

Werner LEODOLTER, Dipl.-Ing. Dr.techn., Jahrgang 1957, beendete 1982 das Studium der Elektrotechnik an der TU Graz. Danach 7 Jahre als Berater, Gruppenleiter und Produktmanager für Fertigungsinformationssysteme tätig. Nach 2 Jahren selbständiger Beratungstätigkeit seit Dezember 1991 Leiter der Systementwicklung und seit Oktober 1993 Leiter des Bereiches Informatik und Organisation bei der Böhler Edelstahl GmbH. Promotion an der Fakultät für Maschinenbau der TU Graz Ende 1991. Autor eines Fachbuches zum Thema Fertigungsleitsysteme. Zahlreiche Veröffentlichungen und Vorträge zum Thema Fertigungsinformationssysteme in Österreich und Deutschland.

Die Fertigung „regeln“ statt steuern

Infrastrukturen für die schlanke Produktion

Infrastrukturen, die es einem Unternehmen erlauben, sich einerseits rasch auf Änderungen im wirtschaftlichen Umfeld einzustellen und sich andererseits im Sinne des Kaizen kontinuierlich zu verbessern und zu lernen, sind neben der Organisation und Motivation ein Erfolgsfaktor auf dem Weg zur schlanken Produktion. Dieser Beitrag behandelt die Fertigungssteuerung als wesentlichen Teil einer solchen Infrastruktur unter eben diesem Gesichtspunkt. Dabei wird das Konzept der „Regelung“ statt der „Steuerung“ konsequent und in Weiterführung der heute weit verbreiteten Regelkreisdarstellungen herausgearbeitet. Das Change Management als unternehmerische Schlüsselaufgabe erfordert bewegliche unternehmerische Infrastrukturen.

Der Wunsch nach Stabilität und Vorhersagbarkeit war in der Fertigungsindustrie eine wesentliche Triebfeder zur Gestaltung umfassender integrierter Systeme mit hohem Genauigkeitsanspruch auch in der mittelfristigen Vorschau. Ein Beispiel dafür sind die MRP II Systeme. Aber das derzeitige und wahrscheinlich auf Sicht auch zukünftige wirtschaftliche Umfeld führt zu einer „stabilen“ Erkenntnis: Die Veränderung ist permanent.

Der damit verbundene Zeitwettbewerb hat insbesondere Unternehmen, die dies nicht nur als Bedrohung, sondern als Chance begreifen und die sich durch „Lean Management“ auszeichnen, wie Hewlett Packard, AT&T und Sony erfolgreich werden lassen. [1]

Um das daher in vielen Unternehmen notwendige permanente Change Management zu bewältigen, ist es unter anderem entscheidend, über die richtige unternehmerische Infrastruktur zu verfügen bzw. diese zu managen und sich so wettbewerbsfähig und reagibel zu halten.

Die Struktur der Fertigungsinformationssysteme muß dabei – wie die Praxis

zeigt – die richtige Gewichtung auf den Ebenen der Planung und Steuerung haben, was branchen- bzw. betriebsspezifisch beantwortet werden muß.

Die weiteren Ausführungen konzentrieren sich auf den oft vernachlässigten Aspekt der Fertigungssteuerung in Form von Fertigungsleitsystemen, zumal gerade die auf dieser Ebene verfügbare Infrastruktur entscheidend für das erfolgreiche Reagieren auf kurz- und mittelfristige Umfeldänderungen (z.B. sich ständig änderndes Auftragsmix, stark wechselnde Kapazitätsnachfrage, betriebliche Störungen etc.) unter Wahrung der Kosten-, Durchlaufzeit- und Bestandsziele und der Termintreue ist.

