

Inhaltsverzeichnis

Teil A. Problemstellung.....	1
1 Ausgangslage.....	3
1.1 Zielsetzungen der Montagestudie.....	3
1.2 Angewandte Methoden der Datenerhebung	4
1.3 Istzustand in der Montage entsprechend der Montagestudie 1983	5
2 Forschungsbedarf und daraus resultierende Forschungsthemen .	9
2.1 Erhöhung des Automatisierungsgrades in der flexiblen Montage	10
2.2 Neue Methoden für die organisatorische und technische Montagesteuerung	12
2.3 Aufbau eines integrierten Qualitätssicherungssystems in der Montage	13
2.4 Entwicklung neuer Formen der Arbeitsorganisation und der dazu erforderlichen Qualifizierungsmaßnahmen für die flexible Montage	13
2.5 Entwicklung montagespezifischer betriebswirtschaftlicher Planungsinstrumentarien und Kostenrechnungsmodelle	14
Teil B. Lösungen für Montageprobleme.....	17
1 Flexible Montagetechnik.....	19
1.1 Flexible Robotersysteme	19
1.1.1 Problemstellung	19
1.1.2 Flexibilitätsmerkmale von Robotersystemen	20
1.1.3 Auswahlkriterien für Industrieroboter	21
1.1.4 Anforderungen aus der Montage.....	22
1.1.5 Konzeption von modular gestalteten Robotersystemen	23
1.1.6 Analyse der Kinematik von Industrierobotern	24
1.1.7 Konstruktiver Aufbau von Antriebsmodulen	28
1.1.8 Gestaltung von Achsverbindungselementen.....	29

1.1.9	Gestaltung der Modulschnittstellen.....	30
1.1.10	Dimensionierung von modular aufgebauten Robotern..	31
1.1.11	Dezentrale Steuerungsstruktur für Roboterkomponenten	32
1.1.12	Wirtschaftlichkeit von modularen Robotersystemen.....	41
1.1.13	Beispielhafte Realisierung eines Roboters für die Montage von Schneckengetrieben	43
1.1.14	Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse.....	48
1.2	Integrierte Antriebssysteme für die Montagetechnik.....	49
1.2.1	Aufgabenstellung und Anforderungen	49
1.2.2	Vergleich und Bewertung unterschiedlicher bürstenloser Antriebskonzepte	50
1.2.3	Auswahlkriterien und typische Beispiele aus der flexiblen Montage	53
1.2.4	Einsatz eines Direktantriebs zum schnellen und hochgenauen Positionieren	62
1.2.5	Sensorlose Online-Überwachung des thermischen Zustands von Antrieben	65
1.3	Flexible Montagewerkzeuge	69
1.3.1	Auslegung von flexiblen Montagewerkzeugen	69
1.3.2	Sensorisierte Fügemechanismen	83
1.4	Anwendungsbeispiele.....	99
1.4.1	Schlauschellenmontage	99
1.4.2	Montage hochpoliger Rundkabel.....	107
1.4.3	Automatisiertes Einkämmen von Verzahnungen	113
1.4.4	Automatisierte Montage von Normteilen.....	123
1.4.5	Durchsetzfügen als Fügeverfahren für Blechteile	133
1.5	Innovative Strategien der Werkstückbereitstellung.....	141
1.5.1	Programmierbare Zuführsysteme	141
1.5.2	Strategien der Werkstückbereitstellung in der flexiblen Montage	146
1.5.3	Autonome flexible Ordnungs- und Kommissionierzelle	149
1.5.4	Wirtschaftlichkeitsaspekte	150
1.6	Literatur.....	152
1.7	Autoren	155

2 Organisatorische und technische Montagesteuerung..... 156

2.1	Organisatorische Montagesteuerung	156
2.1.1	Montagesegmentierung und dezentrale Steuerung	158
2.1.2	Montagesynchrone Zulieferung	163
2.1.3	Funktionen der Montagesteuerung	168
2.1.4	Prozßgeregelter Planungsparameter	176
2.1.5	Erfahrungen	177
2.2	Steuerung komplexer Montagezellen	178

2.3	Methodik zur aufgabenorientierten Programmierung von Robotern bei der Montage.....	184
2.3.1	Anforderungen an ein aufgabenorientiertes Programmiersystem.....	184
2.3.2	Gesetzmäßigkeiten roboterbestückter Montageanlagen	184
2.3.3	Aufgabenorientierte Programmierung für die Montage	185
2.3.4	Aufgabenorientierte Programmiermethodik.....	191
2.4	Prozeßüberwachung in der flexiblen Montage.....	193
2.4.1	Aufgaben und Anforderungen.....	193
2.4.2	Konzeption des Überwachungssystems	194
2.4.3	Aufbau und Module der Überwachungseinheit.....	195
2.5	Simulation als Hilfsmittel zur Planung und Betriebsoptimierung von Montageanlagen.....	199
2.5.1	Planung komplexer Montagezellen und deren Komponenten.....	199
2.5.2	Möglichkeiten zur schnellen Betriebsfähigkeit	200
2.6	Störmanagement für technische Montagesteuerungssysteme ...	203
2.6.1	Konzept für ein hierarchisches Störmanagement	204
2.6.2	Integration in Montagesteuerungssysteme auf Leit- und Zellebene	206
2.7	Testumgebung für technische Montagesteuerungssysteme	210
2.7.1	Aufgaben bei der Inbetriebnahme von technischen Montageteilsteuerungssystemen.....	210
2.7.2	Unterstützungsmöglichkeiten der Inbetriebnahme durch eine Testumgebung	211
2.7.3	Nachbildung des E/A-Verhaltens eines Montagesystems in der Testumgebung	213
2.7.4	Nachbildung eines Montagesystems durch ein Simulationsmodell	215
2.7.5	Erfahrungen	217
2.8	Literatur.....	218
2.9	Autoren	220
3	Qualitätssicherung in der Montage	221
3.1	Qualitätsplanung und Lenkung.....	222
3.1.1	Neue Methoden zur Qualitätsplanung.....	222
3.1.2	Informationsmanagementsystem im Qualitätsinterface.	228
3.1.3	Produkt- und montageprozeßorientierte Qualitätsregelung	235
3.2	Qualitätssteigernde Montagestrategien.....	239
3.2.1	Selektive Montage	240
3.2.2	Justage.....	252
3.3	Qualitätsprüfung.....	269
3.3.1	Systeme zur Qualitätsprüfung in der Montage.....	269

