

Dr.-Ing. Tadeusz Elsner

CIM-Technologie-Transfer-Zentrum
im Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi)
an der Universität des Saarlandes

INTEGRIERTE AUFTRAGSABWICKLUNG IM CIM-TTZ SAARBRÜCKEN

INTEGRATED ORDER PROCESSING IN CIM-TTZ SAARBRÜCKEN

ZINTEGROWANA REALIZACJA ZLECEN W CIM-TTZ SAARBRÜCKEN

Zusammenfassung: Die Realisierung von CIM hat als Ziel die Schaffung eines integrierten Informationsflusses von der Auftragsannahme, bis zum Versand. Am CIM-TTZ Saarbrücken wird eine CIM-Modell-Fabrik aufgebaut. Auf zwei Fertigungslinien werden zum einem Ansteckbuttons, zum anderen Schreibtisch-Quarz-Uhren gefertigt. Im Referat wird der integrierte Auftragsdurchlauf für die beiden Produkte dargestellt und eingesetzte technische Systeme präsentiert.

Summary: The goal of CIM is the creation of integrated information flow from acknowledgment of the order, to the point when it is dispatched. In CIM-TTZ Saarbrücken a demonstration factory is developed. Buttons and desktop clocks are produced on two assembly lines. This paper presents the integrated order processing for these products and the used technical systems.

Streszczenie: Celem komputerowego wspomagania produkcji jest uzyskanie zintegrowanego przepływu informacji od momentu przyjęcia zlecenia aż do wysłania zamówionego produktu do klienta. W CIM-TTZ Saarbrücken powstaje modelowa fabryka. Na dwóch liniach produkcyjnych montowane są specyficzne żetony oraz zegary biurkowe. W referacie przedstawiono zintegrowaną realizację zleceń w CIM-TTZ oraz zastosowane systemy techniczne.

1. Einführung

Die aktuellen Entwicklungen auf dem Markt bedeuten für Unternehmen, daß bei steigender Anzahl der Produktvarianten die zu erwartenden Absatzzahlen schrumpfen. Die kurzen Produktlebenszyklen zwingen zur Verkürzung der Entwicklungszeiten. Typisch sind auch kurze Durchlauf- und Lieferzeiten. Von den Herstellern werden dazu noch hohe Qualität, Termintreue und Flexibilität verlangt [1].

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, d. h. auch um sich auf dem Markt behaupten zu können, ist es erforderlich, eine Reihe von Aktivitäten zu unternehmen, die sich aber nicht nur auf einzelne Bereiche, sondern auf den ganzen Betrieb und seine Umwelt beziehen. Das Stichwort für diese Maßnahmen heißt: CIM-Strategie, eine neue Unternehmensstrategie. Dabei sollen alle mit der Produktion zusammenhängenden Betriebsbereiche informationstechnisch miteinander verknüpft werden, um damit eine integrierte Informationsverarbeitung zur Erfüllung der betriebswirtschaftlichen und der technischen Aufgaben eines Industriebetriebes zu erreichen. Die eher betriebswirtschaftlichen Funktionen werden über Systeme zur Produktionsplanung und -Steuerung

(PPS-Systeme) abgewickelt, während die mehr technischen Aufgaben mit Hilfe verschiedener CA-Techniken bewältigt werden [2] (vgl. Abb. 1).

