

Nutzungserfahrungen und Reengineering segmentierter lagerintegrierter Fertigungskomplexe

Prof. Dr.-Ing. Claus-Gerold Grundig

Inhaltsübersicht

Die Dynamik von Marktveränderungen sowie die Notwendigkeit der kostenwirksamen Umsetzung aktueller Strategien der Fabrik- und Werkstättingestaltung erfordern ein ständiges kritisches Reengineering der in den Industrieunternehmen vorhandenen Produktionsstrukturen.

Am Beispiel von Praxislösungen „lagerintegrierter Fertigungskomplexe“ der Teilefertigung in einem Unternehmen des Maschinen- und Gerätebaus werden die Grundprinzipien der realisierten Gestaltungslösung, Nutzungserfahrungen sowie die Schwerpunkte des Reengineerings dargestellt.

Problemstellung

Werden die Zielsetzungen der Fabrik- und Werkstättingestaltung der 80er Jahre mit heutigen Strategien verglichen, wird ein teilweise extremer Wandel hinsichtlich Zielen und Methoden deutlich. So wurden bekanntermaßen insbesondere in den 80er Jahren von Unternehmen des Maschinen- und Gerätebaus eine Vielzahl flexibler, integrierter Prozeßlösungen in Bereichen der Teilefertigung realisiert, die z. B. unter den Begriffen „lagerintegrierte Fertigungskomplexe, integrierte gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitte, Fertigungsverbundsysteme, flexible Fertigungsinseln“ beschrieben sind (vgl. z. B. [1], [2], [3]) und auf den Grundprinzipien der „zentralen Arbeitsverteilung“ [4] beruhen.

Kernmerkmale spezieller Gestaltungsformen dieser Prozeßlösungen sind:

- weitgehende Komplettbearbeitung technologisch teilweise stark unterschiedlicher Werkstücksortimente hoher Sortimentsbreite (Teilegruppen) bei Klein- und Mittelseriencharakter,
- fertigungsintegrierte Einordnung von Palettenregalsystemen und Regalbedientechnik (RBG) räumlich direkt in den Fertigungsbereich zur Realisierung von Lagerungs- sowie Lagerbedienungs-funktionen,
- Direktzuordnung von Arbeitsplätzen in Mischform (numerisch, konventionell, Hand) längsreihig zum Regalsystem (Maschinenstreifen),
- Palettentransport innerhalb der Regalsysteme bei Einsatz von RBG, zwischen Regal und Arbeitsplatz, z. B. durch handverfahrbare Palettenwagen, Rollenbahnen,
- Steuerung des Gesamtsystems durch prozeßnahe rechnergestützte Leitstandstechniken in Kopplung mit zentraler PPS-Lösung.

Beispiele ausgewählter Gestaltungs- und Anordnungsvarianten dieser Gestaltungsformen sind in Bild 1 dargestellt.

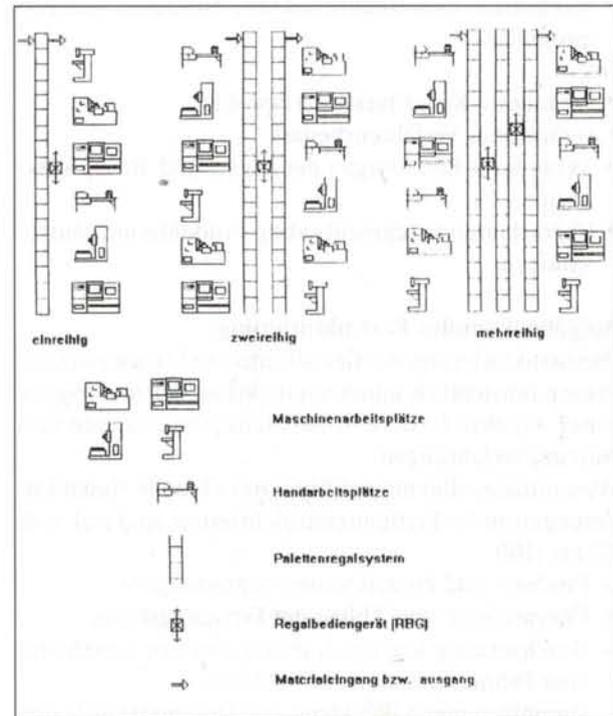


Bild 1: Grundprinzip und Anordnungsvarianten lagerintegrierter Fertigungskomplexe (Beispiele)

Mit diesem Gestaltungskonzept wird ein großer Einsatzraum in Teilefertigungsbereichen abgedeckt, weil

- breite, unterschiedliche Sortimente einordenbar sind (ca. 100 ... 2000 Positionen),
- eine hohe Anzahl niveauunterschiedlicher Arbeitsplätze zugeordnet werden können (ca. 15 ... 50 Arbeitsplätze),
- hochvernetzte Materialflüsse durch das räumlich und funktionell integrierte Lager- und Transportsystem zwangsgeordnet und automatisiert werden,
- eine schrittweise Systemaufrüstung (Ausrüstungsmodernisierung, Funktionsautomatisierung) möglich ist.

Damit wird deutlich, daß diese Lösung primär ein progressives Materialflußkonzept darstellt, mit schrittweisen Ausbaumöglichkeiten unter Einbeziehung vorhandener Ausrüstungsstrukturen. Das Konzept ist folglich zur rationellen Neu- und Umgestaltung von Fertigungs- und Materialflußstrukturen bei unterschiedlichen Investitionsstrategien auch in mittelständischen Unternehmen von besonderer Bedeutung.

