

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Einführung in CIM | 1 |
| 1.1 Gesamtaufgabe eines Unternehmens | 1 |
| 1.1.1 Aufbauorganisation | 2 |
| 1.1.2 Ablauforganisation | 3 |
| 1.1.3 Personelle Auswirkungen von neuen Technologien | 4 |
| 1.2 Funktionen konventioneller Unternehmensbereiche | 5 |
| 1.2.1 Konstruktion | 5 |
| 1.2.2 Arbeitsplanung | 5 |
| 1.2.3 Produktionssteuerung | 5 |
| 1.2.4 Materialwirtschaft | 6 |
| 1.2.5 Notwendige Informationsflüsse zwischen den Bereichen | 7 |
| 1.3 Ansätze zur rechnerintegrierten Produktion | 8 |
| 1.3.1 CIM-Ansatz nach AWF | 8 |
| 1.3.2 CIM-Konzept nach Scheer | 12 |
| 1.3.3 Weiterreichende CIM-Definitionen | 15 |
| 1.3.4 CIM-Ansatz aus den USA | 16 |
| 1.3.5 Kommission CIM im DIN | 17 |
| 1.3.6 Unternehmensspezifische CIM-Interpretationen | 17 |
| 2 CAD – Rechnergestützte Konstruktion | 26 |
| 2.1 Einführung | 26 |
| 2.1.1 Stand der Entwicklungen | 26 |
| 2.1.2 Konstruktionsarten | 27 |
| 2.1.3 Anwendungsgebiete | 28 |
| 2.2 Systemumgebung | 33 |
| 2.2.1 CAD-Arbeitsplatz | 33 |
| 2.2.2 Systemkommunikation | 35 |
| 2.2.3 Leistungsumfang | 36 |
| 2.3 Modellaufbau und Modellierung | 37 |
| 2.3.1 Das 2D-Linienmodell | 37 |
| 2.3.2 Das 3D-Linienmodell | 38 |
| 2.3.3 Das 3D-Flächenmodell | 40 |
| 2.3.4 Das 3D-Volumenmodell | 41 |
| 2.3.5 Das Produktmodell | 43 |
| 2.4 Informationsbereitstellung für nachgeschaltete Prozesse | 45 |
| 2.4.1 NC-Programmierung | 46 |
| 2.4.2 Roboter Offline-Programmierung | 46 |
| 2.4.3 FEM-Berechnung | 49 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.4.4 | Simulation | 50 |
| 2.4.5 | Arbeitsplanung | 51 |
| 2.4.6 | Stücklistenübergabe | 52 |
| 2.4.7 | Meßtechnik | 53 |
| 2.4.8 | Technische Dokumentation | 54 |
| 2.5 | Datenadministration | 55 |
| 2.5.1 | Zeichnungsverwaltung | 55 |
| 2.5.2 | Datenbanken in der Konstruktion | 56 |
| 2.5.3 | Produktdatenbank | 58 |
| 2.6 | Schnittstellen | 60 |
| 2.6.1 | IGES | 62 |
| 2.6.2 | VDAFS, VDAIS, VDAPS | 63 |
| 2.6.3 | SET/STEP | 66 |
| 3 | CAE – Rechnergestütztes Engineering | 68 |
| 3.1 | Finite-Elemente-Methode (FEM) | 68 |
| 3.1.1 | Einführung | 68 |
| 3.1.2 | Einsatzgebiete | 69 |
| 3.1.3 | Berechnungsmethode | 73 |
| 3.1.4 | Netzgenerierung und CAD-Integration | 76 |
| 3.2 | Weitere Berechnungsverfahren | 78 |
| 3.2.1 | Boundary-Element-Methode (BEM) | 78 |
| 3.2.2 | Optimierungsberechnung | 80 |
| 3.2.3 | Simulationsverfahren | 84 |
| 3.3 | Rechnergestützte Dokumentation | 90 |
| 3.3.1 | Einführung | 90 |
| 3.3.2 | Methoden der rechnerintegrierten Dokumentation | 91 |
| 3.3.3 | Rechnergestützte Dokumentation | 92 |
| 4 | CAP – Rechnergestützte Arbeitsplanung | 96 |
| 4.1 | Einführung | 96 |
| 4.2 | Generierung von Arbeitsplänen | 100 |
| 4.2.1 | Ausgangsteilbestimmung | 100 |