Fertigungsleitsysteme, wesentlicher Teil der betrieblichen Infrastruktur

Ein Fertigungsleitsystem läßt sich folgendermaßen definieren:

Ein Fertigungsleitsystem ist ein aus organisatorischen und EDV-technischen Elementen konfiguriertes Instrumentarium zur Koordination und Steuerung der in den Betrieben stattfindenden

Wertschöpfungsprozesse. Dabei wird die Versorgung und Entsorgung der Betriebe, Werkstätten, Aggregate und Arbeitsplätze mit allen für die Bearbeitung und Leistungserbringung notwendigen Ressourcen, insbesondere Personal, Material, Betriebsmittel und Information, koordiniert und veranlaßt.[2]

Abb. 1 zeigt ein Regelkreismodell eines Fertigungsleitsystems für ein Unternehmen mit mehreren Betrieben, die durch verschiedenste Materialflüsse untereinander verbunden sind.

Die funktionale Struktur eines Fertigungsleitsystems und der Auftragsplanung als Teil eines Produktionssystemes läßt sich anhand dieses Regelkreismodelles beispielhaft wie folgt kurz darstellen.

Produktionsplanung – Fertigungsauftragsplanung

Die Fertigungsauftragsplanung beinhaltet die Generierung der Fertigungsaufträge unter Integration der Prüfplanung, die Materialdisposition, sowie die Termin- und Kapazitätsplanung.