Wird dieses Gestaltungskonzept aus der Sicht jahrelan-

ger Nutzungserfahrungen und heutiger Anforderungen betrachtet, so werden eine Vielzahl von Veränderungen und Systemweiterentwicklungen erforderlich, die durch ein aktuelles Reengineering zu erbringen sind, wobei nach [5], [6] von folgenden Aufgabenkomplexen ausgegangen wird:

Aufgabenkomplex-Redimensionierung

(Neudimensionierung der Arbeitsplatz-, Ausrüstungs-, Lager- und Transportmittelkapazitäten)

Ursachen:

- veränderter Auftrags-, Sortiments- und Stückzahlmix
- Wandel in den Kapazitätsbedarfsstrukturen
- Neufestlegungen zur Fertigungstiefe
- Integration von Neuprodukten, Auslaufen von Altprodukten

Folgen:

- veränderte Kapazitätsbedarfsprofile
- veränderter Verfahrensbedarf
- veränderte Belastungen der Lager- und Transportsysteme
- Überarbeitung, Segmentierung Produkte und Ausrüstungen

Aufgabenkomplex-Restrukturierung

(Neustrukturierung der Gestaltungs- und Organisationslösung hinsichtlich inhaltlich-funktioneller und logistischer Aspekte basierend auf Neuanforderungen und Nutzungserfahrungen)

Wesentliche, allgemeingültige und aktuelle Neuanforderungen an die Fertigungsstrukturierung sind (vgl. z. B. [7] bis [10]):

- Produkt- und Prozeßneusegmentierung,
- Überprüfung bzw. Abbau der Fertigungstiefe,
- Durchsetzung logistisch durchgängiger, ganzheitlicher Fabrikstrukturen und -abläufe,
- Vereinfachungen (Rückbau) von Organisationslösungen (Aufbau- und Ablauforganisation/PPS-Konzepte),
- Anpassungsfähigkeit an steigende Teilevielfalt bei weiterer Flexibilisierung von Losgrößen,
- Entwicklung menschenzentrierter kreativer Arbeitsinhalte (Gruppenarbeitsprinzipien),
- Aufbau modularer, selbststeuernder und autonomer Fabrikstrukturen (Fabrik in der Fabrik/Prozeßketten/Fraktale),
- Dezentralisierung von Funktionen und Organisationsabläufen,
- Minimierung von Innovations- und Lieferzeiten der Produkte (Prozeßparallelisierung).

Nachfolgend wird an einem Großbeispiel der industriellen Praxis eine Projektlösung „lagerintegrierter Fertigungskomplexe“ einschließlich der Nutzungserfahrungen vorgestellt. Davon ausgehend werden Schwerpunkte des erforderlichen Reengineering der Systemlösung abgeleitet.

Projektlösung „lagerintegrierter Fertigungskomplex“ (Industriebeispiel)

Technologische Systemlösung

Entsprechend den in *Bild 1* dargestellten Grundprinzipi-

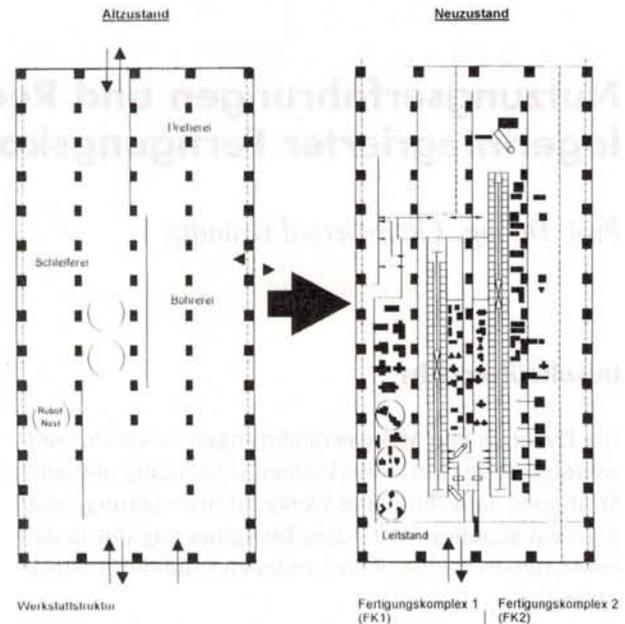


Bild 2: Layout Projektlösung lagerintegrierter Fertigungskomplexe (links Altzustand – rechts Projektlösung)

en lagerintegrierter Fertigungskomplexe wurde ein Großbereich der mechanischen Teilefertigung eines Unternehmens des Maschinen- und Gerätebaus – wie in *Bild 2* deutlich wird – räumlich und funktionell völlig umgestaltet.

Dominierendes Fertigungsprinzip bei Altzustand war das Werkstättenprinzip (bei manuell subjektiver Transport-, Lager- und Belegungsdisposition), die neue Projektlösung wird charakterisiert durch die Paralleleinordnung von zwei autonomen, segmentierten lagerintegrierten Fertigungskomplexen mit kopfseitig zugeordneter Leitstandstechnik [11] bis [13]. Je Fertigungskomplex wurden doppelreihige Palettenregalsysteme eingesetzt zur Aufnahme der Palettenwarteschlangen (Bereitstellungs- und Ausgleichlagerung), die unterste Regalzeile wurde dabei als Übergabezeile (Zuordnung von Übergabefächern je Arbeitsplatz) ausgebildet.

Hauptzielsetzungen der Neugestaltung waren:

- Sicherung der Prozeßübersichtlichkeit im Materialfluß (Abarbeitungsfortschritt, Lagerbestände, Terminüberwachung),
- Durchsetzung PPS-Lösung/Leitstandstechnik einschließlich einer Werkstattfeindisposition,
- Einsatz von Automatisierungslösungen in den Teilfunktionen
 - Transport
 - Lagerung
 - Disposition
 - Bearbeitung,
- Einsparungen an Werkstattflächen,
- Erhöhung Produktionsvolumen pro Flächenanteil (Prozeßverdichtung),
- Einsparung von Bearbeitungszeitaufwand durch Überarbeitung der Arbeitsvorgänge im Rahmen der Sortimentssegmentierung.

Räumliche und kapazitive Grenzen machten eine Auftrennung des Gesamtbereiches in zwei autonome Fertigungskomplexe (FK) erforderlich. Diese Auftrennung

erfolgte nach den Prinzipien der produkt- und verfahrensbezogenen Segmentierung der Teilesortimente und Ausrüstungsstrukturen, woraus sich teilweise veränderte technologische Abläufe und Ausrüstungszuordnungen zu den FK ergaben. Grundlage waren Festlegungen zur Segmentierung der Teilesortimente in der Form:

- FK 1 – Fertigung geschlossenes Teilesortiment für ein Gerätesystem (Kernprodukte),
- FK 2 – Fertigung breites Teilesortiment für unterschiedliche Produkte (Einbauten, Zulieferungen).

Durch spezielle Maßnahmen der Segmentierung, wie z. B.

- konsequente Überarbeitung der Bearbeitungstechnologie der Teile (Umlegungen) sowie
- Ausrüstungstausch/Neuzuordnungen/Freisetzungen konnte die Auftrennung der Ausrüstungsstrukturen in zwei autonome Komplexe bei
- Sicherung positiver Auslastungsprofile,
- Reduktion der Ausrüstungsanzahl und -vielfalt,
- Gewährleistung hoher Geschlossenheitsgrade der Sortimente und
- Minimierung der Anzahl von Ausreißern erzielt werden.