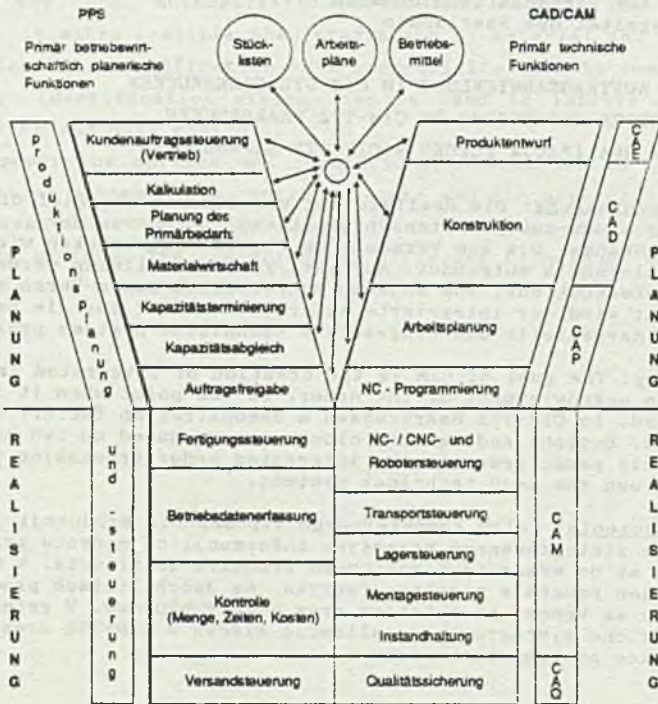


Abb. 1. Informationssysteme im Produktionsbereich (nach [2])
Fig. 1. Information systems in production (according to [2])

Die Realisierung von CIM hat als Ziel die Schaffung eines integrierten Informationsflusses von der Auftragsannahme, über die Produktionsplanung und -steuerung, die Montage, die Qualitätskontrolle bis zum Versand. Für die Durchführung dieses Vorhabens wird eine Rechnerunterstützung in allen Produktionsbereichen, Einsatz von lokalen Netzen und Datenintegration vorausgesetzt.

2. CIM-Technologie-Transfer-Zentrum Saarbrücken

Eine der aus den Mitteln des BMFT-Förderprogramms "Fertigungstechnik 1988 - 1992" (BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie) finanzierten Maßnahmen ist der sogenannte "Breitenwirksame CIM-Technologie-Transfer". Intention hierbei ist, das universitäre Know-How im Bereich CIM möglichst schnell in die industrielle Anwendung zu überführen. Im Rahmen der genannten Maßnahme wurde an 21 Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland der Aufbau von CIM-Technologie-Transfer-

Zentren finanziert. Das IWi vertritt in diesem Kreis als einziges das Fachgebiet der Betriebswirtschaftslehre. Die vom CIM-TTZ Saarbrücken wahrzunehmenden Aufgaben reichen von der Konzeption und Durchführung von Seminaren zu Themen aus dem Bereich der rechnerintegrierten Produktion über die Organisation von Veranstaltungen zum Erfahrungsaustausch über CIM bis hin zur Demonstration beispielhafter CIM-Realisierungen.

Im CIM-TTZ Saarbrücken wird sowohl zur Unterstützung und Illustration der Seminarveranstaltungen als auch zur Durchführung von Praktika, Seminar- und Diplomarbeiten eine CIM-Modell-Fabrik aufgebaut. Dazu werden verschiedene in der Industrie gebräuchliche EDV-Systeme informationstechnisch miteinander gekoppelt. Die Konfiguration ermöglicht es, den Auftragsdurchlauf durch ein CIM-orientiertes Unternehmen darzustellen. Auf zwei Fertigungslinien werden zum einem Ansteckbuttons, zum anderen Schreibtisch-Quarz-Uhren gefertigt. Im folgenden wird der Auftragsdurchlauf für die beiden Produkte dargestellt und eingesetzte technische Systeme präsentiert.