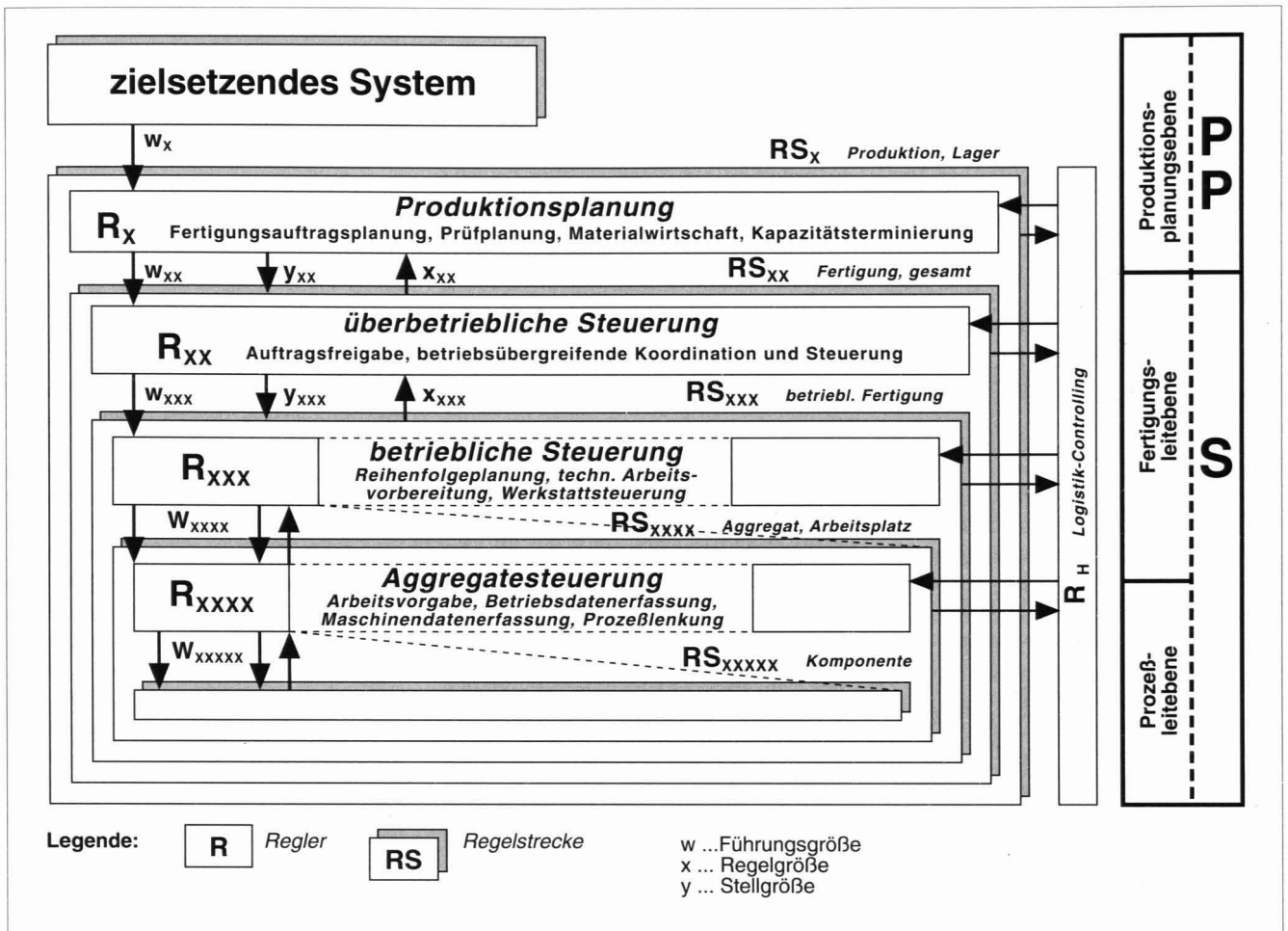


Abb. 1: Regelkreismodell eines Fertigungsleitsystemes

Überbetriebliche Steuerung

Die überbetriebliche Steuerung umfaßt einerseits die EDV-seitige Instanz zur Verwaltung der Fertigungsleitsystem-Datenbank und der Schnittstellen zum Produktionsplanungs-, Qualitätsmanagement- sowie zu den Abrechnungssystemen. An dieser Stelle sind auch die Regeln zur Auftragsfreigabe implementiert. Andererseits umfaßt sie die Funktionen zur überbetrieblichen Beobachtung des Fertigungsgeschehens („Monitoring“) und zur moderierenden Koordination zwischen den betrieblichen Steuerungssystemen untereinander sowie zur Produktionsplanung hin.

Betriebliches Steuerungssystem

Diese Funktionsgruppe umfaßt zwei eng gekoppelte Regelkreisebenen, nämlich die betriebliche Steuerung und die Aggregatsteuerung:

Auf dem **betrieblichen Leitstand** erfolgt die betriebliche Feinplanung mit der Reihenfolgebildung je Aggregat (sgruppe) bzw. Arbeitsplatz(gruppe).

Die Reihenfolgealgorithmen werden abhängig von den technischen Restriktionen der Aggregate bzw. des Betriebes individuell realisiert. Restriktionen seitens der Betriebsmittel (z.B. Gesenke etc.) werden ebenfalls berücksichtigt.

In der **technischen Arbeitsvorbereitung** werden die Technologietabellen zur technisch richtigen Reihenfolgebildung sowie zur Einsteuerung von Technologiedaten wie DNC-Programme, Werkzeugkorrekturdaten, Temperaturen, Walzgeschwindigkeiten etc. verwaltet. Weiters werden technische Klärungen bei heiklen Aufträgen bzw. bei Problemen und Störungen durchgeführt.

Die **Werkstattsteuerung** ermöglicht es dem Meister einerseits die Belegung und den Bearbeitungszustand der Aufträge in seinem Aufgabenbereich zu betrachten. Andererseits kann er das Personal den jeweiligen Arbeitsplätzen zuteilen sowie nach Ausführung der Arbeiten die notwendigen Verwaltungsaufgaben zur Personalabrechnung etc. durchführen. Der Meister bzw. Vorarbeiter hat durch die zeitgenaue An- und Abmeldung von Arbeitsgängen, Störungen

und Personalbewegungen durch die Werker auf den BDE-Terminals (**Betriebsdatenerfassung**) den vollen Überblick über den Zustand der Aggregate und Aufträge, über An- bzw. Abwesenheit von Personal bzw. darüber, wer gerade an welchem Arbeitsplatz arbeitet und ob er in nächster Zeit seinen Arbeitsplatz wechseln muß.

Automationsgestützte Arbeitsgänge werden über **Maschinendatenerfassung** bzw. mit Prozeßleitsystemen zur **Prozeßlenkung** in das betriebliche Steuerungssystem integriert.