	FK1	FK2
Sortiment		
Anzahl Teilepositionen	400	2500
Masse je Teil	0,5...3 kg	<1 kg
Losgrößen	100...500	100...600
Transportbehälter je Los	1...10	1...6
Arbeitsganzanzahl je Teil	5...12	5...10
Teilegeometrie	rund, flach, Gehäuse	rund, flach
Vernetzungsgrad Arbeitsplätze	6	5
Geschlossenheitsgrad Teilesortiment	>0,75	>0,75
Bearbeitungstechnik		
Anzahl Arbeitsplätze	33	47
davon: NC-Technik	15	5
konvent. Technik	14	42
Handarbeitsplätze	4	-
Lagerkomplexe		
Palettenstellplätze	1036	1128
Übergabefächer je Arbeitsplatz	2	2
Systemmaße Regalblock (SLxSBxSH) in m	53 x 2,8 x 7,4	72 x 2,8 x 6,6

Tafel 1: Technologische Kenngrößen der Fertigungskomplexe (FK)

In Tafel 1 sind Merkmale und Größenordnungen der beiden Fertigungskomplexe dargestellt. Werden die mögliche Anzahl zeitparallel zu fertigender technologisch unterschiedlicher Teilepositionen sowie die Größenordnungen von Arbeitsplatz- und Lagerfachanzahlen betrachtet, so wird der extrem hochvernetzte Charakter der Materialflüsse innerhalb der FK deutlich. Die statische und dynamische Dimensionierung der Bearbeitungs-, Transport- und Lagertechniken einschließlich der Erstellung von Layout-Varianten erfolgte unter Einsatz eines prozessspezifischen Simulationssystems [14]. Dabei wurden, z. B. bei Variation der zu erwartenden Programmstrukturen (Varianten), folgende Systemgrößen ermittelt:

- Statistiken der Teilesortimente,
- Kapazitätsbelastungen der Ausrüstungsstrukturen,
- Flexibilitätsbereiche gegenüber Programmschwankungen,
- Schwerpunkte von Staubildungen,
- Durchlaufzeiten der Aufträge,
- Kapazitätsbedarf der Lagerkomplexe,
- Spielanzahlen der RBG (Grenzbereiche).

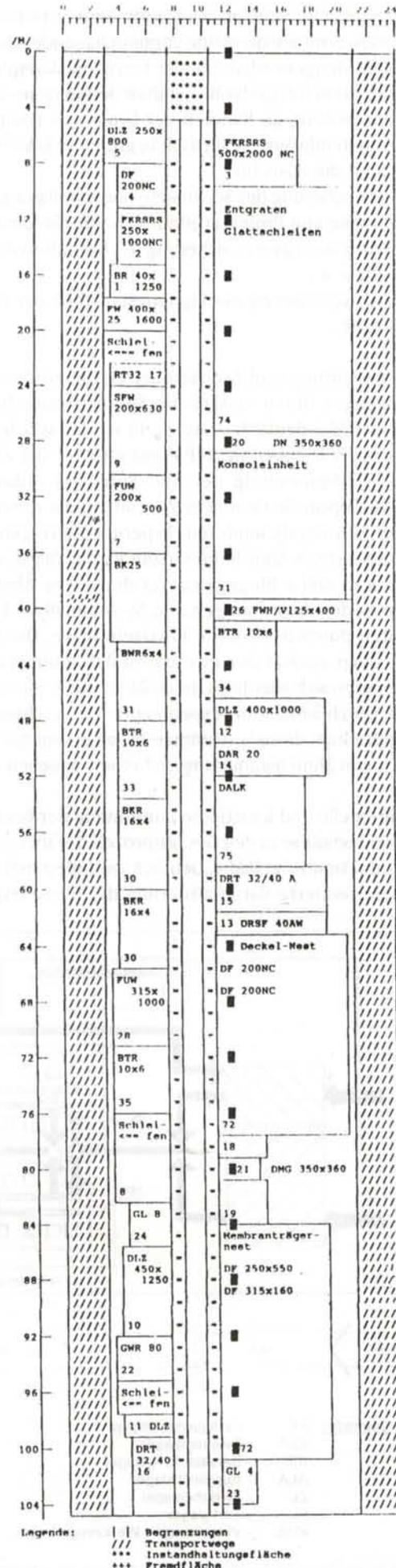


Bild 3: Stilisiertes Ideallayout Fertigungskomplex 1 (Simulationstest)

Die durch gezielte Simulationsexperimente ermittelten Richtgrößen ermöglichten eine vorausschauende Analyse des Zeit-Mengenverhaltens der Fertigungskomplexe und waren daher integraler Bestandteil der Konzept- und Projekterarbeitung im Rahmen der Grob- und Feinplanung der Systemlösung. Analytisch begründete Eckwerte waren damit die Basis für

- die Segmentierung der Sortimente und Ausrüstungen,
- die Vorgabe von Projektgrößen, z. B. für die Dimensionierung von Lagern, Sicherung der Grenzbelastung von RBG u. a.,
- die Nachweisführung der Eignungsfähigkeit der Projektlösung.

Aussagebedeutung und Grenzen der Optimierung von Praxislösungen durch Einsatz der Simulationstechnik werden in *Bild 3* deutlich. Dargestellt ist das stilisierte Layout des FK 1, experimentell ermittelt nach der Zielfunktion – Minimierung der RBG-Spielzahl – durch materialflußoptimale räumliche Zuordnung der Arbeitsplätze zu den Regalkomplexen. Experimentierergebnis ist ein idealisiertes Anordnungslayout gemäß *Bild 3*, das Reallayout in *Bild 2* hingegen zeigt drastische Abweichungen in den Anordnungen und Systemmaßen, hervorgerufen durch dominante Praxiseinflüsse. Die dadurch bedingt zusätzlich auftretenden Belastungen des RBG bewegten sich allerdings unterhalb deren Leistungsgrenzen. Durch Simulationsexperimente waren schon im Planungsstadium diese Leistungsreserven erkennbar, so daß auch hier Dimensionierungssicherheit gegeben ist.

Die funktionelle und logistische Einordnung der beiden Fertigungskomplexe in den Gesamtprozeß der mehrstufigen Produktion zeigt *Bild 4*. Deutlich wird die zunächst rein inselorientierte Rationalisierung der Prozeßstufe

„Teilefertigung“ und deren Einordnung in ein konventionell strukturiertes Umfeld zum Zeitpunkt der Systemeinführung.