3.3.2	Off-line-Programmierung von Prüfsystemen	273
3.4	Optische Sensoren in der Montage und Qualitätsprüfung	278
3.4.1	Anforderungen an Sensoren zur Qualitätssicherung und 3-D-Erfassung in der Montage.....	278
3.4.2	Topographieerfassung mit der 3-D-Laserkamera.....	291
3.4.3	Oberflächendefekterkennung durch dynamische Beleuchtung	303
3.4.4	Lasertriangulation in der Qualitätssicherung.....	313
3.4.5	Thermografische Tragbilderfassung in der Kegelradmontage	324
3.5	Literatur.....	339
3.6	Autoren	343
4	Personal- und Arbeitswirtschaft	345
4.1	Planung der Arbeitsorganisation in flexiblen Montagesystemen.....	345
4.1.1	Ausgangssituation	345
4.1.2	Ziele	346
4.1.3	Planungsgrundlagen	347
4.1.4	Konzeption.....	351
4.1.5	Bewertung.....	353
4.1.6	Fallbeispiel.....	356
4.2	Qualifikationsförderliche Arbeitssystemgestaltung.....	367
4.2.1	Problemstellung	367
4.2.2	Gruppenarbeit und qualifikationsförderliche Arbeitssystemgestaltung.....	369
4.2.3	Einführung von Gruppenarbeit	373
4.2.4	Projektstruktur	378
4.2.5	Zielbildung.....	381
4.2.6	Qualifikationsentwicklung	389
4.3	Betriebliche Folgen veränderter Altersstrukturen in der Montage	396
4.3.1	Problemlage	396
4.3.2	Ist-Zustand in der Serienmontage	400
4.3.3	Altersadäquate Montagegestaltung	404
4.4	Literatur.....	428
4.5	Autoren	431
5	Betriebswirtschaftliche Planung und Kostenrechnung.....	432
5.1	Simulations- und Lernmodelle zur Entscheidungs- unterstützung in der flexiblen Montage.....	432
5.1.1	Erfolgsbedingungen der flexiblen Montage im Wettbewerb.....	432

5.1.2	Ein Konzept zur Flexibilitätsanalyse von Montagesystemen.....	434
5.1.3	Die flexible Montage als evolutionsfähiges System.....	437
5.1.4	Bausteine des Modellierungsansatzes	444
5.1.5	Strukturierter Modellerstellungsprozeß	450
5.1.6	Ein integriertes Simulations- und Lerninstrumentarium für die flexible Montage.....	455
5.1.7	Simulationsergebnisse spezifischer Fallstudien	461
5.1.8	Beispielhafte Ergebnisse des Arbeitens mit einem Lernmodell.....	469
5.2	Kostenrechnung in flexiblen Montagesystemen	474
5.2.1	Ausgangsfragestellung und Entwicklungslinien – von der Potentialkostenrechnung zum Strategischen Kostenmanagement für die flexible Montage	474
5.2.2	Ziele, Methoden und Vorgehensweise bei der Anwendung der Prozeßkostenrechnung in der flexiblen Montage	477
5.2.3	Konzeptionelle Problemlösung	481
5.2.4	Realisierte DV-Konzeption.....	483
5.2.5	Prozeßkostenrechnung in der flexiblen Montage – Zusammengefaßte Ergebnisse des Forschungsprojektes	487
5.2.6	Weiterentwicklungsansätze und -notwendigkeiten	491
5.3	Literatur.....	495
5.4	Autoren	499

Teil C. Erfahrungen mit den entwickelten Technologien 501

1	Zusammenwirken der technischen Komponenten in einer Pilotanlage.....	503
1.1	Werkstücke und Materialfluß.....	504
1.2	Ordnungszelle	506
1.3	Produktneutrale Montagezelle MAX	509
1.4	Flexible Montagezelle für Schneckengetriebe.....	513
1.5	Flexible Prü fzelle	518
1.6	Leittechnik	524
1.7	Autoren	526
2	Interdisziplinäre Konzeption eines flexiblen Montagesystems in Form einer Modellanlage.....	527
2.1	Problemlage	527
2.2	Ausgangssituation	528
2.3	Planungsleitlinien.....	530
2.4	Konzeption der Modellanlage	533

2.5	Kritische Würdigung.....	540
2.6	Autor	543

Teil D. Perspektiven..... 545

1	Trends in der Montage.....	547
1.1	Montagetechnik.....	549
1.2	Qualitätsmanagement in der flexiblen Montage der Zukunft ...	551
1.3	Simulation	551
1.4	Personal- und Organisationsentwicklung	552
1.5	Autor	552