen	157
8.4.1	Traditionelle Planungsmethoden und erweiterte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	157
8.4.2	Konsequenzen für die Personaleinsatzplanung	160
8.5	Der Betrieb als vernetztes System: Zusammenfassung und Perspektiven	163
8.5.1	"Finite Elemente" der Personalpolitik	163
8.5.2	Wie lernt der Betrieb?	164
9	Beispiele rechnerunterstützter Montageplanung	169
9.1	Rechnerunterstützte Planung der Montage von Telefongeräten mittels Roboter	169
9.1.1	Ausgangssituation und Systemkonfiguration	169

9.1.2	Rechnerunterstütztes Montageplanungssystem	170
9.1.3	Planung der Montageanlage	172
9.1.3.1	Produktanalyse	172
9.1.3.2	Montageablaufplanung	174
9.1.3.3	Feinplanung produktspezifischer Betriebsmittel	175
9.1.4	Steuerung und Überwachung	178
9.1.5	Zusammenfassung und Ausblick	180
9.2	Planung manueller Montagearbeitsplätze mit Rechnerunterstützung	180
9.2.1	Auswahl der Arbeitsplatzausstattung	180
9.2.2	Modellierung von Sonderkonstruktionen	181
9.2.3	Anordnen der Elemente	181
9.2.4	Einsatzbeispiel 1: Rationalisierung der Planung	181
9.2.5	Eingabe des Bewegungsablaufes	182
9.2.6	Simulation und Animation	182
9.2.7	Planzeit ermitteln	183
9.2.8	Einsatzbeispiel 2: Verbesserung der Planungsqualität	184
9.3	Flexibel automatisierte Grundbestückung von Leuchtstoffröhren ..	184
9.3.1	Projektzielsetzung	184
9.3.2	Produktanalyse	185
9.3.3	Mögliche Montagekonzepte	187
9.3.4	Auswahl der verschiedenen Systemkomponenten und Realisierung	189
9.3.5	Ergebnisse und Wirtschaftlichkeit	191
10	Literaturverzeichnis	193