

H. Binner, Hemmingen

Zukunftsorientierte Logistik durch elektronischen Leitstandeinsatz im PPS-System

Zur Sicherung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird es gerade für mittelständische Unternehmer immer wichtiger, mit möglichst geringen Einführungsverlusten Logistik-Konzepte in ihren Firmen durchzusetzen. Durch diese Logistik-Konzepte soll die Flexibilität am Markt bei kurzen Durchlaufzeiten und minimalen Beständen realisiert werden. Leider fehlt hierzu auf dem Markt noch die entsprechende Logistik-Software. Durch den Einsatz elektronischer Leitstände läßt sich diese Lücke schließen.

1 Ausgangssituation

Stand der Technik bei Fertigungssteuerungssystemen ist, daß die vorgelagerten Planungs- und Dispositionssysteme in der Regel nicht auf aktuelle Werkstattsteuerungsbelange abgestimmt sind. Eine belegorientierte, manuell aufwendige Organisation ohne aktuelle Rückmeldungen und Auswertungen läßt keine Aussagen über den derzeitigen Fertigungsprozeßzustand zu. Deshalb finden betriebliche Regelkreisprinzipien auch keine Anwendung, weil bei den hierfür erforderlichen Soll-Ist-Vergleichen wegen der fehlenden Ist-Daten keine Abweichungsanalysen möglich sind. Die Kopplung zu flexiblen, computergesteuerten Fertigungssystemen oder der datentechnische Zugriff zu operativen Steuerungen (Zellenrechnern) ist ebenfalls nicht vorhanden. Die häufig starren Programmabläufe in Batch-Verarbeitung lassen keine flexible Reaktion z.B. auf Vertriebswünsche oder Primärbedarfsänderungen zu. Störungen und Planabweichungen lassen sich nicht analysieren, weil eine Dokumentation darüber fehlt.

Viele PPS-Problemlösungsansätze gehen von einer auslastungsorientierten hintereinander geschalteten Produktion aus: die optimale Losgröße basiert auf einer betriebswirtschaftlichen Optimierungsrechnung, die nicht veränderbar ist.

Gerade im Feinsteuerungsbereich sind aber die aus den veränderten Marktbedingungen resultierenden Flexibilitätsanforderungen besonders gravierend. Hier offenbaren PPS-Systeme besonders große Schwachstellen, weil die deterministisch strukturierten Programmvorgaben durch stochastische Abläufe in der Werkstatt außer Kraft gesetzt werden. Wegen der fehlenden Aktualität ist eine optimale kurzfristige Reihenfolgesteuerung der Aufträge nicht mehr möglich. Es entstehen lange Wartezeiten durch unbestimmte Produktionsabläufe und hohe Sicherheitsbestände als Folge unzureichender Informationen über den Auftragsfortschrittsstand. Die Erfassung von Materialbestandsdaten steht in der Praxis immer noch hinter der Zeitdatenerfassung zurück. Es ist häufig nicht bekannt, an welcher Stelle in der Fertigung welches Material in welcher Menge liegt. Wartezeiten für die Mitarbeiter und

die Suche nach angearbeiteten Teilen oder Aufträgen ist der Regelfall. Die entscheidende Schwachstelle ist also die derzeit noch zu stark belegorientierte Organisation beim Einsatz von PPS-Systemen, verbunden mit dem hohen manuellen Aufwand bei der Auswertung und den daraus resultierenden Zeitverlusten. Die Rückmeldedaten finden deshalb keine Verwendung in der Planung, eine Grundlage zur richtigen Entscheidungsfindung im Feinsteuerungsbereich ist damit nicht gegeben.

2 Möglichkeiten eines elektronischen Leitstands

Eine zentrale Rolle im strategischen Logistikkonzept muß deshalb der elektronische Leitstand spielen, weil über ihn alle Abläufe auf der dispositiven und operativen Ebene zur kostenoptimalen Auftragsbearbeitung geplant, gesteuert, überwacht und koordiniert werden können.

Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines solchen Leitstands, wie ihn der Verfasser auf Unix-Basis mit der Datenbank Orael entwickelt hat. Die Fertigungs- und Materialflußsteuerung kommt aus einer Hand. Der arbeitsflußorientierte Regelkreis mit Schwerpunkt im zeitwirtschaftlichen Bereich enthält die termingerechte Arbeitsverteilung und Ressourcenbereitstellung sowie die Steuerung der Auftragsausführung, also die Koordination des Personal-, Betriebsmittel-, Werkzeug- und Vorrichtungseinsatzes mit dem Ziel einer kosten-

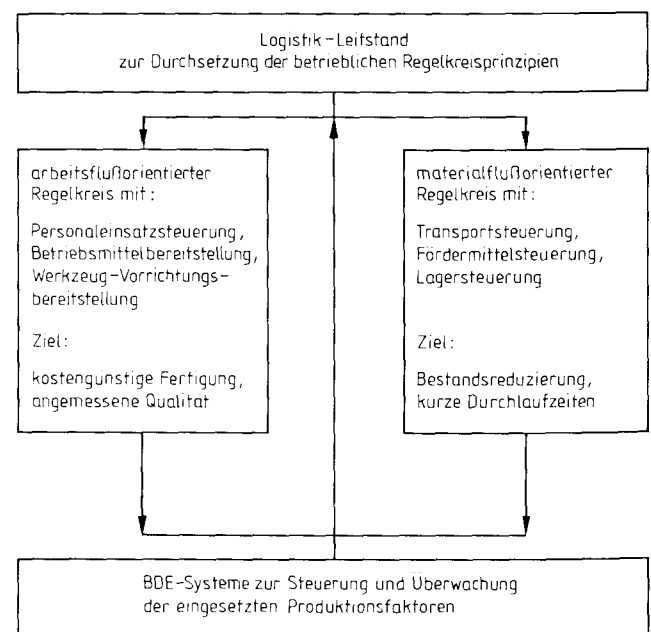


Bild 1. Computerintegrierte Logistik und Fertigung (CILM) durch Einsatz von Logistik-Leitständen

Tabelle. Funktionsbezogene Maßnahmen zur Reduzierung der logistischen Größen „Bestand“ und „Durchlaufzeit“

Bestand	Durchlaufzeit
<p><i>Bei der Beschaffung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - niedrige Sicherheitsbestände durch Lieferantenklassifizierung - exakte Bedarfsermittlung (Dispositionsqualität) - Abbau von Dispositionsstufen - kurze Wiederbeschaffungszeiten - Erhöhen der Umschlaggeschwindigkeit <p><i>In der Produktion:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - auflegen kleinerer Lose - Prozeßsynchronisation, d. h. exakte zeitliche Koordination zwischen Wareneingang, Produktion und Warenausgang - Prozeßharmonisierung, d. h. Anpassung der Kapazitätsquerschnitte (kein Bestand ohne Bedarf) - exakte Bereitstellung <p><i>Im Vertrieb</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - bessere Absatzplanung (Prognosequalität) - Frühwarnsysteme - Servicegrad überprüfen 	<p><i>In der Produktionsentwicklung bzw. im technischen Büro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von CAD, Sachmerkmalelisten verwenden - Normierung und Standardisierung - Produktgruppen-Kataloge - Reduktion der Fertigungstiefe (buy-Entscheidung) <p><i>Im Vertrieb bzw. bei den Außendienstmitarbeitern:</i></p> <p>Verfügbarkeitsabfragen über aktuelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktionsinformationen - Belastungssituationen - Produktionsstände - Variantenabklärungen <p>über gemeinsame Datenpools mit dem Betrieb schafft realisierte Terminabsprachen mit den Kunden und reduziert den Änderungsdienst</p> <p><i>In der Steuerung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Logistiksystemen - Selbststeuerung bei der Arbeitsausführung - termingerechte Bereitstellung aller Produktionsfaktoren - Regelkreisbildung durch BDE-Einsatz <p><i>Im Einkauf:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - buy statt make - Lieferantenvereinbarungen - fertigungssynchrone Beschaffung <p><i>In der Produktion:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Synchronisation der Prozeßstufen - Koordination der Abläufe (parallel und überlappende Ausführung) - kleine Losgrößen - flexible Produktion <p><i>Im Versand:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - komplette Bereitstellung - schnelle Auslieferung - rasche Fakturierung

