

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	13
1.1 Allgemeines	13
1.2 Definitionen des Roboters	13
1.2.1 Definition nach Japan Industrial Robot Association (JIRA)	14
1.2.2 Definition nach Robot Institute of America (RIA)	14
1.2.3 Definition nach VDI-Richtlinie 2860	15
1.3 Roboterähnliche Geräte	15
1.3.1 Einlegegeräte	15
1.3.2 Manipulatoren und Teleoperatoren	17
1.3.3 Roboterfahrzeuge	17
1.4 Einordnung der Roboter	19
1.5 Einteilung der Roboter	19
1.6 Das Robotersystem	19
1.6.1 Kinematik	20
1.6.2 Antriebe	21
1.6.3 Effektor	21
1.6.4 Meßsysteme	21
1.6.5 Sensoren	21
1.6.6 Steuerung	21
1.6.7 Sicherheitseinrichtungen	22
1.6.8 Peripheriegeräte	22
1.6.9 Software	22
2 Entwicklung	23
2.1 Erste Anfänge	23
2.2 Heutiger Stand	25
2.3 Zukunftsaussichten	28
3 Kinematik	31
3.1 Allgemeines	31
3.2 Roboterachsen	32
3.3 Roboterkonfiguration	33
3.3.1 Beschreibung der Roboterkonfiguration	34
3.4 Konfigurationen fester Roboter	36
3.4.1 Kartesische Konfiguration	36
3.4.2 Zylindrische Konfiguration	38
3.4.3 Kugelförmige Konfiguration	39
3.4.4 Gelenkarmkonfiguration	39
3.4.5 Scara-Konfiguration	41

3.4.6	Sonstige	41
	Roboter 15 der Fa. Reis	43
	Montageroboter IRb 1000 der Fa. Asea	43
	Spine-Roboter	44
3.5	Verfahrbare Roboter	45
3.5.1	Verfahreinheiten mit fest definierten Positionen	46
3.5.2	Verfahreinheiten mit servogesteuerter Positionierung	46
3.6	Mobile Roboter	47
3.7	Frei bewegliche Roboter	49
4	Antriebe	51
4.1	Allgemeines	51
4.2	Elektrische Antriebe	55
4.2.1	Servoantriebe mit Gleichstrommotoren	57
4.2.2	Servoantriebe mit Drehstrommotoren	62
4.3	Hydraulische Antriebe	64
4.3.1	Servoverstärker	66
4.3.2	Hydraulikaggregat	67
4.3.3	Servoventile	68
4.3.4	Zylinder und Motoren	70
4.4	Kraftübertragungselemente	74
4.4.1	Spezialgetriebe für Roboter	74
4.4.2	Bremsen	76
4.4.3	Gewichtsausgleich	77
4.4.4	Kraftübertragung beim Roboter Asea IRb 6/2	79
5	Effektoren	83
5.1	Allgemeines	83
5.2	Greifer	84
5.2.1	Mechanische Greifer	85
5.2.2	Magnetische Greifer	89
5.2.3	Vakuumgreifer	90
5.2.4	Druckluftgreifer	91
5.2.5	Mehrfachgreifer	91
5.3	Werkzeuge	94
5.4	Auswechselbare Effektoren	95
5.4.1	Wechselsysteme mit magazinierten Effektoren	95
5.4.2	Wechselsysteme mit Effektoren am Revolverkopf	97
5.5	Nachgiebige Befestigung der Effektoren	98
5.6	Kollisions- und Überlastschutz	99
6	Meßsysteme	101
6.1	Allgemeines	101
6.2	Positionsmeßsysteme	102
6.2.1	Endschalter	102
6.2.2	Inkrementale Meßsysteme	102
6.2.3	Absolute Meßsysteme	105
	Resolver	105
	Winkelcodierer	107
6.3	Geschwindigkeitsmeßsysteme	110
7	Sensoren	111
7.1	Allgemeines	111