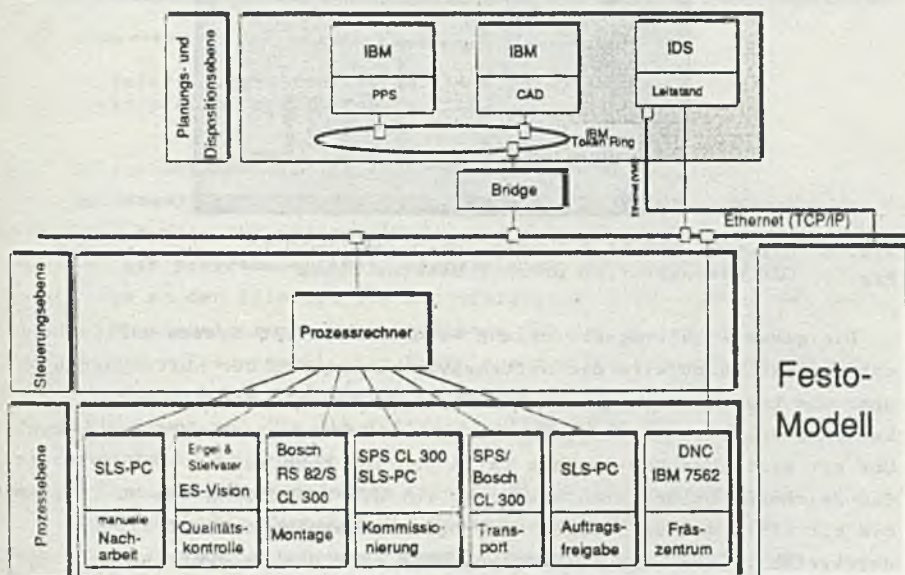


Abb. 2. Konfigurationsskizze der Uhrenfertigung

Fig. 2. Desktop clock production: system configuration

3. Uhrenfertigung

In der Uhrenherstellung, deren Konfiguration in Abb. 2 dargestellt ist, werden Schreibtisch-Quarz-Uhren (vgl. Abb. 3) gefertigt. Der Grundkörper dieser Uhr besteht aus einem Aluminium-Block, in den eine Stufe, ein

Monogramm nach Wunsch sowie Vertiefungen zur Aufnahme der Uhr und verschiedener Einpaßteile eingefräst werden. Die Art und die Anzahl der Einpaßteile definieren eine Variante. Im Auftrag wird die Variante, das gewünschte Monogramm, die Anzahl der zu fertigenden Uhren sowie der gewünschte Liefertermin festgelegt.

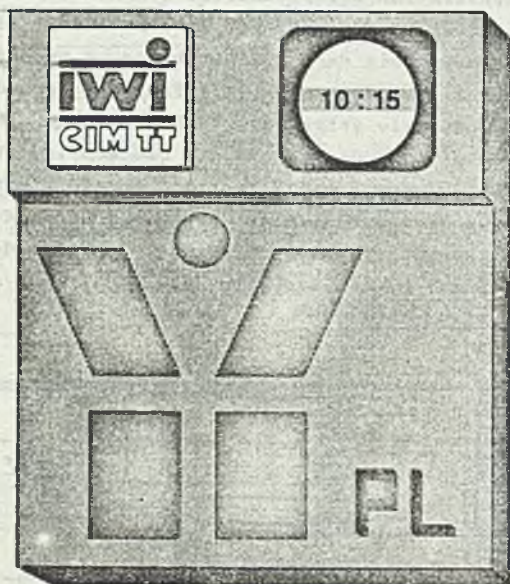


Abb. 3. CIM-Demoprodukt Schreibtisch-Quarz-Uhr
Fig. 3. CIM demonstration product desktop clock

Die gesamte Auftragsabwicklung wird von dem **PPS-System** MAPICS/DB (IBM) unterstützt. Dort wird die Auftragsverwaltung von der Auftragsannahme über die Lagerverwaltung und die Grobterminierung bis hin zur Rechnungsschreibung durchgeführt. In der **Konstruktion** wird die bestellte Uhr mit Hilfe des CAD-Systems CATIA von IBM konstruiert. Die so erstellte CAD-Zeichnung bildet eine Grundlage für die Erstellung des NC-Programms, die mit Hilfe des speziellen NC-Programmbausteins des CAD-Systems durchgeführt wird. Das NC-Programm wird über das Netzwerk an den DNC-Rechner und von dort an das **Bohr-Fräsbearbeitungszentrum** LUX-Mill überspielt.