günstigen Fertigung bei angemessener Qualität. Entscheidender Ausgangspunkt für die genannte Zielerfüllung dieses arbeitsflußorientierten Regelkreises ist die exakte Bestimmung der Fertigungszeitpunkte der einzelnen Baugruppen eines Auftrags. Alle zu dieser Baugruppe gehörenden Einzelteile dürfen erst dann hergestellt werden, wenn sie nach der Fertigstellung unmittelbar in der Montage weitere Verwendung finden. Nur über diesen Weg lassen sich die Durchlaufzeiten senken, die Zwischenlager in der Produktion schrumpfen auf ein Minimum.

In der Tabelle wird am Beispiel der Erfüllung der logistischen Zielgröße „Bestandsreduzierung“ und „Durchlaufzeitreduzierung“ durch den Produktionsfaktor „Information“ die Notwendigkeit eines Leitstandeinsatzes noch detaillierter ausgeführt.

Bedarfs- und Bestandssicherheit sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Bestandsreduzierung. Diese Aufgabe muß in erster Linie der materialflußorientierte Regelkreis mit der dazugehörigen Transport-, Fördermittel- und Lagersteuerung über den Leitstand abdecken. Materialbestände sind in erster Linie Puffer zur zeitlichen Entkopplung aufeinander folgender betrieblicher Aktualitäten bei der Produktherstellung. Deshalb sind Bestände auch häufig Auswirkungen zeitlich unabgestimmter Prozesse.

Je weniger Informationen über exakte Bedarfe mit den dazugehörigen Bedarfszeitpunkten vorliegen, um so höher werden die Sicherheitsbestände anwachsen, damit auch die Liegezeiten der Materialien an allen Stellen im Ablauf, ange-

fangen im Wareneingangslager über die Zwischenlager in der Produktion bis hin zum Versand, ansteigen.

Während die Bedarfssicherheit in erster Linie von einer genauen Bedarfsermittlung abhängt, also von der Organisation der Datenbereitstellung bzw. Vorgabe, die im Vertrieb in Zusammenarbeit mit der Absatz- und Produktionsplanung stattfindet, ist die Durchsetzung der Bestandssicherheit nur durch eine, über den Leitstand nach den Regelkreisprinzipien gesteuerte, lückenlose Erfassung aller umlaufenden Materialien und Halbfertigfabrikate möglich.

Unter der durchaus nicht selbstverständlichen Voraussetzung, daß nur das durch den Einkauf beschafft wurde, was augenblicklich zur Auftragsausführung nötig ist, muß der Leitstand im Grundsatz dafür sorgen, daß diese Materialien zur richtigen Zeit am richtigen Ort in richtiger Menge zur Verarbeitung bereitstehen. Damit wird einmal die Prozeßsynchronisation herbeigeführt, d. h. eine exakte zeitlich durchgängige Koordination innerhalb aller vorhandenen Produktionsstufen vorgenommen. Zum anderen wird eine Prozeßharmonisierung erreicht, d. h. die Kapazitätsquerschnitte, dieser von der Fertigungstiefe des herzustellenden Produkts abhängigen Produktionsstufen werden mit dem Ziel aufeinander abgestimmt, keinen Bestand ohne entsprechenden Bedarf zu schaffen. Positive Auswirkungen dieser durch einen Leitstand realisierten Bestandssicherheit liegen beispielsweise in der Verringerung des Dispositionsrisikos, Sicherheitsbestände verringern sich, Transportwege können als Puffer dienen, wenn gesicherte Informationen hinsichtlich Menge und Zeit darüber

vorliegen. Gleichzeitig werden damit auch die Auftragsdurchlaufzeiten verkürzt.