Der Logistik des Materialflusses war dabei zugrundegelegt die Strategie einer betont vorlauforientierten Produktion, d. h. die Auslösung der Fertigungsaufträge erfolgte mit zeitlichem Vorlauf zu den zu erwartenden Montage- bzw. Kundenaufträgen (Erfahrungsgrößen).

Organisatorische Systemlösung

– Systemexterner Planungsablauf

Im Zentralrechner des Systems der PPS (Ebenenkonzept) wurden im Rahmen rechnerinterner Teilschritte von PPS-Grundfunktionen sowie bildschirmgestützter interaktiver Schritte der Auftragsbildung, Materialdisposition sowie von Lager- und Kapazitätsabgleichen täglich Produktionsvorgaben an die Leitstände der FK erstellt. Aktualisiert wurden diese Vorgaben durch tägliche Rückmeldungen an den Zentralrechner zum Durchsetzungsgrad der Vorgaben (Fortschrittsrückmeldung).

– Systeminterner Steuerungsablauf

Die tägliche Feindisposition im Leitstand der FK auf Basis von Tagesvorgaben des Zentralrechners beinhaltet die PC-gestützte Erstellung der Arbeitsplatzbelegungslisten und den daraus abzuleitenden Bereitstellungsübersichten von Werkzeugen und Vorrichtungen.

Optische Anzeigen an Dispotafeln lösen aktive Dispositionsprozesse aus (z. B. die automatisierte Zu- und Abführung von Paletten aus den Übergabebereichen in die Lagerbereiche der Palettenregale). Spezielle Signalmeldetechniken ermöglichen eine zeit-

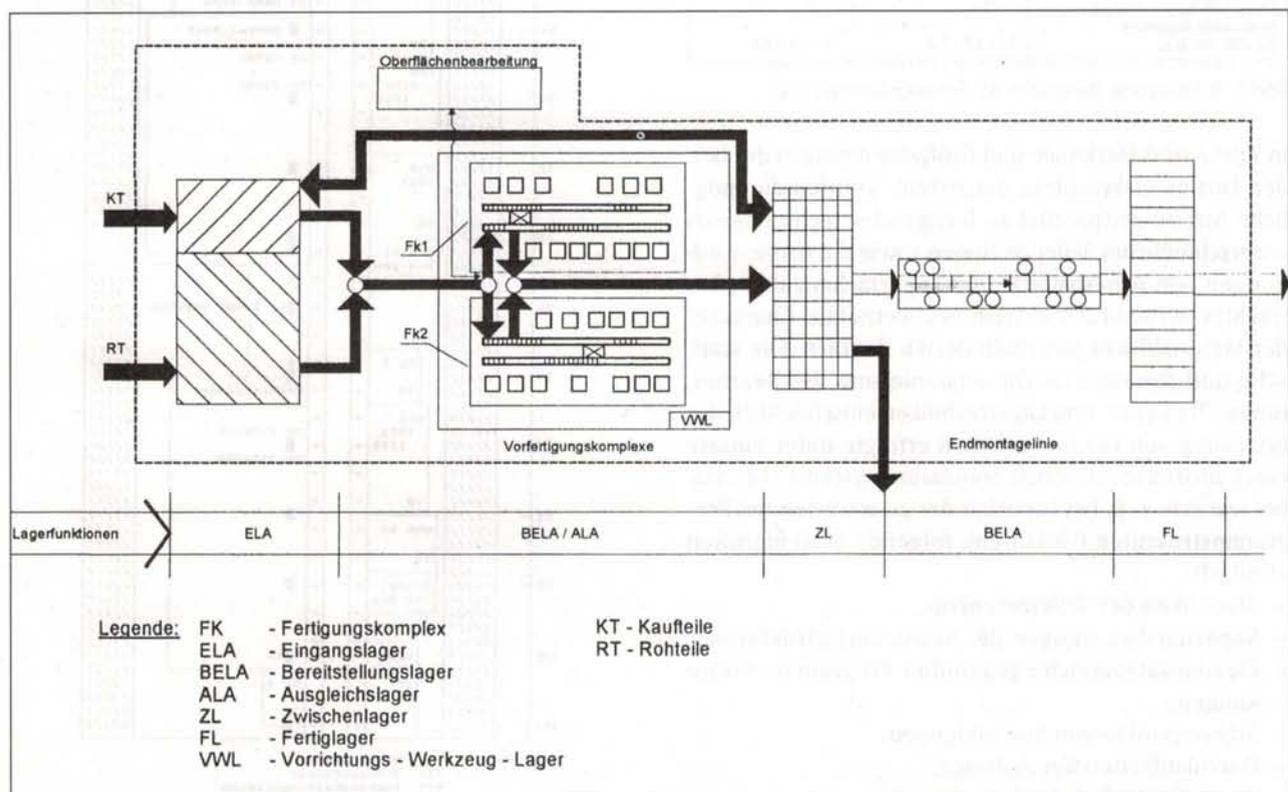


Bild 4: Funktionelle Einordnung der Fertigungskomplexe in den Gesamtprozeß (Produktionsschema – Projektlösung)



aktuelle Darstellung des Systemzustandes im Leitstand und sichern damit die Rückmeldekomponente im Sinne von Betriebsdatenerfassungstechniken.

Nutzungserfahrungen

Nach mehrjährigem Betrieb der Fertigungskomplexe können die nachfolgenden Nutzungserfahrungen vorgestellt werden:

- Das realisierte Systemkonzept hat sich bewährt, insbesondere hinsichtlich
 - der Flexibilität der Arbeitsplatz- und Ausrüstungszuordenbarkeit (Austausch/Erweiterungen/Umstellungen),
 - der Sicherung von Zwanglauf und Übersichtlichkeit im Palettendurchlauf und Palettenlagerung,
 - der Automatisierung (Bedienarmut) von Teilabläufen bei schrittweiser Systemausbaumöglichkeit,
 - der Gewährleistung einer gezielten Direktanlieferung der Paletten an die Arbeitsplätze bei störungsfreier Handhabung der Schnittstelle Übergabeplatz zu Arbeitsplatz (manuelle Entnahme und Rückführung der Paletten),
 - dem systeminternen Palettentransport durch RBG bei extremen Wechsel der Materialflußintensitäten und -vernetzung,
 - der Sicherung versorgungs- und bedienungsarmer Schichten durch gezielten Aufbau dezentraler Palettenbereitstellung in den Übergabefächern,
 - der Bestätigung wesentlicher Planungsergebnisse der Systemsimulation im Praxisverhalten, d. h. die Dimensionierung der Teilsysteme erfolgte realitätsgerecht (keine Engpässe),
 - der Zuverlässigkeit der BDE-Techniken (einfache Knopfsignaltechniken mit Anzeigetafeln im Leitstand),
 - der schrittweisen Absenkung der Durchlaufzeiten (10 bis 40 %) bei gleichzeitiger Auslastungserhöhung (5 ... 25 %),
 - der drastischen Verdichtung des Produktionsvolumens pro Flächenelement (Entfall von Flächenenerweiterungen).
- Probleme und Reserven zeigten sich in den Teilbereichen
 - Sicherung der verketteten Bereitstellung und Rückführung mehrerer Paletten eines Fertigungsauftrages am Arbeitsplatz (systemgerechter Fluß am Arbeitsplatz, Flächenengpässe),
 - Einhaltung Rückführungszwang der Palette, auch wenn Folgearbeitsplatz in unmittelbarer räumlicher Nähe (Systemeinhaltung),
 - Sicherung der termingerechten externen Bereitstellung von auftragsabhängigen Vorrichtungen und Werkzeugen,
 - Einhaltung der Arbeitsplatzfeinbelegung gemäß Leitstandsvorgabe (Störungen, systemexterne Eiläufer),
 - Probleme in der Zuliefersynchronisation zur Folgeprozessstufe (Geräteendmontage),
 - projektierte Lagerkapazität nur teilweise ausgenutzt (bewußte Überdimensionierung zur Ausnutzung der Systemhöhe),

- operative systemgerechte Schnelleinordnung von Eillaufträgen (PPS-Komponente),
- Zeit-Mengenverhalten der Fertigungskomplexe im Praxisablauf teilweise abweichend zu den Simulationsergebnissen in Planungsphase aufgrund unterschiedlicher PPS-Strategien der Planungs- zur Nutzungsphase,
- hoher Aufwand zur täglichen Feindisposition (Leitstand),
- Defizite in der Störungsbeherrschung am Arbeitsplatz durch Ausklammerung der Werker aus dispositiven Aufgaben.

Die dargestellten detaillierten Erfahrungen zeigen, daß die eingesetzten technischen Lösungskomponenten der lagerintegrierten Fertigungskomplexe nahezu störungsfrei beherrscht werden, die angeführten Problembereiche überwiegend im organisatorischen Ablauf verursacht sind. Damit sind Ansatzpunkte des Reengineering gegeben.

Unter den Aspekten des installierten Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsgrades von Teilfunktionen stellt die realisierte Lösung eine Mischform dar. Eine wesentliche Erfahrung ist, daß auch die integrierten Einfachlösungen, wie z. B. Tischwagenpalettenübergabe, Signalerfassungs- und Anzeigetechniken im jahrelangen Praxis Einsatz völlig zuverlässige Systemkomponenten bildeten. Als völlig berechtigt hat sich damit die Strategie – Automatisierung nur so weit wie nötig – erwiesen, insbesondere auch unter den Aspekten der Zuverlässigkeit und der Investitionsaufwendungen.

Weiterhin ist festzustellen, daß mit dem dargestellten Konzept eine flächensparende, kompakte Komplettfertigung und Lagerung breiter Teilesortimente mit differenzierten Ausrüstungsstrukturen rationell gegeben ist. Insbesondere sichert diese Lösung eine flexible Zwangsordnung des hochvernetzten Materialflusses. Damit bildet diese Lösung eine ideale Basis zur Anwendung und Durchsetzung progressiver Steuerungsmodelle, für die eine systemgerechte Warteschlangenbeeinflussbarkeit auf Basis von modernen Steuerstrategien eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung ist.

Reengineering – Industriebeispiel

Dem Reengineering der Prozeßlösung sind folgende Prämissen gesetzt:

- Beibehaltung des Lösungsprinzips insbesondere der Förder-, Lager- und Handhabungstechniken einschließlich ihrer räumlichen Direkteinordnung in den Fertigungsbereich.
- Die installierten Lager- und Fördertechniken stellen aus der Sicht der Fabrikplanung quasi statische Festbereiche im Werkstatttraum dar, in die nur sehr begrenzt eingegriffen werden kann, d. h. erforderliche Struktur- und Funktionsveränderungen sind ausschließlich im räumlich-funktionellen Umfeld der Lagerkomplexe anzusetzen.

Das Reengineering beider Fertigungskomplexe hat gemäß [8] den Prinzipien der Nachsegmentierung zu folgen, d. h. es ist von vorhandenen Strukturen, Produk-