Logistik-Controlling

Die zeitgenau erfaßten Daten werden hinsichtlich der Durchlaufzeiten und des Abfertungsverhaltens der Aufträge auf allen Ebenen ausgewertet. Dabei kann als grafisches Hilfsmittel das Durchlaufdiagramm (siehe Abb. 3) verwendet werden. Damit werden Engpässe analysiert, Ursachen für Terminprobleme ermittelt und Informationen für die richtige Gestaltung der Vorgaben seitens der Planung ermittelt (minimale und durchschnittliche Übergangszeiten, Wartezeiten

ten, Transportzeiten etc). Diese Funktion stellt für alle Ebenen des Regelkreismodells eine Art Hilfsregler dar.

Fertigungsleitsysteme sind eine Infrastruktur mit Werkzeugen zur Unterstützung einer „schlanken Produktion“.

Ein wesentlicher Grundgedanke der „schlanken Produktion“ ist es, das Unternehmen um die für die Wertschöpfung entscheidenden Geschäftsprozesse herum zu organisieren [3] und Stabsfunktionen denkbar schlank zu halten.

Ein zweiter Grundgedanke ist es, die so gestalteten und gruppierten einzelnen organisatorischen Einheiten dahingehend mit Informationen und Werkzeugen auszustatten, daß sie sich in Ausrichtung auf die gesamtunternehmerischen Zielsetzungen „selbst regeln“ können.

Fertigungsleitsysteme in obiger Ausprägung sind – indem sie dem Betrieb, den Meistern und Vorarbeitern wesentliche Werkzeuge zur autonomen Gestaltung der betrieblichen Wertschöpfung bieten – eine „Infrastruktur“ zur koordinierten und doch selbstregelnden Fertigung im Sinne der „schlanken Produktion“.

als diskrete Ereignisse wie Auftragsfreigabe, Fertigmeldung etc. definieren. So werden ja auch heute die Aufträge durch die Fertigung gesteuert und auch die durchaus üblichen Regelkreisdarstellungen interpretiert.

Das Verhalten der Fertigung als (Geschäfts)prozeß in Reaktion auf Änderungen des abzuwickelnden Auftragsvolumens, der Zielsetzungen sowie Störungen von außen und innen kann damit aber nicht ausreichend beurteilt und damit auch nicht zielführend beeinflusst (geregelt) werden.

Die Definition von „prozeßhaften“ Meß- und Regelgrößen in Ergänzung zu den herkömmlichen oben erwähnten Regelgrößen erscheint daher sinnvoll.[2] Ein Beispiel dafür ist im Folgenden erläutert.

Die Visualisierung des (Geschäfts)prozesses der Fertigung sowie die Bedienerführung ist entscheidend für die kontinuierliche Verbesserung der Fertigung (Kaizen).

Da die Regler im System Fertigung durchwegs Menschen sind, z.B. Leitstandsverantwortlicher, Meister, Vorarbeiter etc., hängt die Qualität der Fertigung als geregelter Prozeß davon ab,

schen Darstellungen ist dabei spezifisch durchzuführen.

Nachfolgend sind beispielhaft einige mögliche Regelgrößen anhand des obigen Regelkreismodells beschrieben:

Die Produktionsplanung bildet und terminiert Aufträge mit einem zeitlichen Puffer, da es ja unmöglich ist, alle Fertigungsaufträge in der kürzest möglichen Durchlaufzeit, bestehend aus Bearbeitungsdauern und technisch notwendigen Übergangszeiten (z.B. Transport, Abkühlung, Trocknung etc.) durchzusteuern. Diese Puffer stellen damit den Freiheitsgrad für die Durchsteuerung des Fertigungsauftrages dar, und werden von der überbetrieblichen Steuerung nach unternehmensspezifischen Überlegungen auf die betrieblichen Steuerungen aufgeteilt und von diesen als Freiheitsgrad verwendet.