Die schnellstmögliche Erfüllung eines speziellen Kundenwunsches erhält einen immer höheren Stellenwert als wichtigste Marktanforderung an den Unternehmer. Insofern kommt dem Leitstand in bezug auf die Durchsetzung der Lieferfähigkeit und Flexibilität eine besondere Bedeutung zu. Die Aufstellung funktionsbezogener Maßnahmen zur Durchlaufzeitreduzierung in der Tabelle zeigt eine ganze Reihe betrieblicher Möglichkeiten. In der Konstruktion bzw. im technischen Büro kann durch Einsatz von CAD unter Verwendung von Sachmerkmalsleisten nach DIN 4000 die Variantenkonstruktion sehr viel schneller und eleganter als bisher durchgeführt werden. Auch die Normierung und Standardisierung bereits einmal verwendeter Teile wird dabei stark unterstützt. Hieran ist der Leitstand allerdings nicht direkt beteiligt.

Dies ändert sich aber bei den Verfügbarkeitsabfragen des Vertriebs, die es den Vertriebsmitarbeitern ermöglichen sollen, realistische Terminabsprachen mit den Kunden vorzunehmen und gleichzeitig den Änderungsdienst zu reduzieren. Die dafür nötigen Informationen über den Produktionsstand und die Belastungssituation bekannter Engpaßmaschinen stellt der Leitstand zur Verfügung. Die Steuerung selber wird, wie bereits ausgeführt, voll vom Leitstand realisiert. Er gibt auch dem Einkauf die richtigen Termine zur fertigungssynchronen Beschaffung des benötigten Materials vor. In der Produktion selber werden die von der Leitstandsteuerung veranlaßten Fertigungsaufträge ausgeführt und überwacht. Diese Überwachung durch den Leitstand geschieht relativ einfach durch eine fortlaufende Rückführung des Auftragsfortschritts über die bereichsweise dezentral installierten BDE-Terminals.

Da die Arbeitspapiere vom Leitstand mit einem Barcode-Aufdruck versehen sind, genügt ein einfaches Lesen mit einem Barcode-Lesestift, um die Daten in das BDE-System zu übertragen. Störungen sind über Funktionstasten im Leitstand anzuzeigen. Gemeinkostenzeitarten lassen sich über speziell entwickelte BDE-Schlüssel erfassen und auswerten. Eine umfassende Transparenz über das Werkstattgeschehen ist dadurch gewährleistet.

Durch Entkopplung der erfaßten Zeitdaten von personalabhängigen Daten ist eine unzulässige personenbezogene Leistungskontrolle unterbunden. Diese Lösung sollte aber zusätzlich durch eine Betriebsvereinbarung mit dem Betriebsrat abgesichert sein.

3 Einbindung des elektronischen Leitstands in das Betriebskonzept

Die Einbindung des Leitstands in den Gesamttablauf zusammen mit anderen CA-Komponenten zeigt Bild 2. In der Konstruktion werden die Zeichnungen mit Hilfe von CAD erstellt. Die Geometriedaten werden wenn möglich on-line, also ohne belegmäßige Schnittstelle der AV für die Erstellung von Arbeitsplänen (CAP) oder NC-Programmen (CAM) zur Verfügung gestellt. Das PPS-System übernimmt die Stücklisten und Teilstämme und ergänzt sie mit fertigungstechnischen sowie Materialwirtschaftsdaten. Nach der Zergliederung des Produktionsprogramms oder der Kundenaufträge erhält der elektronische Leitstand für einen bestimmten Planungshorizont (Zeitfenster) die auszuführenden Fertigungsaufträge, die nun nach dem vorliegenden Maschinenbelegungsstand in der richtigen Reihenfolge eingeplant werden müssen. Nach dieser Einplanung erfolgt die Freigabe und Verteilung der Aufträge.

