

Inhaltsverzeichnis

1 Definitionen	1
1.1 Handhabung	1
1.2 Manipulatoren	3
1.3 Einlegegeräte	9
1.4 Industrieroboter	10
2 Gründe für den Einsatz von Industrierobotern	11
2.1 Technische Gründe	13
2.2 Soziologische Gründe	14
2.3 Wirtschaftliche Gründe	17
2.4 Industrial Relations im Zeichen des Einsatzes von Industrierobotern	17
3 Aufbau von Industrierobotern	19
3.1 Aufbau des Handhabungsgerätes	22
3.1.1 Bauarten	24
3.1.2 Führungen und Verbindungen	26
3.1.3 Baukastensysteme	30
3.1.4 Sicherheitseinrichtungen	35
3.2 Steuerungsaufbau	37
3.2.1 Informationsteil	45
3.2.1.1 Informationseingabe	45
3.2.1.2 Speicher	48
3.2.1.3 Wegmeß-Systeme	51
3.2.2 Energieteil	54
3.3 Antriebsarten	55
3.3.1 Hydraulische Antriebe	58
3.3.2 Pneumatische Antriebe	60
3.3.3 Elektrische Antriebe	61
3.4 Steuerungsarten	75
3.4.1 Folgesteuerung	75
3.4.2 PTP-Steuerung	76
3.4.3 MP-Steuerung	78
3.4.4 CP-Steuerung	78
3.4.5 CNC	79
3.4.6 DNC	80

3.5 Leistungsdaten	81
3.5.1 Freiheitsgrade	81
3.5.2 Arbeitsraum	83
3.5.3 Genauigkeitskenngößen	87
3.5.4 Tragfähigkeit	93
3.5.5 Ausnutzungsgrad	94
3.5.6 Geschwindigkeit des Manipulatorarmes	97
3.6 Greifeinrichtungen	100
3.6.1 Greifeinrichtungen zur Werkstückhandhabung	101
3.6.2 Werkzeughandhabung durch Greifeinrichtungen	112
3.7 Sensoren	112
3.7.1 Sensoren mit Kontrollfunktion	115
3.7.2 Sensoren mit Tastfunktion	116
3.7.3 Sensoren mit Erkennungsfunktion	125
3.8 Peripherie	134
4 Anwendung freiprogrammierbarer Manipulatoren	138
4.1 Schweißtechnik	139
4.1.1 Punktschweißen	140
4.1.1.1 Punktschweißen von PKW-Seitenteilen	144
4.1.1.2 Punktschweißen von PKW-Rohkarosserien	146
4.1.1.3 Punktschweißen von Karosseriehinterteilen	146
4.1.1.4 Punktschweißen von Karosserieunterbauten	147
4.1.1.5 Punktschweißen von Herdgestellplatten	149
4.1.2 Lichtbogenschweißen	149
4.1.2.1 Lichtbogenschweißen von PKW-Hinterachsen	151
4.1.2.2 Lichtbogenschweißen von Vorderradachsträgern	154
4.1.2.3 Lichtbogenschweißen von PKW-Türen	155
4.1.2.4 Maßnahmen vor dem Lichtbogenschweißen von Werkstücken	156
4.2 Beschichttechnik	156
4.2.1 Spritzlackieren	157
4.2.2 Automatische Lackierstraße	157
4.2.3 Karosserielackierung	158
4.2.4 Plasmaspritzen	158
4.2.5 PVC-Kleber auftragen	159
4.3 Handhabungstechnik	159
4.3.1 Be- und Entladen von Werkzeugmaschinen	160
4.3.1.1 Drehautomat	161
4.3.1.2 Entgratanlage	164
4.3.1.3 Pressen	165
4.3.1.3.1 Preßmaschine	165
4.3.1.3.2 Pressenstraße	166
4.3.1.3.3 Industrieroboter beim Einsatz in schnellen Pressenstraßen	168
4.3.1.3.4 Warmschmiedeanlage	169
4.3.1.3.5 Schmiedepresse	170
4.3.1.3.6 Schmiedeanlage	171