Zwischen den einzelnen Ebenen des Regelkreismodells werden Fertigungsaufträge, Arbeitsgänge etc. für einen zu wählenden Zeithorizont, der für die jeweilige Regelungsebene sinnvoll erscheint, freigegeben. Die Verantwortung für diesen Bereich liegt dann beim jeweiligen Regler. Eingriffe von der übergeordneten Regelungsebene sind nur notwendig, wenn die Vorgaben in Form der Führungsgrößen unerfüllbar sind.

In Abb. 3 ist der Bereich Produktionsplanung – überbetriebliche Steuerung – betriebliche Steuerung des Regelkreismodells dargestellt. Aus der Einplanung der Fertigungsaufträge in der Produktionsplanung ergibt sich in diesem Beispiel eine Pufferkennzahl von 2,5 (Pufferkennzahl PKZ (des betrachteten Bereiches und Zeitraumes) = Summe aller Puffer (in Tagen) / Anzahl der Arbeitsgänge).

Die überbetriebliche Steuerung terminiert die Aufträge so, daß die im Materialfluß vorgelagerten Betriebe weniger Puffer als die am Ende liegenden Betriebe zugeordnet bekommen, z.B. Plan-PKZ1 (Betrieb 1) = 1,8; Plan-PKZ2 (Betrieb 2) = 2,0; Plan-PKZ3 (Betrieb 3) = 2,2 etc. In Abb. 3 ist bereits ersichtlich, daß sich die PKZ schlechter darstellt als geplant (2,2 statt Plan-PKZ2 = 2).

Im Durchlaufdiagramm ist allerdings ersichtlich, daß am Anfang der Betrachtungsperiode liegende Aufträge diese Verschlechterung verursacht haben, daß sich die Situation inzwischen aber wieder gebessert hat und somit eventuell gar kein Handlungsbedarf besteht.

Wie dieses Beispiel zeigt, bildet die regelungstechnische Betrachtungsweise

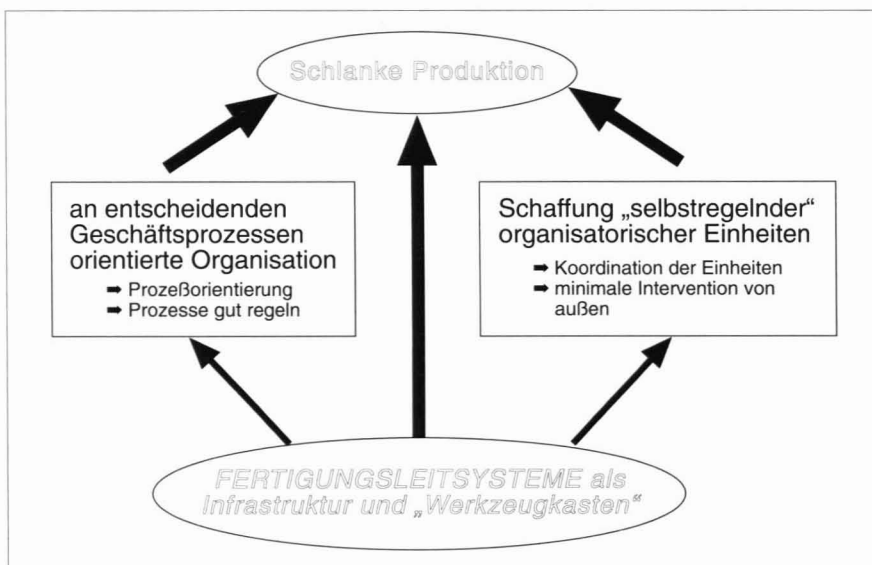


Abb.2: Fertigungsleitsysteme als Infrastruktur einer schlanken Produktion

(Geschäfts)prozesse wollen geregelt werden

Betrachtet man nun die Fertigung als einen der entscheidenden unternehmerischen Geschäftsprozesse, so kann man ein Fertigungsleitsystem wie in Abb. 1 als System von Regelkreisen darstellen.