Die einzelnen Leitstandsfunktionen, wie sie z. B. der Logistik-Leitstand Logo-LS von Space Logo, Hannover, enthält, sind:

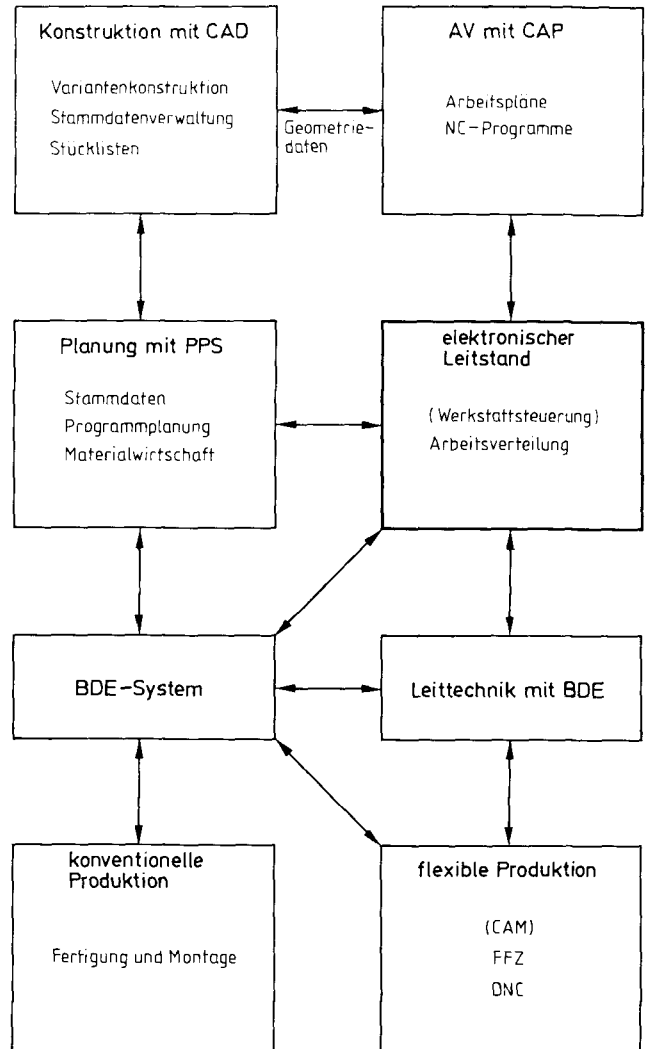


Bild 2. Der elektronische Leitstand als Mittelpunkt im CIM-Konzept

- Prozeßnahe Fertigungsfeinsteuerung für unterschiedliche Fertigungs- und Organisationsstrukturen.
- Koordination und Synchronisation der Abläufe in den einzelnen dezentralen Werkstattbereichen.
- umfassende Information über alle aktuellen Planungs- und Steuerungsvorgaben sowie die aktuell vorliegenden Rückmeldungen aus dem Prozeß.
- grafische Abbildung der Ergebnisse der Soll-Ist-Vergleiche (Regelkreis).
- interaktive Werkstattsteuerung mit alternativer Ablaufplanung im Störfall.
- Simulation der Einlastung von Aufträgen zur Optimierung der Auftragsreihenfolge.
- prozeßnahe Auswertungen, z. B.: Gesamtauftragsstand im Auftragsnetz, Fertigungsfortschrittsüberwachung, Betriebsmittel- und Vormaterialüberprüfung und Reservierung, Belegungsübersichten und Kapazitätsüberwachung.
- Auskunft über den augenblicklichen Status aller eingesetzten Produktionsfaktoren, also über Personal, Material und Betriebsmittel.

Einige dieser Leitstand-Funktionen wurden bereits ausführlich angesprochen. Herauszuheben wäre noch die grafisch unterstützte Simulationsfähigkeit bei der Auftragseinlastung zur Optimierung der Auftragsreihenfolge. Auch die auf Basis des echtzeitbetriebenen BDE-Einsatzes prozeßnahen Aus-

wertungen, wie Gesamtauftragsbestände im Auftragsnetz, Belegungsübersichten und Kapazitätsstandüberwachungen, lassen sich grafisch abbilden. Der Leitstand ist zu einem MIS (Management-Informationssystem) ausbaufähig, er gibt Auskunft über den augenblicklichen Status aller eingesetzten Produktionsfaktoren, also über Personal, Material, Betriebsmittel.