Das vom PPS-System vorgegebene Auftragsreservoir wird dem Graphischen **Leitstand FI-2** von der Firma IDS zur Feinterminierung und Maschinenbelegungsplanung übergeben. Mit Hilfe der elektronischen Plantafel dieses Systems werden die Aufträge im Dialog mit dem Planer den jeweiligen Betriebsmitteln zugeteilt und die Auftragspapiere erstellt. Nach erfolgter Verfügbarkeitsprüfung wird der Auftrag zur Fertigung freigegeben.

Nach Fertigstellung der Grundplatte im Bohr-Präs-Bearbeitungszentrum wird der fertige Uhrengrundkörper auf einen Werkstückträger der Fertigungsstrecke gelegt. Diese setzt sich zusammen aus dem Transfersystem der Firma Bosch mit den vier Stationen: Auftragsnummereingabe, Kommissionierung, Montage/Qualitätskontrolle, Endstation/manuelle Nacharbeit (Abb.4).

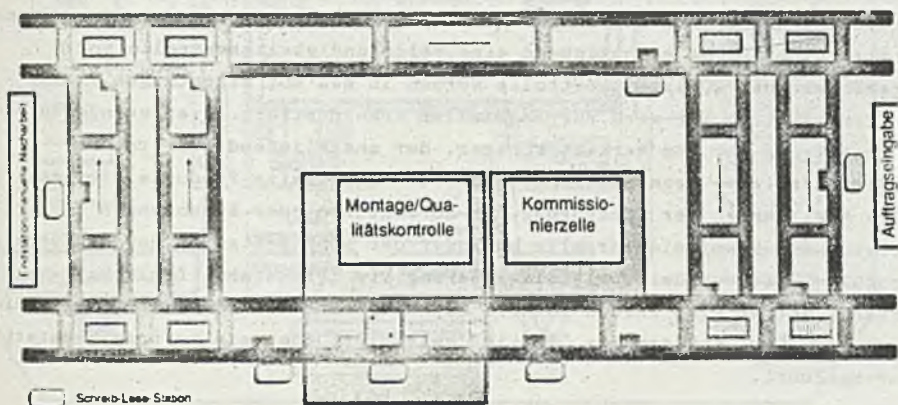


Abb. 4. Uhrfertigung: Struktur der Fertigungsstrecke
Fig. 4. Desktop clock production layout

Wichtigster Bestandteil des Informationsflusses stellt das Identifikationssystem *ID80* der Firma Bosch dar. Die Hauptkomponenten des Systems sind mobile Datenträger (MDT), und Schreib-Lese-Stationen (SLS). Der MDT ist ein programmierbarer Datenspeicher, der mittels eines Montagesatzes an den Paletten des Transfersystems befestigt werden kann. Die an der Transportstrecke zu montierende SLS ist ein kompaktes, programmierbares Steuergerät, das Daten aus den MDT lesen oder MDT mit Daten beschriften kann. Informationen im MDT werden für die Transportsteuerung und für die Auftragsabwicklung an den Bearbeitungsstationen genutzt.

An der Station *Auftragsingabe* erfolgt die manuelle Eingabe der Auftragsdaten über die Tastatur des Hostrechners (IBM PS/S). Die Auftrags- und die Variantenummer werden vom Hostrechner in einem festdefinierten Speicherbereich des MDT abgelegt. Somit kann auf die gespeicherten Daten an jeder weiteren Station zugegriffen werden. Danach wird der Werkstückträger entriegelt. Über eine Transportstrecke gelangt er zur Kommissionierzelle.

Bei Ankunft des Werkstückträgers an der *Kommissionierzelle* wird vom Hostrechner der SLS (IBM PS/2) die Variante aus dem MDT gelesen. Die für den jeweiligen Auftrag benötigten Einpaßteile werden aus dem Hochregallager entnommen und neben den fertigen Grundkörper direkt auf

dem Werkstückträger kommissioniert. Nach Beenden der Kommissionierung werden Daten über erfolgreiches Kommissionieren auf den MDT geschrieben.

