

Flexible Fertigungssysteme

Gestaltung und Anwendung in der Teilefertigung

Herausgegeben von
Prof. Dr. sc. techn. Siegfried Wirth,
Karl-Marx-Stadt



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	11
1 Entwicklungsetappen der flexiblen automatischen und rechnerintegrierten Produktion	14
1.1 Historischer Abriß	14
1.2 Etappen zur automatisierten rechnerintegrierten Produktion	15
2. Theoretische Grundlagen	22
2.1 Hierarchische und periphere Gliederung des Betriebes	22
2.2 Systemtheorie und Flußsysteme	26
2.2.1 Grund- und Einzelfunktionen	26
2.2.2 System, Flußsystem und -element	27
2.2.3 Flexibilität eines Systems	35
2.2.4 Integrationsstufen	36
2.2.5 Automatisierungsstufen	43
2.2.5.1 Automatisierungsstufen und Geschlossenheit des Stoffflusses	43
2.2.5.2 Automatisierungsstufen des Informationsflusses	46
2.3 Struktur der Flußsysteme	47
2.3.1 Wechselwirkungen zwischen der Struktur der Prozeßmenge und der des Flußsystems	47
2.3.2 Strukturkenngröße, Intensitätsgrad und Abgrenzung des Strukturtyps	49
2.3.3 Zeitliche Struktur der Flußsysteme	50
2.4 Klassifizierung, Charakterisierung und Einordnung von Fertigungssystemen	51
2.4.1 Klassifizierung	51
2.4.2 Charakterisierung	52
2.4.3 Einordnung von praktischen Ausführungsformen	55
3 Systemelemente in der flexiblen automatisierten Teilefertigung	60
3.1 Technische Anforderungen	61
3.2 Fertigungsaufgabe	61
3.3 Entwicklungsrichtungen bei den Systemmodulen	69
3.3.1 Konzentration der Bearbeitung	69
3.3.2 Anpassung der Systemmodule an die Fertigungsaufgabe	70
3.3.3 Der automatische Werkzeugwechsel	73
3.3.4 Der automatische Werkstückwechsel	80
3.3.5 Die automatische flexible Spanntechnik	85
3.3.6 Überwachungs- und Diagnosesysteme	88
3.3.7 Anforderungen an die Modul- und Fertigungssystemsteuerung	91
3.4 Bearbeitungszentren	92
3.4.1 Bearbeitungszentrum für Wellenteile	92
3.4.2 Bearbeitungszentrum für Futterteile	93
3.4.3 Bearbeitungszentrum für Bohr- und Fräsbearbeitung	93
3.4.4 Bearbeitungszentrum für Fräs- und Bohrbearbeitung	93
3.5 Übergangsstufe zur flexiblen Fertigungszelle	94
3.6 Fertigungszellen	94
3.6.1 Fertigungszellen für Wellenteilherstellung	95
3.6.2 Fertigungszellen für Futterteilherstellung	95
3.6.3 Fertigungszellen für Schleifbearbeitung	97
3.6.4 Fertigungszellen für Prismaticteilherstellung	98
3.7 Systemmodule	100
3.7.1 Reinigungsmodul	100
3.7.2 Entsorgungsmodul	101
3.7.3 Meßmodul (Qualitätssicherungsmodul)	102
3.7.4 Weitere Systemmodule	102
4 Teile- und Werkstückfluß	104
4.1 Prozeßcharakteristik	104
4.1.1 Zielstellungen und Anforderungen	104
4.1.2 Teileflußkonzeption, Funktionsintegration und Funktionsketten	109