Man kann nun sehr leicht die Führungsgrößen, Stellgrößen und Regelgrößen

wie qualifiziert diese Regler agieren. Die möglichst einfache und anschauliche Darstellung des Prozesses ist daher von entscheidender Bedeutung. Wenn man Prozeßleitsysteme großer Aggregate wie Papiermaschinen, Walzstreifen etc. betrachtet, so wird die Bedeutung dieses Aspektes bewußt. Die Findung der für ein Fertigungsunternehmen bzw. einzelne Betriebsteile aussagekräftigsten Kennzahlen und grafi-

das dynamische Verhalten der betrachteten Regelstrecke wesentlich sensibler ab, als dies bei den bisher üblichen Betrachtungsweisen der Fall ist, wo die Probleme oft erst bei bereits unvermeidlichen Terminverzügen von Aufträgen zutage kommen.

Damit wird einerseits dem oft angestrebten Prozeßcharakter der Fertigung entsprochen, wie er ja in dem meist verfolgten Ziel des „Fließens“ des Materials zum Ausdruck kommt, und andererseits die Grundlage dafür geschaffen, daß durch die jederzeitige Abrufbarkeit dieser Prozeßgrößen eine auch für mehrere Verantwortliche und Beteiligte verfügbare Möglichkeit geschaffen wird, ein Verhaltensmuster – und so die Dynamik – des betrachteten „Prozesses“ zu erkennen und zu begreifen. Damit wird der „Prozeß“ beherrschbarer und kann kontrollierbar verbessert und umgestaltet werden.

Außerdem unterstützt diese intensive Form der Rückkopplung in besonders effizienter Form die Lernfähigkeit und Flexibilität eines Unternehmens. Dies entspricht auch dem Grundsatz der schlanken Produktion, wonach alle Unternehmensabläufe als kontinuierlicher Verbesserungsprozeß ohne Ende aufzufassen sind (Kaizen) [1]. Es ist also durchaus kein Schlagwort, wenn man in diesem Fall vom „Regeln“ der Fertigung im Sinne der Regelung eines Pro-

zesses statt vom „Steuern“ im Sinne des „Durchstuerns“ von Aufträgen spricht.

Anwendbarkeit und Erfolgspotentiale

Dieses Konzept ist sowohl für Unternehmen mit logistisch weitgehend entflochtenen Produktionsbereichen als auch in solchen mit verflochtenen Produktionsbereichen einsetzbar. Die organisatorische Anwendung der überbetrieblichen Steuerung kann bei entflochtenen Produktionsbereichen im Sinne einer segmentierten Produktion [4] entfallen.

Eine besondere Erfolgsvoraussetzung ist eine hohe Mitarbeiterqualifikation und -motivation.

Neben den Erfolgspotentialen Durchlaufzeitverkürzung und Bestandsverringerung lassen sich auch große ablauforganisatorische Vereinfachungen im Sinne einer „schlanken Produktion“ realisieren, indem die Produktionsplanung und die überbetriebliche Steuerung mit den oben beschriebenen Aufgaben in einer Stelle zusammengefaßt werden und die betrieblichen Steuerungen die ausführungsnahen Planungs- und Steuerungsagenden sowie die technische Kompetenz in Form der Pflege der Arbeitspläne und Technologiedaten wahrnehmen.

Die Ausführungen haben gezeigt, wie

ein Fertigungsleitsystem und seine Werkzeuge in einem „regelungstechnischen“ Rahmen durch ihre Anschaulichkeit zur Unterstützung der selbstregelnden Einheiten einer schlanken Produktion wirken können. Die oftmals geforderte Dezentralisierung der PPS-Systeme wird damit besonders gefördert.

Sie ermöglichen es den Verantwortlichen, ein „Gespür“ für das Systemverhalten ihres Verantwortungsbereiches und der angrenzenden Bereiche zu entwickeln.

Sie fördern so die Lernfähigkeit der Verantwortlichen und auch die Lernfähigkeit der gesamten Organisation und stellen somit eine wirksame Infrastruktur für ein permanentes Change Management dar.