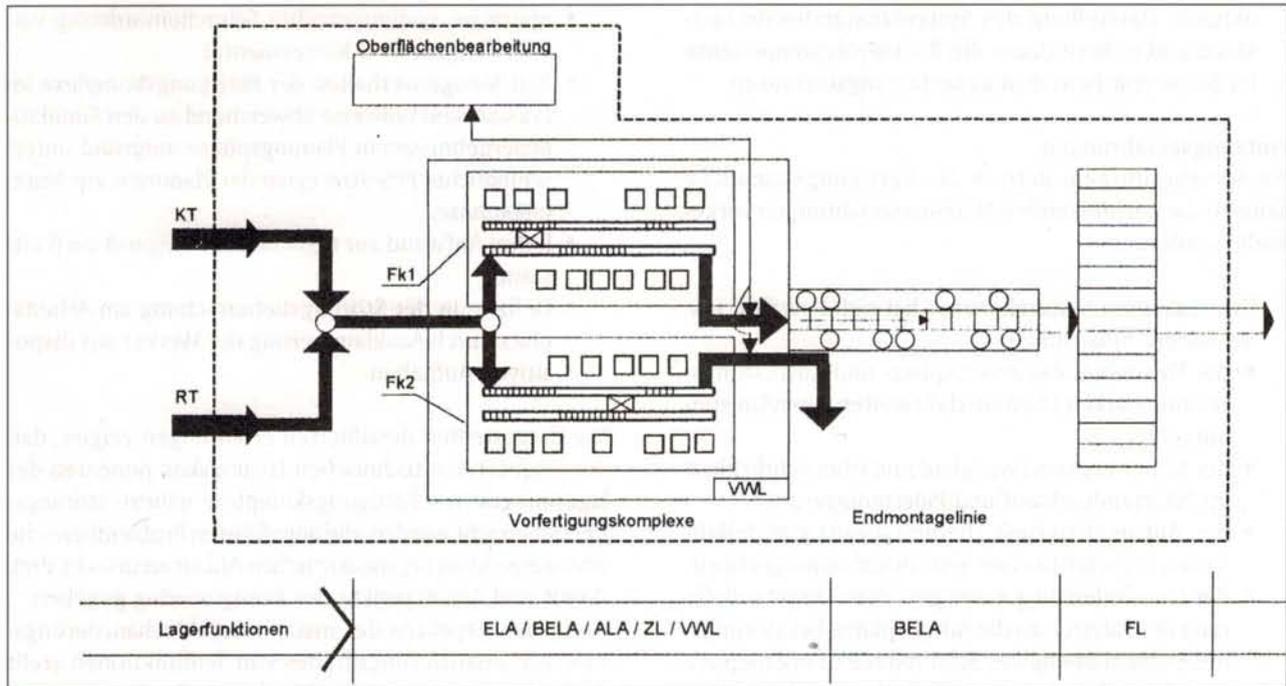


Bild 5 (Legende siehe Bild 4): Funktionelle Neuordnung der Fertigungskomplexe in den Gesamtprozeß – Bildung Komplexlager (Produktionsschema – Neuzustand)

tionsverfahren und -potentialen auszugehen, für die Ergänzungsprodukte bzw. Strukturveränderungen zu realisieren sind, so daß den Erfordernissen der Redimensionierung und Restrukturierung entsprochen wird (vgl. Punkt 1).

Redimensionierung

Die Anfälligkeit der Fertigungskomplexe gegenüber Veränderungen im Auftragsumfang und -mix ist äußerst unterschiedlich, wobei prinzipielle Unterschiede bestehen in der Form

- FK 1 – sehr anfällig (endproduktorientiert),
- FK 2 – gedämpft anfällig (sortimentsorientiert).

Größeren Auftragsrückgängen und Aufwandsdifferenzierungen wurde begegnet durch

- Einordnung neuer Ergänzungsprodukte gemäß der Strategie Fabrik – Prozeß – Produkt [5] als spezielle Maßnahme im FK 1,
- Einführung von Systemen flexibler Arbeitsinhalte und Arbeitszeiten,
- Verfahrensumlegungen,
- Arbeitsplatzumsetzungen/Neuzuordnungen.

Im Praxisablauf traten Verschiebungen der Auslastungsschwerpunkte (steigende Inhomogenität) sowie teilweise der Abbau der Schichtauslastungen auf, so daß die Häufigkeit von Veränderungen in der Arbeitsplatzzuordnung ansteigt. Die Anstellänge der Regalkomplexe setzt prinzipiell Grenzen hinsichtlich der Neuordenbarkeit von Arbeitsplätzen, andererseits sichern die Aufweitung bzw. der Abbau von räumlichen Parallelanordnungen eine hohe Flexibilität der zuordenbaren Arbeitsplatzanzahlen. Tendenziell ist durch Modernisierung der eingesetzten Fertigungsausrüstungen mit einer Abnahme der Arbeitsplatzanzahlen und damit mit Systemverkleinerungen zu rechnen.

Restrukturierung

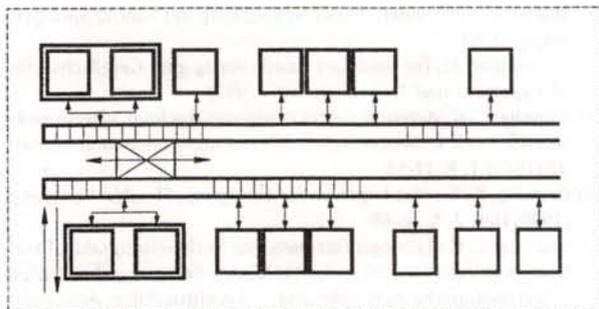
Dieser Maßnahmenkomplex umfaßt erforderliche systeminterne und systemexterne Veränderungen (vgl. Punkt 1). Wesentliche strukturverändernde Eingriffe sind:

- logistische Neueinordnung der Fertigungskomplexe in den Gesamtprozeß der Produktion – wie in Bild 5 dargestellt – bei Durchsetzung einer extrem lieferzeitminimierenden Produktionslogistik. Prämissen dabei sind Teilverfertigung auftragsunabhängig auf Mindestbestand im Zwischenlager, Gerätemontage extrem kurzfristig rein auftragsbezogen (zeitliche Entkopplung von Teilverfertigung und Montage, Zwischenlagerbestand diktiert Auslösung der Vorfertigungsaufträge).
- Entsprechend den Konsequenzen produktorientierter, durchgängiger Strukturierung wird der materielle Produktionsprozeß vom Materialeingang bis Endproduktausgang räumlich konzentriert bei Abbau von Schnittstellen und Autonomisierung von Vorfertigungs-, Montage- und Lagerfunktionen (Fabriken in der Fabrik). Ein sichtbarer Ausdruck dieser Strategie ist die räumlich verdichtete Einordnung dieser Bereiche linienorientiert in einem Hallenkomplex (Bild 5).
- Neuordnung und Konzentration der Lagerfunktionen durch räumlich-funktionelle Integration der
 - Eingangslagerung (ELA)
 - Bereitstellungslagerung (BELA)
 - Ausgleichslagerung (ALA)
 - Zwischenlagerung (ZL)
 - VWL-Lagerung (auftragsbezogen)

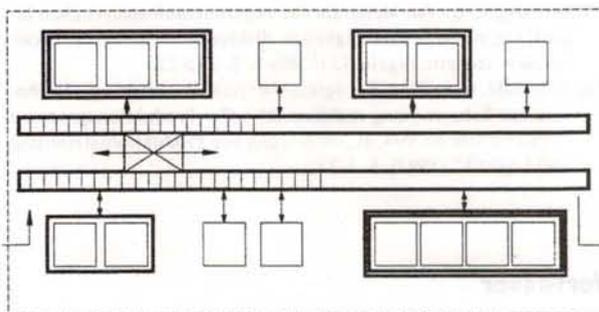
in die jeweiligen Lagerkomplexe der FK 1 und FK 2. Damit entstehen funktionsverdichtete Komplexlager bei Aufnahme von 5 Lagerfunktionen (-bereichen) zur Erzielung ausgelasteter, flächensparender und wirtschaftlicher Lagerlösungen. Der Vergleich von Bild 4 mit Bild 5 macht die damit völlig veränderte Prozeßstruktur und Materialflußlogistik deutlich.



