

# INHALTSVERZEICHNIS

## I. INDUSTRIEROBOTER

<b>1 EINLEITUNG</b>	1
1.1 Kurzer Abriss der Geschichte der Industrieroboter	1
1.2 Erste Industrieroboter in verschiedenen Ländern	1
1.3 Robotervereinigungen	2
1.4 Wissenschaftliche, technische und geschichtliche Bedingungen, die zur Entwicklung von Industrierobotern geführt haben	2
<b>2 DEFINITIONEN UND GRUNDEIGENSCHAFTEN VON INDUSTRIEROBOTERN</b>	7
2.1 ISO (International Standard Organization)	7
2.2 Japan	7
2.3 USA	8
2.4 BRD	9
2.5 UdSSR	9
2.6 Großbritannien	10
2.7 Die Grundeigenschaften von Industrierobotern	11
2.8 Vorschlag einer neuen Definition des Industrieroboters	12
<b>3 VERGLEICH VON JAPANISCHEN, AMERIKANISCHEN UND EUROPÄISCHEN INDUSTRIEROBOTERN</b>	13
3.1 Analyse der kinematische Struktur	13
3.2 Untersuchung hinsichtlich der Größe von Industrierobotern	15
3.3 Positioniergenauigkeit	15
<b>4 PROBLEME BEI DER AUSLEGUNG VON INDUSTRIEROBOTERN</b>	18
4.1 Tradition im Maschinenbau	18
4.2 Unterschiede zwischen Werkzeugmaschinen und Industrierobotern	19
4.3 Charakteristiken der Arbeit eines Roboters	19
4.4 Berechnung des Roboters	20
4.5 Auslegung eines Roboters	21
<b>5 ANWENDUNG DER INDUSTRIEROBOTER</b>	25
5.1 Anzahl der installierten und im Einsatz befindlichen Industrieroboter	25
5.2 Gründe für die Stagnation der Industrieroboterwachstumsraten	28
5.3 Kritik an der Gepflogenheit, die Anzahl der Roboter als Maß für die Effizienz der Automatisierung heranzuziehen	29
5.4 7-Regeln für den Robotereinsatz	30

**II. ANALYSE, SYNTHESE UND REALISIERUNG DER LOGISTIK,  
PLANUNG UND FERTIGUNGSBEGLEITENDEN ORGANISATION  
KOMPLEXER FLEXIBLER FERTIGUNGSSYSTEME ZUR  
BEARBEITUNG VON DREHTEILEN**

<b>6 FFS ORGANISATION UND PLANUNG – PROBLEMSTELLUNG</b>	<b>32</b>
6.1 Problemstellung	32
6.2 Aufgabenstellung	32
6.3 Anforderungen an das Systemverhalten	34
<b>7 LOGISTISCHE ANALYSE DES SYSTEMS</b>	<b>35</b>
7.1 Material- und Informationsfluß innerhalb einer Bearbeitungsmaschine	35
7.2 Ablaufsequenz eines Arbeitsganges auf einer Bearbeitungsmaschine	37
7.3 Ablaufsequenz einer Serie von Arbeitsgängen auf einer Bearbeitungsmaschine	39
7.4 Ablaufsequenz – Gesamtsystem	41
7.5 Systemengpässe: Interaktion, Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit des Systems	43
7.6 Werkstückfluß	44
7.7 Logistische Begrenzungen des Systems	46
7.7.1 Die Gründe, warum logistische Begrenzungen eingeführt werden müssen	46
7.7.2 Beispiele	46
7.8 Transportmatrix und die Strukturflexibilität des FFS	47
7.8.1 Transportmatrix	47
7.8.2 Koeffizient der Strukturflexibilität	48
7.9 Subsysteme	49
<b>8 LOGISTISCHE SYNTHESE DES SYSTEMS</b>	<b>51</b>
8.1 Ziele	51
8.2 Leitstrategien	52
8.2.1 Kernsystem – Materialfluß	52
8.2.2 Reihenfolge der Bedientätigkeiten bei Stillstand mehrerer Maschinen	53
8.2.3 Optimierung der Reihenfolge der Durchführung der Aufträge	57
8.3 Auftragsstruktur	57
8.3.1 Auftrag	57
8.3.2 Teilauftrag	59
8.3.2.1 Automatische Erstellung von Teilaufträgen	59
8.3.2.2 Manuelle Erstellung von Teilaufträgen	61
8.3.3 Maschinenauftrag	61
8.3.4 Bedienerauftrag	61
8.3.4.1 Aufgaben des Anlagepersonals	62
8.3.4.2 Aufgaben des Leitstandpersonals	63
8.3.4.3 Prioritäten	63
8.4 Umbau von Werkstückpaletten	66
8.5 FFS – Systemzeit	68

