

Anwendung der Datenverarbeitung in der Produktionssteuerung

Von Alfred Büchel, Zürich

1. Einleitung

Schon mit den ersten kommerziell eingesetzten Computern wurde versucht, Probleme, die wir heute unter dem Begriff der Produktionssteuerung zusammenfassen, durch Einsatz maschineller Hilfsmittel zu lösen. Anlass zu diesen Bemühungen, die sich vorerst auf engbegrenzte Teilgebiete beschränkten, gab meist das offensichtliche Ungenügen der mit herkömmlichen Mitteln erreichten Resultate. Die Organisation der Produktionssteuerung hatte mit der sich in bezug auf Mengenausstoss und Differenzierung der Erzeugnisse stark ausweitenden Produktion nicht Schritt gehalten. Die sich auf manuelle Hilfsmittel, wie Karteien und Planungstafeln, abstützenden Verfahren waren insbesondere den Folgen der permanenten Voll- oder Überbeschäftigung und den steigenden Anforderungen an Flexibilität nicht gewachsen.

Mit den heute verfügbaren Datenverarbeitungsanlagen bieten sich ganz neue Lösungsverfahren an. Die zentrale Speicherung der Information und die alleinige Verwendung rechnerischer Verfahren erlauben es, alle Teilgebiete integrierende Konzeptionen zu verwirklichen. Die Industrie ist auf breiter Basis im Begriff, derartige Lösungen einzuführen. Im folgenden wird nicht über den aktuellen Stand dieser Bemühungen berichtet, sondern es werden die Problematik der Produktionssteuerung und die Lösungsverfahren mit Computer in ihren Grundsätzen dargelegt.

2. Zielsetzungen der Produktionsplanung und -steuerung

Terminologisch unterscheidet man das Begriffspaar Produktionsplanung und Produktionssteuerung. Nahtstelle zwischen diesen beiden Gebieten ist der *Produktionsplan*, eine hinsichtlich Produktespezifikationen, Mengen und Ablieferungsterminen definierte Anweisung an die Produktion. Das Aufstellen dieser Soll-Vorgabe der zu erbringenden Leistung ist Gegenstand der Planung, während die Aufgabe der Steuerung darin besteht, alle für die Ausführung des Planes notwendigen operativen Vorgänge unter Beachtung der verfügbaren Kapazitäten in ihrem zeitlichen Ablauf zu koordinieren und die zur Beseitigung von Abweichungen zwischen Plan und Realität erforderlichen Massnahmen zu treffen.

Die Zielsetzungen für die Produktionsplanung und -steuerung sind vielseitig und gegenläufig. Es werden z. B. gefordert:

- gute und gleichmässige Auslastung der vorhandenen Produktionskapazitäten,
- kurze Durchlaufzeiten und Lieferfristen,
- gute Termintreue,
- geringe Kapitalbindung in Lagerbeständen,
- grosse Flexibilität, d. h. rasche Anpassung an veränderte Gegebenheiten,
- tragbarer Aufwand zur Erfüllung dieser Planungs- und Steuerungsfunktionen.

Unter den Verhältnissen, wie sie in der schweizerischen Maschinenindustrie und im Apparatebau herrschen und den folgenden Ausführungen zugrunde liegen, ist ein Produktionsplan keine auf lange Sicht fixierte und unveränderliche Vorgabe. Inner- und ausserbetriebliche Faktoren, insbesondere die Gegebenheiten des Marktes, erfordern laufende Veränderungen und Anpassungen dieses Planes. Sehr häufig kann sich ein solcher Plan nicht nur auf konkret vorliegende Kundenaufträge abstützen, denn die dem Kunden zu gewährenden Lieferfristen sind oft wesentlich kürzer als die Fertigungs-Durchlaufzeit. Um produzieren zu können, muss jedoch ein verbindlicher Produktionsplan vorliegen; dieser basiert dann lediglich auf mit Unsicherheiten behafteten Erwartungen. Er muss dem wirklichen Verkauf und den Veränderungen in den Erwartungen laufend angepasst werden.