Ein wesentlicher Vorteil beim Einsatz eines solchen Leitstands ist auch die Möglichkeit der Anwendung moderner flexibler Organisationsformen. Das klassisch, also zentral organisierte Steuerungs- und Arbeitsverteilungskonzept ist ebenso anzuwenden wie die dezentrale Steuerung in betrieblichen Teilbereichen mit einer autonomen Planungs- und Entscheidungskompetenz vor Ort. Der Leitrechner hat dann die Aufgabe, mehrere dieser dezentral organisierten autonomen Fertigungsinseln untereinander zu koordinieren und zu synchronisieren.

Aus Gründen der Systemverfügbarkeit und des Antwortzeitverhaltens ist es sinnvoll, diese Leitstandsfunktionen nicht direkt in einem Host-Rechner anzubinden, sondern über hierarchisch aufgebaute Rechnerstrukturen auf der darunterliegenden Ebene mit einem eigenen Leitrechner durchzuführen.

Wie Bild 3 zeigt, lassen sich eine Ebene tiefer noch weitere Insel- oder Zellenrechner ankoppeln. Mit steigendem Automatisierungsgrad wird der Bedarf nach diesen Lösungen zunehmen, z.B. durch Einsatz von Lagerleitrechner, Transportsteuerungsrechnern, Qualitätssicherungsrechnern.

Durch die Prozeßrechnerereigenschaften mit Real-time-Verteilung kann der Leitstandrechner auf Basis der BDE-Rück-

meldungen sehr schnell auf Störmeldungen reagieren und damit Stör- und Ausfallzeiten minimieren. Weitere Kennzeichen zur Unterstützung einer zukunftsorientierten Produktionslogistik durch moderne elektronische Leitstände sind:

- Hochentwickelte Bedienerführung mit grafischen Abbildungen,
- interaktive Planungs-, Terminierungs- und Einlastalgorithmen.
- Simulationsfunktionen für durchflußoptimale Reihenfolgeplanungen,
- Ressourcen-Verfügbarkeitsabfragen,
- Einsatz von Expertensystemen z. B. zur flexiblen Auftrags-einplanung und Rüstzeitoptimierung,
- Überwachung von Transport- und Kontrollaktivitäten im Fertigungsprozeß.
- Auslösung dieser Aktivitäten aus dem Prozeß über BDE-Abrufe mit Rückmeldung zum Leitstand,
- Verbindung von integrierten Prozeßsteuerungen (z. B. DNC-Einsatz mit PPS-Komponenten),
- umfassende BDE-Anbindung zur Unterstützung der Werkstatt-Steuerungsfunktionen mit Erfassung diverser Zustandsdaten,
- On-line-Aktualisierung der betrieblichen Rückmeldungen,
- Eckzeitkopplung von PPS und BDE.

Die hoch entwickelte Bedienerführung mit der bereits angesprochenen Unterstützung durch grafische Abbildungen erleichtert die Arbeit des Fertigungssteuerers in hohem Maße. Die umständliche manuelle Handhabung vieler Belege an der Plantafel, wie beim konventionellen Leitstand üblich, entfällt.