4.3.1.4	Gießen	172
4.3.1.4.1	Druckgießmaschine	172
4.3.1.4.2	Schleudergießmaschine	172
4.3.1.5	Glasblaseinrichtung	173
4.3.1.6	Lichtbogenschweißmaschine	176
4.3.1.7	Kunststoffmaschine	177
4.3.1.8	Röntgenanlage	178
4.3.1.9	Industrieroboter scheren Schafe	178
4.3.1.10	Industrieroboter nieten Flugzeugteile	178
4.3.1.11	Bedienung und Steuerung einer Meßstation	179
4.3.1.12	Industrieroboter bei der Qualitätskontrolle	179
4.3.1.13	Justage von Fehlerstromschutzschaltern	180
4.3.1.14	Verkettungen	183
4.3.1.14.1	Verkettung einer Rotorgehäusefertigung	183
4.3.1.14.2	Verkettung einer Polgehäusefertigung	184
4.3.1.14.3	Verbindung von Förderrinnen	184
4.3.2	Stapeln von Teilen	185
4.3.2.1	Kasten, Paletten	186
4.3.2.2	Handhaben und Stapeln von Hinterachsen	187
4.3.2.3	Steine	188
4.3.3	Kommissionieren	189
4.3.4	Montieren von Teilen	191
4.3.4.1	Leiterplattenmontage	192
4.3.4.2	Radmontage	193
4.3.4.3	Gelenkwellenmontage	193
4.3.4.4	Zylinderkopfmontage	193
4.3.4.5	Schraubenmontage	194
4.3.4.6	Montage von Karosserie- und Motorenbaugruppen	194
4.3.4.7	Flexible automatische Montage kleiner Werkstücke	196
4.3.4.8	Kabelbaummontage	197
4.3.4.9	Freiprogrammierbares Montagesystem	198
4.4	Bearbeitung von Teilen	198
4.4.1	Schleifen	200
4.4.2	Entgraten von Getriebegehäusen	200
4.4.3	Industrieroboter mit integrierter Werkzeuflösung	201
4.4.4	Laserstrahlschneiden	201
4.4.5	Wasserstrahlschneiden	202
4.4.6	Plasmaschneiden	202
4.4.7	Glasschneiden	202
4.5	Sortieren von Teilen	203
4.5.1	Sortieren von Kleinteilen	203
4.5.2	Paketsortieren	204
4.5.3	Griff in die Kiste	205
4.6	Industrieroboter, eingebunden im CIM-Konzept	205
4.7	Spezielle Anwendungsbereiche und zukünftige Applikationsmöglichkeiten	208
4.8	Mobile Industrieroboter	209
4.8.1	Fahrbarer Industrieroboter	210

5 Programmierung von Industrierobotern	212
5.1 Manuelle Dateneingabe	218
5.2 Teach-in-Programmierung	221
5.3 Programmiersprachen	226
5.3.1 Elementare Programmiersprachen	227
5.3.2 Problemorientierte Programmiersprachen	228
5.4 Signalverkehr zwischen Industrieroboter und Peripherie	233
5.5 Koordinatentransformation	235
5.6 Speicherung von Bildern	238
5.7 Lerneffekt	244
5.8 Erstprogrammierung – Wiederholprogrammierung	244
6 Erfahrungen bei der Einführung und dem Einsatz von Industrierobotern	246
6.1 Arbeitsplanung	247
6.1.1 Manuelle Arbeitsplanung	249
6.1.2 Arbeitsplanung mittels EDVA	252
6.1.3 Planungsstudien im Rahmen der laufenden Produktionsplanung	252
6.2 Prüfprogramm für Industrieroboter	256
6.3 Vorbeugende Instandhaltung	258
6.4 Flexibilitätskriterien für Industrieroboter	260
6.4.1 Flexibilitätseinfluß Leistungsdaten des Industrieroboters	260
6.4.2 Flexibilitätseinfluß Greifeinrichtung	261
7 Wirtschaftlichkeitsvergleich mittels EDVA	262
7.1 Allgemeine Einführung	262
7.2 Rechnergestützte Wirtschaftlichkeitssimulation	263
7.3 Programmeingabe	263
7.4 Programmausgabe	264
7.5 Programmbeschreibung und Einflußgrößen	265
7.6 Informationsflußdiagramm	269
7.7 Fallstudien	271
7.7.1 Fallstudie 1 (Werkzeugmaschinenbeschickung)	271
7.7.1.1 Variieren des Anschaffungspreises	273
7.7.1.2 Variieren der Bedienungskräfte	273
7.7.1.3 Variieren der Lebensdauer des Industrieroboters	274
7.7.1.4 Variieren der Auftragsstückzahl	275
7.7.1.5 Variieren der Stückzeit	275
7.7.1.6 Ergebnis der Fallstudie 1	277
7.7.2 Fallstudie 2 (Punktschweißung einer PKW-Tür)	277
7.7.2.1 Variieren der Anschaffungskosten	281
7.7.2.2 Variieren der Lebensdauer des Industrieroboters	282
7.7.2.3 Variieren der Betriebsstunden	283
7.7.2.4 Variieren der Lohnkosten	283
7.7.2.5 Variieren des Zinssatzes	284
7.7.2.6 Ergebnis der Fallstudie 2	284
7.8 Zusammenfassung	285

8 Ausblick	287
8.1 Koppelung mehrerer Geräte mittels Prozeßrechner	287
8.2 Positonsbestimmung von Teilen	288
8.3 Mobile Handhabung	289
8.4 Greifeinrichtungen	290
8.4.1 Adaptive Greifeinrichtungen	290
8.4.2 Greifsysteme mit mehreren Freiheitsgraden	291
8.5 Regeleinrichtungen für Lernschemata	291
8.6 Zukünftige Einsatzmöglichkeiten	292
9 Anhang	293
9.1 Tabelle mit Leistungsdaten der Industrieroboter	293
9.2 Arbeitsräume von Industrierobotern	331
9.2.1 Quaderförmige Arbeitsräume	332
9.2.2 Zylinderförmige Arbeitsräume	352
9.2.3 Sphärenförmige Arbeitsräume	383
9.2.4 Torusförmige Arbeitsräume	400
9.3 Übersicht über eine Anzahl von Sensoreinrichtungen	425
Literaturverzeichnis	434
Herstellerverzeichnis	453
Sachwortverzeichnis	459