3. Problematik der Produktionssteuerung

Währenddem sich die Produktionsplanung noch mit einer globalen Modellvorstellung über das Betriebsgeschehen begnügen kann, muss sich die Steuerung zwangsläufig mit den einzelnen Materialpositionen und Arbeitsgängen befassen. Da die Zahl dieser Elemente sehr gross ist, müssen zur Wahrung des Überblicks zwischen Produktionsplanung und Arbeitsausführung weitere planende und disponierende Stellen eingeschoben werden. Zur Erfüllung ihrer Aufgabe benötigen diese ins einzelne gehende Informationen über den Fertigungsablauf, wie z. B. Zusammensetzung und struktureller Aufbau der Produkte, Art, Reihenfolge und Zeitbedarf der auszuführenden Arbeitsgänge, benötigte Arbeitskräfte und Hilfsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Vorrichtungen) usw. Die Koordination der Erstellung der entsprechenden Unterlagen durch Verkauf, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung gehört ebenfalls zum Aufgabenbereich der Produktionssteuerung. Im folgenden ist allerdings nur von den Problemen des Fertigungsprozesses die Rede.

Als ideale Voraussetzung für eine gutfunktionierende Fertigungssteuerung sollte ein auf die Beschaffungsmöglichkeiten und Fertigungskapazitäten genau abgestimmter Produktionsplan vorhanden sein. An Umständen, die dazu führen, dass Produktionspläne in den seltensten Fällen diese Bedingung erfüllen, seien genannt:

- Im Zeitpunkt der Abgabe von Lieferversprechen im Rahmen der Offertstellung ist ein Teil der Informationen über benötigte Zulieferungen und Fertigungskapazitäten, bestehende Vorbelastungen durch feste und sich im Verhandlungsstadium befindliche Aufträge nur grob abzuschätzen.
- Ein bei globaler Betrachtung mit den vorhandenen Kapazitäten erfüllbarer Produktionsplan kann bei seiner Detaillierung in einzelnen Fertigungsgruppen zu unausgeglichene Belastungen führen.

Die Produktionssteuerung erhält damit bereits mit der Zielvorgabe Konflikte zugespielt. Darüber hinaus entstehen im Laufe der Abwicklung der Produktion durch Störungen, wie z.B. verspätete Zulieferungen, Ausfälle von Arbeitskräften und Maschinen, qualitative Mängel der Produkte usw., weitere Unstimmigkeiten. Es gehört zur Aufgabe der Produktionssteuerung, durch gezielte Massnahmen und Eingriffe in das Betriebsgeschehen derartige Unstimmigkeiten irgendwelcher Art auszumerzen und nur im äussersten Falle sich auf die Ablieferungstermine auswirkende Änderungen des Produktionsplanes vorzuschlagen.

Ausgangspunkt jeder Tätigkeit in der Produktionssteuerung sind die Durchlaufpläne von Kunden- und Vorratsaufträgen (s. Abb. 1 a). Diese stellen das Gerüst des ganzen Fertigungsablaufes dar. Die Struktur dieser Durchlaufpläne, nicht aber ihr zeitlicher Ablauf, kann im allgemeinen als vorgegeben und unveränderlich betrachtet werden.

Auf der Grundlage dieser Durchlaufpläne können nun vorerst die Auswirkungen eines Produktionsplanes hinsichtlich Beanspruchung der einzelnen Fertigungsmittel errechnet werden (s. Abb. 1 b). Die Bearbeitungszeiten der Aufträge verursachen Belegungszeiten der Maschinen. Falls die Arbeitsgänge genau zu den im Durchlaufplan vorgesehenen «idealen» Zeitabschnitten ausgeführt werden sollen, fügen sich die Operationen auch bei Übereinstimmung von Kapazität und Belastung nicht zu einer lückenlosen Belegung der vorhandenen Maschinen. Die Durchlaufpläne müssen daher durch Vor- oder Nachverschieben einzelner Arbeitsgänge verändert werden. Diese Verschiebungen ergeben sich nicht aus den Anforderungen des einzelnen Auftrages, sondern aus dem situationsbedingten Zusammenwirken des ganzen Auftragsbestandes. Dies bedeutet, dass die einzelnen Aufträge sich gegenseitig beeinflussen, was die Steuerung der Fertigung wesentlich erschwert.

Als weitere Konsequenz der Durchlaufpläne ergibt sich der Bedarf an Rohmaterialien und Bestandteilen (s. Abb. 1 c). Zusammen mit den effektiv vor-