Der so vorbereitete Werkstückträger wird schließlich über die Transferstrecke weiter zur **Montagestation** befördert. Nach Überprüfung und Auswertung der Daten auf dem MDT wird das zu der Variante gehörende Roboterprogramm in die Robotersteuerung geladen und die Montage der Schreibtischuhr durchgeführt. Das Bildverarbeitungssystem der Firma Engel & Stiefvater nimmt anschließend eine Vollständigkeitskontrolle vor. Ergebnisse der Qualitätskontrolle werden in den MDT eingetragen.

Eine fertige Uhr wird zur **Endstation** transportiert. Hier erfolgt die Entnahme der Uhr vom Werkstückträger, der anschließend zur Station Auftragsfreigabe transportiert wird. Für fehlerhafte Produkte gibt es eine Möglichkeit der Rückführung, um Korrekturen oder Ergänzungen im Bereich der Kommissionierzelle und/oder der Montagestation durchzuführen. Produkte, die von der Qualitätssicherung als irreparabel fehlerhaft erkannt worden sind werden manuell nachbearbeitet. Anschließend wird die jeweilige Uhr entweder als "fertig" deklariert oder ein Auftrag-Neustart durchgeführt.

4. Button-Fertigung

Seit Juli 1990 wird im CIM-TTZ das auf der Hannover Industrie-Messe '90 ausgestellte Festo-Modell zu Demonstrationszwecken eingesetzt. Das Modell entstand unter der Federführung der Festo KG Esslingen und des IWi mit der Beteiligung von insgesamt zehn Firmen (Abb. 5). Am Beispiel einer computergesteuerten, integrierten Produktionszelle zur kundenindividuellen, vollautomatischen Fertigung von Ansteckbuttons ist es gelungen, die Integrationsmöglichkeiten heterogener Hard- und Software zu veranschaulichen. Charakteristisch für das Modell ist die integrierte Auftragsabwicklung von der Auftragsannahme über die Produktionsplanung und -steuerung, die Montage, die Qualitätskontrolle bis zum Versand.

Die Ansteckbuttons werden in drei Farben und mit einer freiwählbaren Überschrift gefertigt.

Die Konfiguration des Festo-Modells im Rahmen des CIM-Demonstrationsobjektes zeigt Abb 6. Kernstück der Produktionszelle ist eine von FESTO entwickelte Fertigungsanlage, die aus fünf Stationen und einer verbindenden Förderstrecke besteht. Informationstechnisch ist das Modell in drei Ebenen gegliedert:

- Planungs- und Dispositionsebene mit dem PPS-System MAPICS DE von IBM und dem Leitstand FI-2 von der IDS,
- Steuerungsebene mit dem Prozeßleitsystem PROCESSYN von der IPS (ein Prozeßsteuerungs- und Prozeßüberwachungsrechner),
- die "fertigungsnahe" Prozeßebene mit einer Reihe von Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), die für die Steuerung einzelner Teilprozesse der Button-Fertigung verantwortlich sind.