7.2	Taktile Sensoren	113
7.2.1	Schalter	113
7.2.2	Berührungssensoren	114
7.2.3	Sensoren für Kräfte und Momente	114
7.3	Nichttaktile Sensoren	115
7.3.1	Elektrische Sensoren	115
7.3.2	Akustische Sensoren	116
7.3.3	Optische Sensoren	118
7.4	Sensorsysteme für das Lichtbogenschweißen	118
7.5	Bildverarbeitungssysteme	123
7.5.1	Kamera	125
7.5.2	Rechner	127
7.5.3	Ausleuchtung	129
7.5.4	ASEA Robot Vision System IVR	129
Steuerung		135
8.1	Allgemeines	135
8.2	Koordinatensysteme und Tool Center Point	139
8.2.1	Raumkoordinatensystem	141
8.2.2	Roboter-Koordinatensystem	141
8.2.3	Werkzeug-Koordinatensystem	143
8.2.4	Tool Center Point	143
8.2.5	Koordinatentransformation	143
8.3	Bestandteile der Robotersteuerung	144
8.3.1	Zentraleinheit	147
8.3.2	Interner Speicher	147
8.3.3	Schreib- und Lese-Einheit für externe Datenträger	148
8.3.4	Lageregeleinheiten	148
8.3.5	Ein- und Ausgangseinheiten	149
8.3.6	Bedien- und Anzeigefeld	149
8.3.7	Programmierhandgerät	152
8.3.8	Betriebssystem	152
8.4	Funktionen der Robotersteuerung	152
8.4.1	Synchronisieren der Steuerung mit der Kinematik	153
8.4.2	Verfahren der Roboterachsen von Hand	153
8.4.3	Automatisches Verfahren der Roboterachsen	156
8.4.4	Verschleifen	156
8.4.5	Verschieben, Verdrehen und Spiegeln der Bewegungsabläufe	157
8.4.6	Palettieren	157
8.4.7	Bandsynchronisation	158
8.4.8	Pendeln	159
8.4.9	Verarbeitung der Sensorsignale	160
8.4.10	Schutzräume und softwaremäßige Begrenzung des Arbeitsraums	160
8.4.11	Kommunikation mit dem übergeordneten Rechner	161
8.4.12	Selbstüberwachung und Diagnose	161
Kenngrößen		163
9.1	Allgemeines	163
9.2	Geometrische Kenngrößen	163
9.3	Lastkenngrößen	165
9.4	Kinematische Kenngrößen	167
9.5	Genauigkeitskenngrößen	167

10	Programmierung	169
10.1	Allgemeines	169
10.1.1	Programmiermethoden	169
10.1.2	Festlegen des Programmablaufs	170
10.1.3	Erstellen und Erproben des Programms	172
10.2	Online-Programmierung mit Teach-in	173
10.2.1	Teach-in-Programmierung eines ASEA-Roboters	174
10.3	Online-Programmierung mit Playback	179
10.4	Textuelle Offline-Programmierung	181
10.4.1	Programmierung	182
10.4.2	Offline-Programmierung eines IBM-Roboters	184
10.5	Offline-Programmierung mit CAD	185
11	Peripheriegeräte	191
11.1	Allgemeines	191
11.1.1	Flexibilität der Peripheriegeräte	192
11.1.2	Arten der Peripheriegeräte	192
11.2	Typische Roboter-Peripheriegeräte	194
11.2.1	Paletten und Palettenförderer	194
11.2.2	Drehtische	197
11.2.3	Positionierer	197
12	Sicherheit	201
12.1	Allgemeines	201
12.2	Sicherheitstechnische Ausrüstung des Roboters	202
12.2.1	Mechanische Ausrüstung	202
12.2.2	Elektrische Ausrüstung	203
12.3	Absicherung des gesamten Robotersystems	204
12.3.1	Schutzeinrichtungen	204
12.3.2	Aufstellung	207
12.4	Einrichten und Automatikbetrieb	208
12.4.1	Einrichten	208
12.4.2	Automatikbetrieb	208
13	Wirtschaftlichkeit	209
13.1	Allgemeines	209
13.2	Faktoren für die Wirtschaftlichkeitsberechnung	209
13.2.1	Anschaffungskosten des Robotersystems	209
13.2.2	Betriebskosten des Robotersystems	210
13.2.3	Lebensdauer des Roboters	211
13.2.4	Kosten der Handfertigung	211
13.2.5	Sonstiges	212
13.3	Wirtschaftlichkeitsberechnung	213
14	Planung des Robotereinsatzes	215
14.1	Allgemeines	215
14.1.1	Geschwindigkeit	215
14.1.2	Komplexität der Aufgabe	216
14.1.3	Zahl der Roboter	216
14.1.4	Stückzahlen	216
14.2	Planung	217
14.2.1	Definition der Handhabungsaufgabe	217
14.2.2	Layout	218

14.2.3	Wahl des Roboters	224
14.2.4	Integration in das gesamte Fertigungssystem	225
14.2.5	Vorbereitung der Realisierung	225
14.3	Regeln für den Robotereinsatz	225
15	Anwendung	227
15.1	Allgemeines	227
15.2	Materialhandhabung	227
15.3	Maschinenbeschickung	231
15.4	Schweißen	233
15.5	Entgraten und Polieren	236
15.6	Lackieren und Beschichten	239
15.7	Kleben	243
15.8	Montage im Automobilbau	243
15.9	Montage in der Elektronik	248
15.10	Qualitätssicherung	251
16	Sonstiges	253
16.1	Hersteller und Lieferanten und ihre Hauptprodukte	253
16.2	Literaturverzeichnis	260
16.2.1	Bücher in deutscher Sprache	260
16.2.2	Zeitschriften in deutscher Sprache	261
16.2.3	Deutsche Normen und Richtlinien	261
16.2.4	Bücher in englischer Sprache	261
16.2.5	Zeitschriften in englischer Sprache	262
16.3	Wichtige Anschriften	262
16.3.1	Inland	262
16.3.2	Ausland	263
17	Stichwortverzeichnis	265