4.2	Technische Lösungen	113
4.2.1	Transport-, Umschlag- und Lagerungshilfsmittel	115
4.2.2	Transporteinrichtungen	120
4.2.2.1	Fördereinrichtungen	122
4.2.2.2	Umschlageinrichtungen	127
4.2.2.2.1	Übergabeeinrichtungen	127
4.2.2.2.2	Handhabeinrichtungen	132
4.2.3	Lagerungseinrichtungen	137
4.2.3.1	Fertigungsplatzgebundene Speicher	137
4.2.3.2	Lager für Fertigungsabschnitte und -bereiche	140
4.2.4	Integrierte TUL-Lösungen	145
4.3	Gestaltungslösungen unter besonderer Berücksichtigung des Baukörpers sowie des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes	149
4.3.1	Anordnungs- und Gestaltungsvarianten	149
4.3.2	Bautechnische, gesundheits-, arbeits- und brandschutztechnische Anforderungen	150
4.4	Einordnung in die Prozeßsteuerung	152
4.4.1	Materialflußsteuerung	152
4.4.2	Systemsteuerungen	153
4.4.2.1	Transport- und Umschlagssystem	153
4.4.2.2	Lagersystem	154
5	Vorrichtungs-, Werkzeug-, Prüfmittel-, Fertigungshilfsstoff- und Spänefluß	155
5.1	Vorrichtungs-, Werkzeug- und Prüfmittelfluß	155
5.1.1	Prozeßcharakteristik	155
5.1.2	Technische Lösungen	159
5.2	Fertigungshilfsstofffluß	162
5.2.1	Prozeßcharakteristik	162
5.2.2	Technische Lösungen	164
5.3	Spänefluß	171
5.3.1	Prozeßcharakteristik	171
5.3.2	Technische Lösungen	174
6	Informationsfluß	184
6.1	Grundlagen	184
6.2	Produktionsplanung und -steuerung	187
6.2.1	Produktionsplanung	187
6.2.2	Produktionssteuerung	189
6.3	Fertigungssteuerung	191
6.3.1	Ziele und Grundprinzipien	191
6.3.2	Fertigungszellensteuerung (FS 1. Ordnung)	192
6.3.3	Steuerung von Fertigungssystemen 2. Ordnung	195
6.4	Betriebsdatenerfassung	197
6.5	Maschinensteuerung	199
6.5.1	Technische Systeme der Maschinensteuerebene	199
6.5.2	Rechner und Rechnersysteme	205
6.5.3	Datenkommunikation	209
7	Projektierung von Fertigungssystemen	219
7.1	Methodik und Projektierungsschritte	219
7.2	Dimensionierung und Strukturierung des Teileflußsystems	221
7.2.1	Dimensionierung und Strukturierung des Teileprogramms	221
7.2.1.1	Aufgabenabgrenzung	221
7.2.1.2	Durchführung	223
7.2.2	Dimensionierung und Strukturierung der Fertigungsprozeßmenge	231
7.2.2.1	Bestimmung der Typenfertigungsprozesse	231
7.2.2.2	Bestimmung der Fertigungsvorgänge	239
7.2.3	Grobstrukturierung der Teileflußsysteme	249
7.2.3.1	Ausgangsbedingungen	249
7.2.3.2	Durchführung	250
7.2.4	Räumliche Strukturierung der Teileflußsysteme	253
7.2.4.1	Ausgangsbedingungen	253
7.2.4.2	Durchführung	255
7.2.5	Feinstrukturierung der Teileflußsysteme	262
7.3	Vorrichtungs-, Werkzeug-, Prüfmittel-, Fertigungshilfsstoff- und Spänefluß	264
7.3.1	Vorrichtungs-, Werkzeug- und Prüfmittelfluß	264
7.3.2	Fertigungshilfsstofffluß	266
7.3.3	Spänefluß	269

7.4.	Informationsfluß	272
7.5.	Instandhaltung	273
7.6.	Arbeitskräftelösungen	276
7.6.1	Entwicklung der Mensch-Technik-Beziehungen	276
7.6.2	Zielstellung und arbeitswissenschaftliche Ergebnisse	277
7.6.3	Vorgehensweise zur Projektierung der komplexen Arbeitskräftelösung .	278
7.6.4	Gestaltung von Arbeitsaufgaben in der Produktionssteuerung	281
7.6.5	Praxisüberleitung komplexer Arbeitskräftelösungen	283
7.6.6	Bedientechnik und -systeme	285
7.6.6.1	Arbeitswissenschaftliche Gestaltungsaspekte	286
7.6.6.2	Spezifika der Gestaltung von Arbeitsbereichen der Fertigungsprozeß- steuerung	288
7.6.6.3	Gestaltungsbeispiel	289
7.7	Ökonomische Beurteilung von Projektvarianten	290
8	Grundsätze zur Systemplanung, Systemprojektierung und Systemrealisierung	295
8.1	Systemplanung und betriebliche Einordnung	295
8.2	Systemprojektierung und Systemrealisierung	302
8.2.1	Systemprojektierung	307
8.2.2	Systemrealisierung und Systeminbetriebnahme	310
9	Gestaltungslösungen	314
10	Literatur	338
11	Sachwörterverzeichnis	345