- Abkehr von einer offen gezonten Lagerstrategie zu ungezonten Lagerstrategie (über alle Lagerfunktionen) zur rationellen Nutzung der Lagerkapazitäten,
- Integration der auftragsbezogenen Vorrichtungs- und Werkzeuganlieferung in den Palettenfluß (Sonderpaletten),
- funktionelle und räumliche Trennung der Ein- und Ausschleusbereiche (Kopfbereiche) der Lagerkomplexe zur Sicherung eines geradlinig und kreuzungsfrei geordneten Flußprinzips und abgrenzbarer Arbeitsinhalte,
- Bildung von Folgearbeitsplatzgruppen (FAPG) durch räumliche Zusammenfassung solcher Arbeitsplätze, die durch dominante Arbeitsvorgangsfolgen verkettet sind (arbeitsplatzvorgangsorientierte Segmentierung). Erreicht werden damit:
 - Abbau Anzahl Übergabefächer und Übergabeintensität (Palettenhandling),
 - Dezentralisierung technologischer Flüsse als eine Grundlage zur Entwicklung gruppenorientierter, flexibler und kreativer Arbeitsinhalte,
 - Abbau ergänzender zugunsten ersetzender Arbeitsplatzstrukturen, woraus sich Vereinfachungen der Arbeitsplatzdisposition sowie eine positive Beeinflussung des Zeit-Mengenverhaltens der Fertigungskomplexe ableiten [15].



Altzustand Projektlösung - Zentralisierung technologischer Flüsse



Neuzustand Reengineering - Dezentralisierung technologischer Flüsse

Legende:

- Plattenregalsystem
- Regalbediengerät
- Auftragsausgang / -eingang
- Auftragsübergabe
- Arbeitsplatz
- Arbeitsplatzgruppe (APG)
- Folgearbeitsplatzgruppe (FAPG)

In Bild 6 ist die Folgearbeitsplatzgruppenbildung als Ausdruck einer Dezentralisierung technologischer Flüsse dargestellt. Deutlich wird, daß die Anzahl zu belegender Arbeitsplätze verkleinert wird, Feinbelegungen in den FAPG operativ vor Ort erfolgen und die Belegungsflexibilität damit erhöht wird.

- Einführung der Gruppenarbeit in den Folgearbeitsplatzgruppen bei extremer Flexibilität der Arbeitsinhalte innerhalb und zwischen den FAPG, Erweiterung der Entscheidungsräume einschließlich dispositiver Aufgaben vor Ort.
- Modernisierung der Ausrüstungsstrukturen durch Einsatz flexibler Bearbeitungstechniken (Abbau ersetzender Systemstrukturen).
- Umgestaltung der PPS-Methodik durch einen völligen Neuanfang in der Steuerungsstrategie und im Steuerungsmodell mit den Zielsetzungen
 - Steuerung basierend auf Grobvorgaben (Rückbau der Feinplanung),
 - kostenrelevante Komplexsteuerung basierend auf den dualen Zielfunktionen der PPS,
 - Toleranzbereichssteuerung (Abkehr von „Optimalsteuerung“).

Die Anwendung der in [16] dargestellten Methodik der Betriebskennliniensteuerung deckt diese Neuanfänge ab und sichert – wie in Bild 7 deutlich wird – die Beachtung der funktionellen Wechselbeziehungen von

- Leistung (Auslastungsgrad) der Arbeitsplätze,
- der Bestandsgrößen (Warteschlangen) im Lager-system und
- den dabei erzielbaren Durchlaufzeiten der Fertigungsaufträge

sowie – sofern zwingend – den jeweiligen Grad der Terminabweichung. Im vorliegenden Fall der Logistikneugestaltung (vgl. Bild 5) würden begrenzte Terminabweichungen innerhalb der FK durch die dargestellte Mindestbestandssteuerung aufgefangen, so daß die Folgen von Terminverzügen gedämpft werden.

Die Zielgröße des Auftragsbestandes ist durch Simulationsexperimente auf Basis von Praxisdaten zu ermitteln bzw. zyklisch zu überprüfen und bildet eine globale Steuergröße (Toleranzbereich), basierend auf spezifischen Kennlinien je Fertigungskomplex. Diese Zielgrößen sind im praktischen Steuerungsablauf durchzusetzen, d. h. Neueinschleusungen (Zugänge) erfolgen nur in Wechselbeziehung zu Ausschleusungen (Abgänge), so daß gezielt ein Gleichgewichtszustand erzeugt wird, der durch eine hohe Leistung (Auslastung) bei gleichzeitig begründeten Beständen und Durchlaufzeiten charakterisiert ist.

Diese Strategie bedeutet eine völlige Abkehr von der bisher praktizierten Feinsteuerung der Fertigungskomplexe (dezentrale Feinbelegung bei zyklischer zentraler Auftragsvorgabe). Sie sichert auf Basis von vorermittelten globalen Zielbeständen die Steuerung (Vorverteilung) im Leitstand und eine operative dezentrale Feinverteilung vor Ort.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß nahezu alle Maßnahmen der Restrukturierung überwiegend logistisch-organisatorischen Charakter besitzen und damit den dargestellten Nutzungserfahrungen in ihrer Konsequenz entsprochen ist.