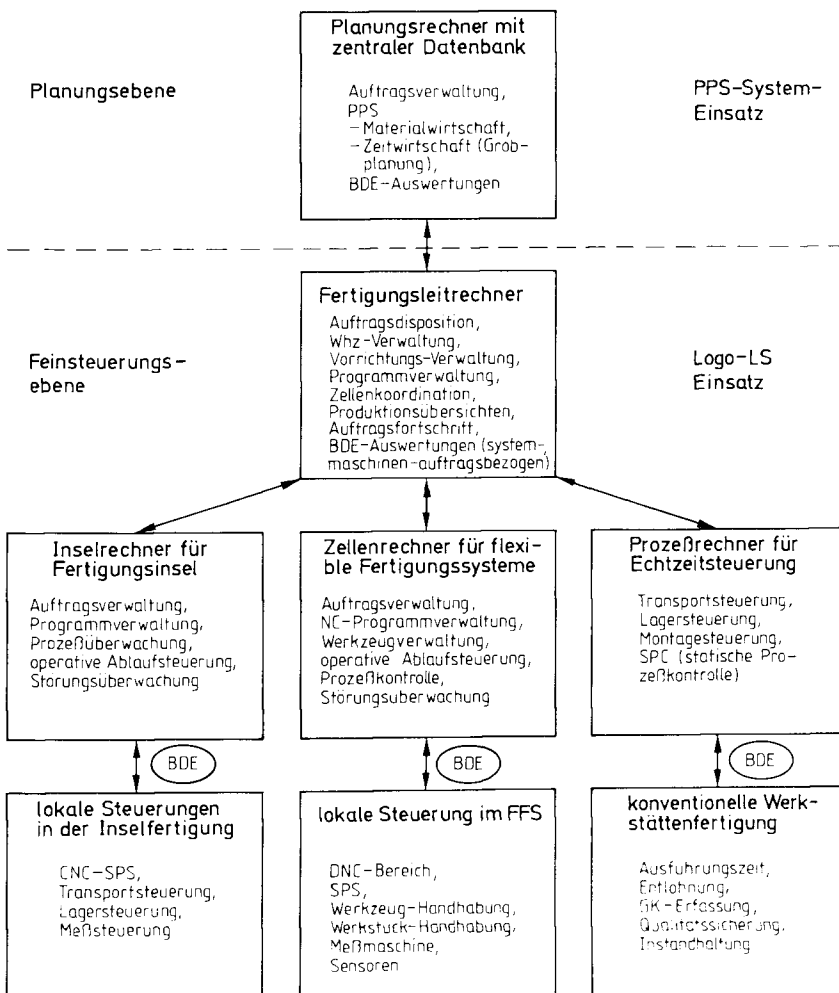


Bild 3. Hierarchisches Rechnerereinsatzmodell mit verteilten Datenbanken und benutzeroffenen Netzwerken

4 Ausblick

Durch die umfassenden Ressourcen-Verfügbarkeitsabfragen ist gewährleistet, daß keine Teilaufträge wegen fehlender Hilfsmittel oder Rohstoffe unterbrochen werden müssen. Auch der Einsatz von Expertensystemen zur flexiblen Auftragseinplanung der Rüstzeitoptimierung ist denkbar. Die organisatorischen Aufgaben bezüglich der Materialwirtschaft und der Grobplanung (Zeitwirtschaft) innerhalb des PPS-Systems können über den Leitstand mit den Prozeßsteuerungen vor Ort z. B. beim DNC-Einsatz gekoppelt werden. Die eingangs genannten Schwachstellen lassen sich somit zum großen Teil beseitigen.

Aus all diesen Aussagen wird deutlich, daß die Notwendigkeit des Erreichens produktionswirtschaftlicher bzw. logistischer Zielsetzungen, wie Reduzieren der Durchlaufzeiten, Verringern der Bestände, Erhöhen der Liefertreue und Verbessern der Flexibilität zur Sicherung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens ganz wesentlich durch den Einsatz eines Logistik-Leitstands geprägt werden kann.

Der Unternehmer sollte sich jedoch davor hüten, einen solchen Leitstand als Allheilmittel zur Lösung seiner betrieblichen Probleme anzusehen.

Auch bei einer Leitstandseinführung – und dies gilt gleichermaßen für mittelständische oder große Unternehmen – müssen vorab die betriebspezifischen Steuerungsanforderungen definiert und die ablauf- sowie aufbauorganisatorischen Randbedingungen abgeklärt sein. Nur unter Berücksichtigung dieser Punkte in Verbindung mit motivierten von vornherein in die Planung mit eingebundenen Mitarbeitern wird ein Leitstandseinsatz die angestrebten Nutzeffekte auch tatsächlich erzielen können.

Der Autor dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. *Hartmut F. Binner*, Jahrgang 1944, studierte an der TU Hannover Maschinenbau. Nach mehrjähriger leitender Tätigkeit in der Industrie ist er seit 1978 Professor an der FH Hannover, dort zuständig für CIM und Logistik, Industriebetriebslehre und Planung von Anlagen und Werkstätten. Außerdem ist er Technologieberater und Mitinhaber der Space Logo, Hannover. (1117)