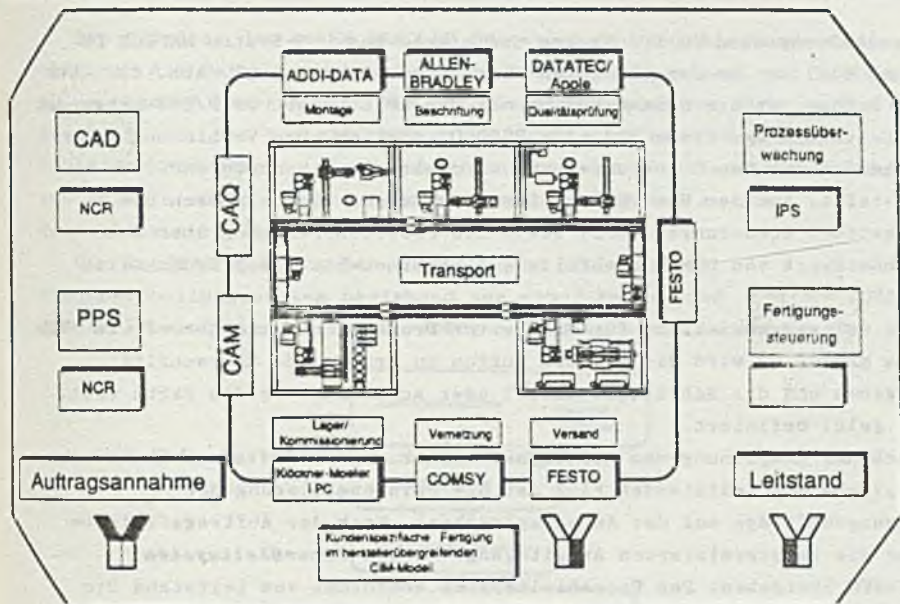


Abb. 5. Kundenspezifische Buttonfertigung (Messekonfiguration)
 Fig. 5. Customer specific button production (fair configuration)

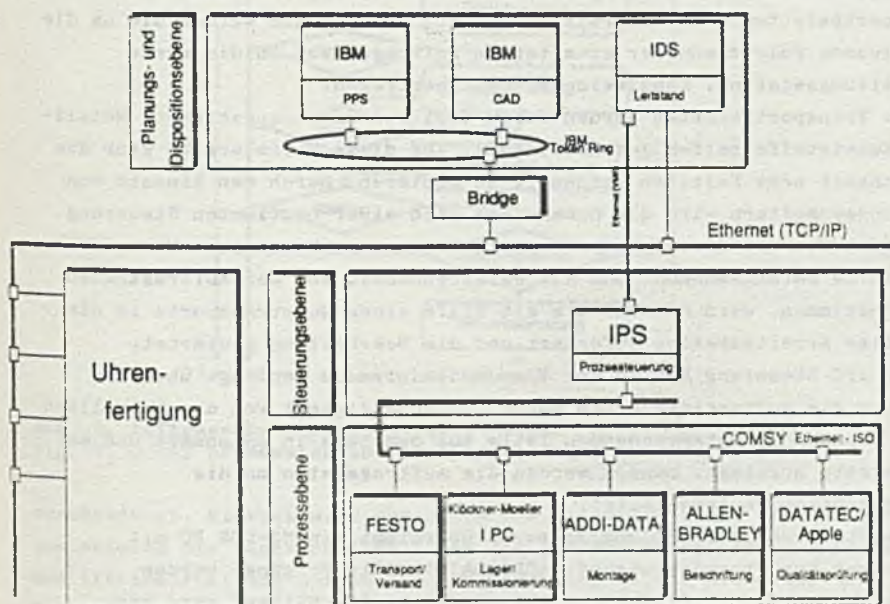


Abb. 6. Konfigurationsskizze der Buttonfertigung
 Fig. 6. Button production: system configuration

Der Auftrag wird im PPS-System definiert. Das PPS-System MAPICS DB (IBM AS 400) ist an den IBM Token-Ring angeschlossen (vgl. Abb. 6). Über einen Bridge ist die Kommunikation mit dem am Ethernet (TCP/IP) hängenden FI-2 Leitstand der Firma IDS (IBM RS6000) möglich. Die Verbindung des Leitstandes mit der Steuerungsebene wird mittels Ethernets (NFS) hergestellt. Auf der Prozeß- und Steuerungsebene kommunizieren die eingesetzten Steuerungen (SPS) sowie die Prozeßüberwachung über das Zellennetzwerk von COMSY ebenfalls auf Ethernet-Basis mit Protokollen nach ISO.

Die Auftragsabwicklung für die Button-Produktion zeigt Abb. 7. Im PPS-System MAPICS DB wird die auf dem Button zu druckende Überschrift eingegeben und die Schriftart (breit oder schmal) sowie die Farbe (rot, blau, gelb) definiert.

Nach der Einplanung des Auftrages wird er an den *Leitstand* übertragen. Die Aufgabe des Leitstandes FI-2 ist die Feinterminierung der Fertigungsaufträge auf der Arbeitsebene. Nach der Auftragsfreigabe werden die feinterminierten Arbeitsgänge an das *Prozeßleitsystem* PROCESSYN übergeben. Das Prozeßleitsystem übernimmt vom Leitstand die Fertigungsaufträge und meldet die dann zurück.