<b>9 PLANUNG</b>	69
9.1 Planung und Planungsebenen	69
9.1.1 Übergeordnete Planung	69
9.1.2 Planungsebenen aus der Sicht des FFS	70
9.2 Arbeitsmodi der Planung	73
9.2.1 Automatischer, halbautomatischer und manueller Modus	73
9.2.2 Planung als Simulation	73
9.3 Warteschlangen	75
9.3.1 Maschinenwarteschlangen	77
9.3.2 Warteschlangen für Werkstücke und Werkstückpaletten	78
9.3.3 Warteschlange für Werkzeugpaletten	79
9.3.4 Aufbau von Warteschlangen	80
9.3.5 Planungshorizont	81
9.4 Kriterien zur Auftragsauswahl	84
9.4.1 Auftragspriorität	84
9.4.2 Interne Priorität des Auftragsstyps	85
9.4.3 Vom Operator freiwählbare Kriterien	87
9.4.4 Untersuchung der Auswirkungen der Auftragsauswahlkriterien auf das Systemverhalten	100
9.4.5 Erstellung von Zielfunktionen für die optimale Auswahl von Teilaufträgen	101
9.4.6 Weitere Entwicklungsarbeit	102
9.4.6.1 Auftragsauswahlfunktion	102
9.4.6.2 Expertensysteme	102
9.5 Algorithmus zur Bestimmung der Durchführbarkeit des Auftrags	103
9.6 Berechnungen der Zeiten und Mengen	103
9.7 Innere Reserven	111
9.8 Systemkomplexität und Planung	113
9.9 Auftragsdiagnostik	115
9.9.1 Maschinenunabhängige Auftragsdiagnostik	115
9.9.2 Auf die Grundausrüstung der Maschine bezogene Auftragsdiagnostik	115
9.9.3 Maschinenbezogene Auftragsdiagnostik	116
9.9.4 Maschinenbezogene, zeitabhängige Auftragsdiagnostik unter Berücksichtigung der reservierten Fertigungsmittel	116
9.9.5 Auftragspooldiagnostik	116
 <b>10 VERWALTUNG VON FERTIGUNGSMITTELN UND BEDIENERZEITEN</b>	 117
10.1 Kriterien für die Auswahl der zu verwaltenden Fertigungsmitteln	117
10.2 Reservierung von Fertigungsmitteln	118
10.2.1 Reservierung von Betriebsmitteln	120
10.2.2 Reservierung der Maschine	120
10.2.3 Werkzeugreservierung	122
10.2.4 Reservierung von Werkstückpaletten	122
10.3 Prüfen und Reservieren einzelner Fertigungsmittel	124
10.4 Verwaltung von Bedienerzeiten	124
10.5 Bruchreserve	126

10.6 Synchronisation der Reservierung	127
<b>11 GESAMTKONZEPT UND REALISIERUNG</b>	<b>128</b>
11.1 Gesamtkonzept	128
11.2 Realisierung	130
11.2.1 Position der Planung in der Leitsoftware	130
11.2.1.1 Technologische Daten	130
11.2.1.2 Planung	132
11.2.1.3 Ablauf	132
11.2.1.4 Reports	132
11.2.2 Planungsmodule – Bedieneroberfläche	132
<b><u>III. FLEXIBLES FERTIGUNGSSYSTEM ZUR BEARBEITUNG VON DREHTEILEN – EIN BEISPIEL</u></b>	
<b>12 AUFBAU DER ANLAGE</b>	<b>141</b>
12.1 Hauptkomponenten des Systems	141
12.2 Ausstattung der Systemkomponenten	145
12.2.1 Bearbeitungsmaschinen	145
12.2.2 Transportsystem	147
12.2.3 Fertigungsleitreehner	149
12.2.4 Bedienungspersonal und dessen Aufgaben	151
12.3 Palettensystem	151
12.3.1 Futterteile	153
12.3.2 Wellenteile	153
12.3.3 Schwerteile	153
12.3.4 Werkzeugpaletten	153
<b>13 LOGISTIK DES FFS</b>	<b>154</b>
13.1 Werkstückfluß	154
13.1.1 Normalteile–Futterteile	157
13.1.2 Schwerteile	159
13.1.3 Wellenteile	161
13.2 Werkzeugfluß	163–
13.3 Übersicht über den automatischen Materialfluß	165
13.4 Betriebs– und Meßmittelfluß	165
13.5 Schnittstelle des Werkstückfusses	166
<b>14 SCHLUSSBEMERKUNGEN UND AUSBLICK</b>	<b>168</b>
<b>15 LITERATUR</b>	<b>169</b>