| 4.2.2 | Arbeitsvorgangsfolgermittlung | 102 |
| 4.2.3 | Fertigungsmittelauswahl | 103 |
| 4.2.4 | Vorgabezeitbestimmung und Arbeitsbewertung | 105 |
| 4.3 | NC-Programmierung | 106 |
| 4.3.1 | Grundlagen | 106 |
| 4.3.2 | Manuelle Programmierung | 107 |
| 4.3.3 | Werkstatorientierte Programmierung | 109 |
| 4.3.4 | Programmerstellung in der Arbeitsvorbereitung | 110 |
| 4.3.5 | CAD/NC-Kopplung | 113 |
| 4.3.6 | Programmierung von Robotern | 115 |
| 4.4 | Tool-Management | 116 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4.1 | Einführung | 116 |
| 4.4.2 | Werkzeugkreislauf | 118 |
| 4.4.3 | Werkzeugdaten | 119 |
| 4.4.4 | Funktionen eines rechnergestützten Tool-Management-Systems | 123 |
| 4.5 | Rechnereinsatz in der Arbeitsplanerstellung | 127 |
| 4.5.1 | Automatisierung von Tätigkeiten in der Arbeitsplanerstellung | 127 |
| 4.5.2 | Werkstückbeschreibung | 129 |
| 4.5.3 | Fallbeispiele | 133 |
| 5 | CAM – Rechnergestützte Fertigung | 139 |
| 5.1 | Einführung | 139 |
| 5.2 | Flexible Fertigung | 140 |
| 5.2.1 | CNC-Einzelmaschine | 141 |
| 5.2.2 | Bearbeitungszentrum | 142 |
| 5.2.3 | Flexible Fertigungszelle | 144 |
| 5.2.4 | Flexible Fertigungsinsel | 145 |
| 5.2.5 | Flexibles Fertigungssystem | 145 |
| 5.2.6 | Flexible Transferstraße | 148 |
| 5.3 | DNC-Betrieb | 149 |
| 5.3.1 | Allgemeiner Aufbau von DNC-Systemen | 149 |
| 5.3.2 | Funktionen eines DNC-Systems | 149 |
| 5.3.3 | Konventionelle NC-Fertigung versus DNC-Fertigung | 152 |
| 5.4 | Lager- und Materialflußtechnik | 152 |
| 5.4.1 | Fördermittel | 154 |
| 5.4.2 | Handhabungseinrichtungen und Industrieroboter | 155 |
| 5.4.3 | Lagermittel | 161 |
| 5.5 | Betriebsdatenerfassung (BDE) | 162 |
| 5.5.1 | Aufgaben der BDE | 162 |
| 5.5.2 | Klassifizierung der Betriebsdaten | 163 |
| 5.5.3 | Möglichkeiten der Datenerfassung | 163 |
| 5.5.4 | BDE-Systeme | 165 |
| 6 | CAQ – Rechnergestützte Qualitätssicherung | 168 |
| 6.1 | Einführung | 168 |
| 6.1.1 | Qualitätskreis | 168 |
| 6.1.2 | Qualitätskosten | 170 |
| 6.1.3 | Qualitätsgerechte Konstruktion | 172 |
| 6.2 | Rechnergestützte Qualitätssicherung | 175 |
| 6.2.1 | Qualitätsplanung | 175 |
| 6.2.2 | Qualitätsprüfung | 178 |
| 6.2.3 | Qualitätslenkung | 180 |
| 6.3 | Qualitätsregelkreise | 182 |
| 6.4 | Funktionen und Einsatzgebiete eines CAQ-Systems | 186 |
| 6.4.1 | Funktionen eines CAQ-Systems | 186 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.4.2 | Konzeption eines CAQ-Systems | 188 |
| 6.4.3 | CAQ in der Wareneingangsprüfung | 190 |
| 6.4.4 | CAQ in der Fertigung | 190 |
| 6.4.5 | CAQ in der Montage | 192 |
| 6.4.6 | CAQ in der Endprüfung | 193 |
| 6.4.7 | CAQ für die Prüfmittelüberwachung | 194 |
| 6.4.8 | CAQ für FMEA | 195 |
| 6.5 | Statistische Prozeßregelung (SPC) | 196 |