Nach der Auslösung des Auftrages im Prozeßleitsystem werden die Auftragsdaten an die *Steuerung des Fördersystems* (FESTO FPC 405) übertragen. Hier findet die Zuweisung des Auftrages zu einer der acht Transportpaletten des Fördersystems statt. Anschließend werden die um die zugewiesene Palettennummer erweiterten Auftragsdaten an die erste Bearbeitungsstation, Kommissionierung, übertragen.

Die Transportpaletten werden durch drei von unten angebrachte Metall- oder Kunststoffstreifen gekennzeichnet. Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit acht Paletten eindeutig zu codieren. Durch den Einsatz von Näherungsschaltern wird die Nummer der sich einer bestimmten Steuerung nähernden Palette decodiert und an die Steuerung übertragen. Wenn die decodierte Palettennummer und die Palettennummer aus den Auftragsdaten übereinstimmen, wird die Palette mit Hilfe eines Quertransports in die jeweilige Arbeitsstation befördert und die Bearbeitung gestartet.

Die IPC Steuerung 620-14 der *Kommissionierselle* empfängt über das Netzwerk die auftragsbezogenen Daten. In Abhängigkeit von der bestellten Farbe werden die entsprechenden Teile aus dem Magazin entnommen und auf der Palette abgelegt. Danach werden die Auftragsdaten an die Montagestation weitergeleitet.

Die Steuerung des *Montageprozesses* übernimmt ein MS-DOS PC mit Baugruppen zur Prozeßsteuerung (ADDI-DATA). Alle Vorgänge werden gleichzeitig auf dem Bildschirm visualisiert. Anschließend wird der gefertigte Button auf der Palette abgelegt und zur Beschriftungsstation transportiert.

Die Aufgaben der ALLEN BRADLEY Steuerung der *Beschriftungsstation* umfassen die Datenübernahme über das Netz, den Transport des Buttons zum Allen Bradley Kamerasystem VIM, die Positionierung des Buttons für die Beschriftung, das Vorbeiführen des Buttons am Schreib-Kopf des Tintenstrahldruckers, die Beschriftung und den Rücktransport des Buttons zur Palette sowie die Übertragung der Auftragsdaten an die Qualitätskontrolle.

Die *Qualitätsprüfung* des Buttons wird mit einem Bildverarbeitungssystem bestehend aus einer Kamera und Bildverarbeitungssoftware (DATATEC) auf einem Apple Macintosh II

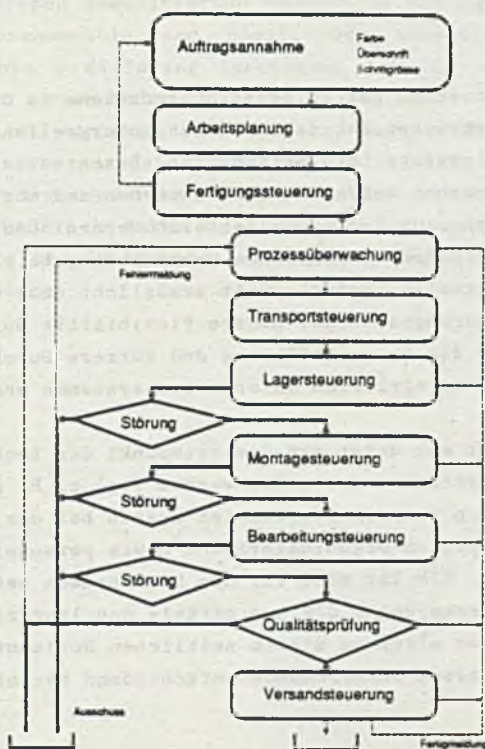


Abb. 7. Auftragsabwicklung im FESTO-Modell
Fig. 7. Order processing in Festo model

durchgeführt. Hierbei wird zum einen die Richtigkeit der Beschriftung und zum anderen die Lagerichtigkeit des Druckbildes überprüft. Bei positiver Qualitätsbeurteilung werden die Auftragsdaten an die Steuerung der Versandstation übergeben, sonst wird Ausschuss gemeldet. Die Steuerung des Prozeßablaufes im Rahmen der Qualitätsprüfung (z. B. Bereitstellung des Buttons dem Bildererkennungssystem) und die Kommunikation über das Ethernet werden von der zweiten der eingesetzten Festo FPC 405 übernommen.