Literatur:

- [1] PIEPEL, U.: Wege zur Übertragung der Lean Production; in: io Management Zeitschrift 62 (1993) Nr.2
- [2] LEODOLTER, W.: Fertigungsleitsysteme - organisatorische und informationstechnische Leitlinien; Stuttgart 1992
- [3] HIRZEL, M.: Lean Management muß in den Köpfen der Manager beginnen; in: io Management Zeitschrift 62 (1993) Nr.2
- [4] HUBER, P.: Produktionsplanung und -lenkung: PPS dezentralisiert!; in: io Management Zeitschrift 62 (1993) Nr.2

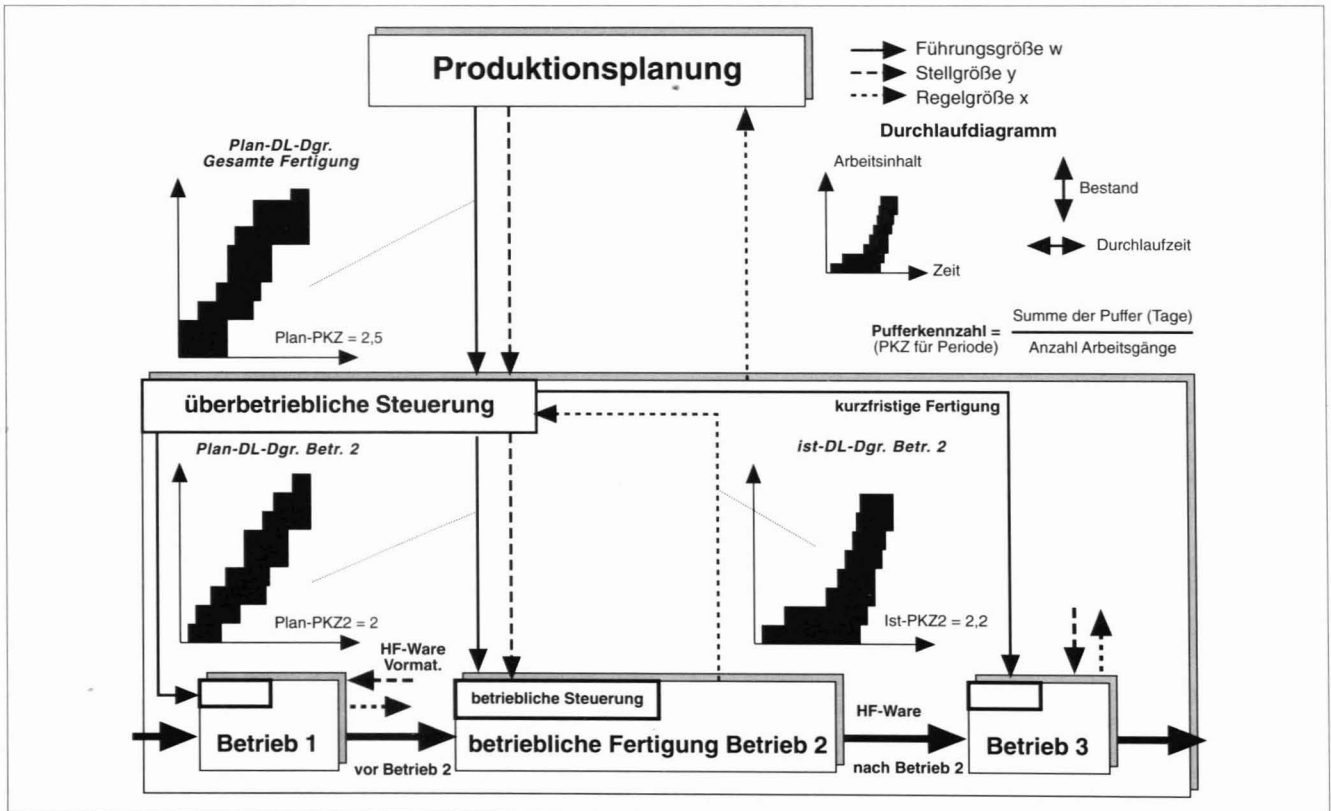


Abb.3: Das „Regeln“ des (Geschäfts)prozesses Fertigung