| 6.5.1 | Grundlagen | 196 |
| 6.5.2 | Qualitätsregelkarte | 197 |
| 6.5.3 | Prozeßfähigkeit und Maschinenfähigkeit | 199 |
| 6.6 | Koordinatenmeßtechnik | 203 |
| 6.6.1 | Koordinatenmeßgerät | 203 |
| 6.6.2 | Programmiermethoden | 205 |
| 6.6.3 | Anbindung an CAD | 206 |
| 6.7 | Verknüpfung mit weiteren rechnergestützten Komponenten | 209 |
| 7 | PPS – Produktionsplanung- und -steuerung | 211 |
| 7.1 | Gegenstand der PPS | 211 |
| 7.1.1 | Einführung | 211 |
| 7.1.2 | Systematik der PPS-Systeme | 212 |
| 7.1.3 | Ansprüche an die PPS | 213 |
| 7.2 | Grunddaten der PPS | 215 |
| 7.2.1 | Kunden- und Lieferantenstammdaten | 216 |
| 7.2.2 | Teilestammdaten | 216 |
| 7.2.3 | Erzeugnisstrukturdaten | 217 |
| 7.2.4 | Stücklistengrundformen | 219 |
| 7.2.5 | Arbeitsplatzstammdaten | 223 |
| 7.2.6 | Arbeitsgangstrukturdaten | 224 |
| 7.3 | Produktionsprogrammplanung | 224 |
| 7.4 | Aufträge | 226 |
| 7.5 | Mengenplanung | 229 |
| 7.5.1 | Bedarfsermittlung | 230 |
| 7.5.2 | Bestellung und Beschaffung | 232 |
| 7.6 | Termin- und Kapazitätsplanung | 235 |
| 7.6.1 | Durchlaufterminierung | 235 |
| 7.6.2 | Kapazitätsterminierung | 237 |
| 7.6.3 | Reihenfolgeplanung | 237 |
| 7.6.4 | Verfügbarkeitsprüfung | 239 |
| 7.6.5 | Feinterminierung | 239 |
| 7.7 | Personalplanung | 239 |
| 7.7.1 | Teilbereiche | 239 |
| 7.7.2 | Mitarbeiterbezogene Aspekte der PPS | 241 |
| 7.8 | PPS als Regler der Fertigung | 243 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 7.8.1 | Dezentrale Werkstattsteuerung | 243 |
| 7.8.2 | Zentrale Werkstattsteuerung | 243 |
| 7.8.3 | Integration PPS/BDE | 247 |
| 7.9 | Entwicklungsstand und Entwicklungstendenzen | 249 |
| 8 | DN – Datennetze | 258 |
| 8.1 | Netzwerk-Topologien | 259 |
| 8.1.1 | Sternstruktur | 260 |
| 8.1.2 | Ringstruktur | 261 |
| 8.1.3 | Busstruktur | 262 |
| 8.2 | Zugriffsverfahren und Protokolle | 263 |
| 8.2.1 | CSMA/CD | 263 |
| 8.2.2 | Token-Ring | 264 |
| 8.2.3 | Token-Bus | 266 |
| 8.3 | Übertragungsmedien | 267 |
| 8.3.1 | Verdrilltes Kupferkabel | 267 |
| 8.3.2 | Koaxialkabel | 267 |
| 8.3.3 | Glasfaserkabel | 267 |
| 8.4 | Signal-Technologien | 268 |
| 8.4.1 | Basisband-Übertragung | 269 |
| 8.4.2 | Breitband-Übertragung | 270 |
| 8.5 | Standards für lokale Netzwerke | 271 |
| 8.5.1 | Standardisierungsgrundlage - ISO-Referenzmodell | 271 |
| 8.5.2 | MAP-Konzept | 274 |
| 8.5.3 | TOP-Konzept | 274 |
| 8.5.4 | Client-Server-Prinzip | 275 |
| 8.6 | Netzwerkübergänge | 276 |
| 8.6.1 | Repeater | 276 |
| 8.6.2 | Bridge | 277 |
| 8.6.3 | Router | 278 |
| 8.6.4 | Gateway | 279 |
| 8.7 | Realisierungen | 280 |
| 8.7.1 | Büronetze | 280 |
| 8.7.2 | Fertigungsnetze | 281 |
| 9 | DB – Datenbanken | 284 |
| 9.1 | Dateiorganisationsformen und Zugriffsmethoden | 286 |
| 9.1.1 | Sequentielle Datei | 286 |