Die *Versandstation* wird von der gleichen Festo FPC 405 gesteuert, die für die Steuerung des Fördersystems verantwortlich ist.

Die Auftragsabwicklung auf der Prozeßebene endet mit einer Fertigmeldung an das Prozeßleitsystem, die dann an das PPS-System weitergeleitet wird. Mögliche Störungen während der Kommissionierung, der Montage oder der Beschriftung führen zu einer Fehlermeldung an das Prozeßleitsystem und an das PPS-System. In diesem Fall erfolgt auch keine Übertragung der Auftragsdaten an die nächste Bearbeitungsstation. Der sich auf der Palette befindende Button oder seine Bauteile werden als Ausschuß deklariert. Für die Fertigung dieses Buttons muß ein neuer Auftrag im PPS-System angelegt werden.

4. Zusammenfassung

Wesentliches Kennzeichen des Integrationsgedankens im CIM-Technologie-Transfer-Zentrum Saarbrücken ist der abteilungsübergreifende und durchgängig rechnergestützte Informationsfluß. Daten sollen möglichst dort ins System eingegeben werden wo sie entstehen und möglichst allen, die damit zu tun haben, zur Verfügung gestellt werden. Dadurch entfällt die unproduktive und fehlerverursachende Mehrfacheingabe gleicher Daten. Die Integrität und aktuelle Verfügbarkeit ermöglicht eine verbesserte Koordination der Steuerungssysteme, höhere Flexibilität durch Aktualitätsgewinn für die Betriebsführung und kürzere Durchlaufzeiten durch den Verbund von integrierten Informationssystemen und flexiblen Betriebsmitteln.

CIM darf aber nicht nur unter dem Gesichtspunkt der technischen Integration von EDV-Systemen verstanden werden (vgl. z. B. [3]). Neben der technischen Integration von CIM-Komponenten müssen bei der CIM-Einführung auch betriebswirtschaftlich-organisatorische sowie personelle Aspekte berücksichtigt werden. CIM ist eine für das Unternehmen wesentliche strategische Basisentscheidung, die nur mittel- und langfristig umgesetzt werden kann und die vor allem in diesem zeitlichen Horizont die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens entscheidend beeinflusst.

Literatur

- [1]. Scheer, A.-W.: CIM-Strategie als Teil der Unternehmensstrategie. Verlag TÜV Rheinland, 1990.
- [2]. Scheer, A.-W.: CIM Der computergesteuerte Industriebetrieb. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1990.
- [3]. Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, ". 2. Aufl., Campus Verlag Frankfurt/Main, 1991.

Recenzent: Prof.dr inż. Henryk Kowalowski
Wpłynęło do Redakcji do 30.04.1992 r.

Abstract:

CIM (Computer Integrated Manufacturing) is the informational connection of all areas in an enterprise linked to production. The objective of this strategy is to optimize the whole production process in order to reduce costs and processing times and to increase productivity, quality and flexibility.

The objective of the CIM Technology Transfer Center, sponsored by the Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) is to supply users with informations concerning CIM. The main target group of the technology transfer are small and medium enterprises.

The developed demonstration factory in CIM-TTZ Saarbrücken shows that CIM is comprehensible and clear. Our demonstration factory can be subdivided into 3 differing functional levels, namely: the planning and logistic level (production planning and control - PPC, construction - CAD, control center), control level (process monitoring). Using this design, a constant, computer-assisted flow of information can be provided which covers the entire logistics chain of an industrial company from the moment of which an order is taken up, to the point when it is dispatched. This paper presents the integrated order processing for these products and used technical systems.