Bild 6: Zentralisierung und Dezentralisierung technologischer Flüsse

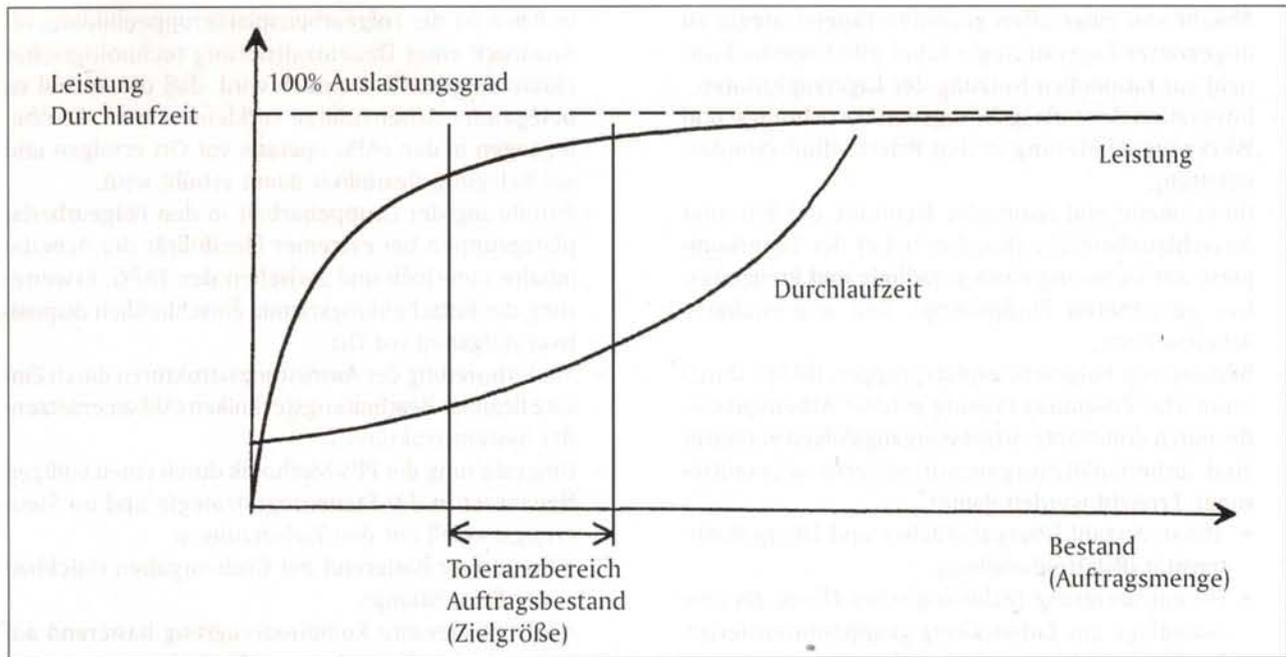


Bild 7: Funktionelle Zusammenhänge der Betriebskennliniensteuerung (in Anlehnung an [16])

Zusammenfassung

Am Beispiel einer Problemlösung „lagerintegrierter Fertigungskomplexe“ wurden auf Basis spezieller Nutzungserfahrungen und aktueller Neuanforderungen der Fabrik- und Werkstättengestaltung Maßnahmen des Reengineering dieser Prozeßlösung vorgestellt, wobei die Veränderungsschwerpunkte planenden, organisatorischen und arbeitswissenschaftlichen Charakter besitzen. Damit leiten sich Aufgaben für den Anwender in den Bereichen Systemplanung, Sortiments- und Ausrüstungssegmentierung, Produktionslogistik, Produktionsprozeßsteuerung und Arbeitswissenschaften ab, von denen ausgewählte Ansätze am Industriebeispiel dargestellt wurden.

Die Vielzahl positiver Nutzungserfahrungen in Verbindung mit speziellen Merkmalen dieser Prozeßlösung, insbesondere die dargestellte Anpassungs- und Ausbaufähigkeit, machen dieses Fertigungskonzept auch perspektivisch sowohl für Groß- als auch für Klein- und Mittelbetriebe des Maschinen- und Gerätebaus interessant.

Literaturverzeichnis

- [1] Wirth, S.: Flexible Fertigungssysteme: Gestaltung und Anwendung in der Teilefertigung; Hütling Buch Verlag, Heidelberg, 1990
- [2] Cronjäger, L.: Bausteine für die Fabrik der Zukunft; Springer-Verlag 1994
- [3] Voigt, A.: Logistikgerechte Fabrikplanung; VDI-Zeitschrift 129 (1987) Nr. 2, S. 34-43
- [4] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung; Carl-Hanser-Verlag, 1984
- [5] Wirth, S.: Methodik und Werkzeuge zur simultanen Fabrikstrukturierung; Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Chemnitz-Zwickau 34 (1992) 5/6, S. 13-30
- [6] Wirth, S.; Petermann, J.; Enderlein, H.: Integrierte Produkt-, Prozeß- und Fabrikplanung bei der Restrukturierung von Produktionsunternehmen; Tage des System- und Betriebsingenieurs 1993 – Tagungsband; Technische Universität Chemnitz-Zwickau, Institut für Fabriksysteme

- [7] Spur, G.; Stöferle, Th.: Handbuch der Fertigungstechnik; Band 6 – Fabrikbetrieb –; Carl-Hanser-Verlag (1994)
- [8] Wirth, S.: Planungsansätze zur Fabrikneustrukturierung; Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Chemnitz-Zwickau 34 (1992) 5/6, S. 45-60
- [9] Wiendahl, H.-P.: Analyse und Neuordnung der Fabrik; Springer-Verlag (1991)
- [10] Wildemann, H.: Die modulare Fabrik; Verlag gfmt-Gesellschaft für Management und Technologie AG (1992)
- [11] Grundig, C.-G.: Automatisierter Fertigungsabschnitt – Druckmeßtechnik – mit CAM-Arbeitsplatz; Fertigungstechnik und Betrieb 37 (1987) 1, S. 11-15
- [12] Grundig, C.-G.: Das Lager in der Fertigung; Flexible Fertigung (1990) Heft 2, S. 66-69
- [13] Grundig, C.-G.: Lösungsprinzipien und Vorbereitungsablauf von flexibel automatisierten rechnergeführten Fertigungsabschnitten – Technologische Systemlösung –; Fachbrochure, Automatisierungstechnik, Heft 19A (1987)
- [14] Erkmann, J.; Grundig, C.-G.: Nutzung des rechnergestützten Projektierungssystems RPS-FAIF zur Gestaltung eines integrierten gegenstandsspezialisierten Fertigungsabschnittes; Fertigungstechnik und Betrieb 36 (1986) 7, S. 407-411
- [15] Grundig, C.-G.: Zur Methodik der experimentell-analytischen Ermittlung von Gesetzmäßigkeiten diskreter Fertigungsprozesse; messen, steuern, regeln 32 (1989) 6, S. 252-257
- [16] Wiendahl, H.-P.; Penz, T.: Logistische Qualitätssicherung – Ein Ansatz zur Beherrschung reaktionsschneller Produktionsprozesse –; VDI-Bericht Nr. 994, in „Vernetzung von Produktionssteuerung und Logistik“ (1992), S. 1-32

Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Claus-Gerold Grundig
Technische Fachhochschule Wildau
Fachbereich Maschinenbau
Telefon (0 33 75) 507-171