| 9.1.2 | Direkte Datei | 287 |
| 9.1.3 | Index-sequentielle Datei | 290 |
| 9.2 | Traditionelle Datenbankmodelle | 290 |
| 9.2.1 | Hierarchisches Datenbankmodell | 291 |
| 9.2.2 | Netzwerk-Datenbankmodell | 293 |
| 9.2.3 | Relationales Datenbankmodell | 293 |
| 9.3 | Weiterführende Datenmodelle | 295 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.3.1 | Semantische Datenmodelle | 297 |
| 9.3.2 | Objektorientierte Datenmodelle | 298 |
| 9.4 | Technische Datenbanken | 300 |
| 9.4.1 | Datenbanken in der Konstruktion | 301 |
| 9.4.2 | Datenbanken in der Arbeitsplanung | 303 |
| 9.4.3 | Datenbanken in der Auftragsabwicklung | 304 |
| 9.4.4 | Datenbanken im Qualitätswesen | 304 |
| 9.4.5 | Verteilte Datenbank | 305 |
| 9.4.6 | Produktdatenbank | 306 |
| 9.4.7 | Wissensbank | 307 |
| 10 | KI – Künstliche Intelligenz | 310 |
| 10.1 | Definition und grundlegende Eigenschaften | 310 |
| 10.2 | Expertensysteme | 311 |
| 10.2.1 | Definition | 311 |
| 10.2.2 | Merkmale und Komponenten | 312 |
| 10.2.3 | Entwicklungsstufen für KI-Systeme | 317 |
| 10.2.4 | Einsatzgebiete von Expertensystemen | 318 |
| 10.3 | Expertensystemanwendungen im CIM-Umfeld | 321 |
| 10.3.1 | Expertensysteme in der Konstruktion | 322 |
| 10.3.2 | Expertensysteme in der Arbeitsplanung | 328 |
| 10.3.3 | Expertensysteme in der Produktionsplanung und -steuerung | 333 |
| 10.3.4 | Expertensysteme in der Produktion | 335 |
| 10.3.5 | Expertensysteme in der Qualitätssicherung | 337 |
| 11 | CIM – Umsetzungsstrategien | 342 |
| 11.1 | Datenorganisation und Datenadministration | 342 |
| 11.2 | Datenbeziehungen und Datenflüsse | 343 |
| 11.2.1 | Datenfluß von CAD/CAM zu PPS | 344 |
| 11.2.2 | Datenfluß von PPS zu CAD/CAM | 347 |
| 11.3 | CIM-Umsetzungsstrategien | 349 |
| 11.3.1 | Teilkette 1 – Verbindung von Produktionsplanung und -steuerung | 349 |
| 11.3.2 | Teilkette 2 – Verbindung von CAD und CAM | 351 |
| 11.3.3 | Teilkette 3 – Verbindung der Grunddatenverwaltung | 351 |
| 11.3.4 | Teilkette 4 – Verbindung der Fertigungssteuerung und CAM | 351 |
| 11.3.5 | Teilkette 5 – Verbindung unternehmensinterner und -externer Bereiche | 353 |
| 11.3.6 | Teilkette 6 – Verbindung operativer Systeme mit Controlling-Systemen | 354 |
| 11.3.7 | Bewertung der CIM-Teilketten | 354 |
| 11.4 | CIM-Realisierung anhand eines Fallbeispiels | 356 |
| 11.4.1 | Einführung | 356 |
| 11.4.2 | CIM-Konzeption | 357 |
| 11.4.3 | Anwendungssysteme | 358 |
| 11.4.4 | Mehrstufiges Integrationskonzept | 361 |

| | |
|--|------------|
| 11.4.5 Stand der Entwicklungen | 364 |
| 11.4.6 Auftragsabwicklung innerhalb der CIM-Fabrik | 364 |
| 11.4.7 Fazit | 366 |
| Literaturverzeichnis | 368 |
| Abkürzungsverzeichnis | 379 |
| Fachwortverzeichnis | 382 |
| Stichwortverzeichnis | 384 |