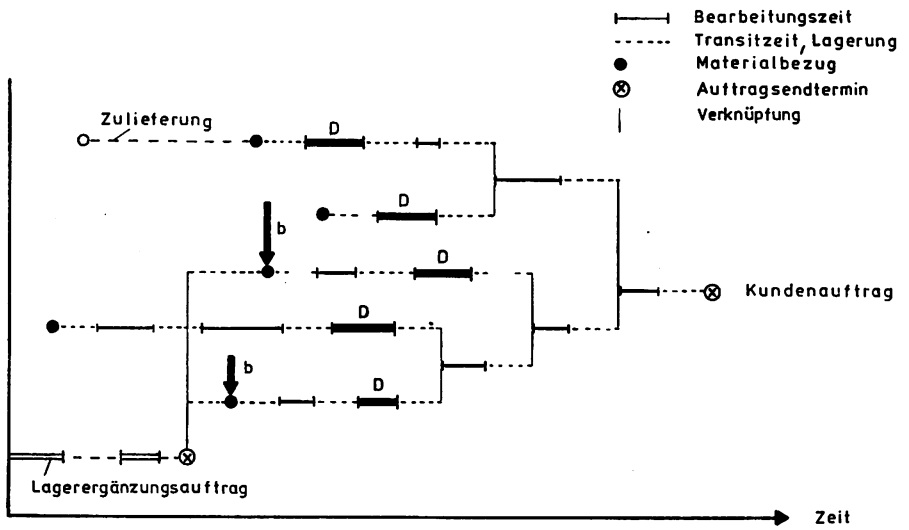


Abbildung 1a. Durchlaufplan

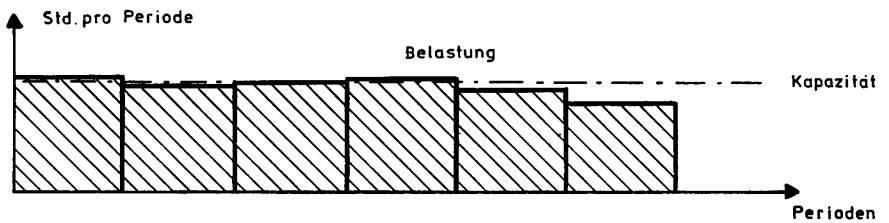
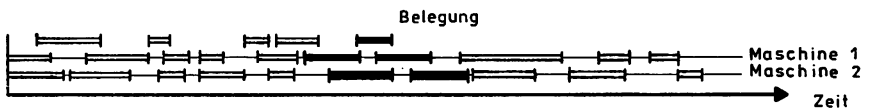


Abbildung 1b. Belegung und Belastung. Fertigungsgruppe D

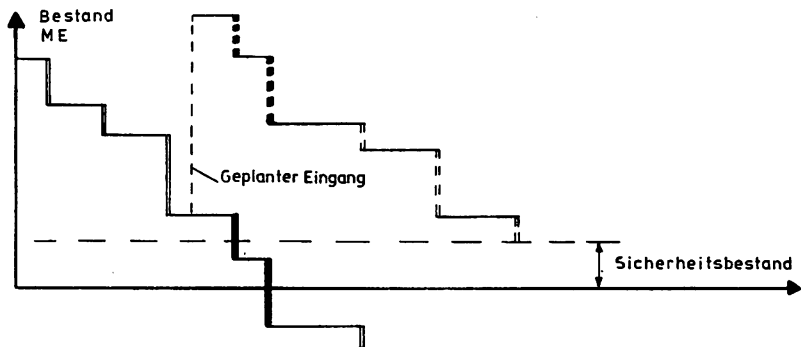


Abbildung 1c. Entwicklung Lagerbestand. Materialposition b

handenen Lagerbeständen und den geplanten Eingängen kann der zukünftige Verlauf des Lagerbestandes errechnet werden. In einer solchen Übersicht können die Verflechtungen von Kundenaufträgen und Lagerergänzungsaufträgen festgestellt werden. Durch die Berücksichtigung dieser Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Fertigungsstufen werden die Ketten- oder Baumstrukturen der einzelnen Aufträge zu sehr grossen und komplexen Netzwerken verknüpft. Angesichts dieser komplizierten Struktur das ganze Gefüge zu überblicken, ist an sich schon ein Problem; noch viel schwieriger aber ist es, die Auswirkungen von Veränderungen in dieser Struktur zu erkennen.

Derartige Veränderungen sind aber geradezu ein wesentliches Charakteristikum der Produktion in der für die schweizerische Industrie typischen Einzel- und Kleinserienfabrikation. Ursachen solcher Veränderungen sind:

- Es werden laufend neue Aufträge für die Planung freigegeben, wobei aus marktseitigen Gründen in vielen Fällen Termine akzeptiert werden müssen, die nicht einfach ein Auffüllen freier Kapazitäten in die Zukunft bewirken, sondern neue Belastungen zwischen die bereits vorhandenen einschieben. Ein mit den bereits früher bekannten Aufträgen erarbeitetes Gleichgewicht zwischen Kapazität und Belastung kann damit ins Wanken gebracht werden.
- Bereits eingeplante Aufträge können aus inner- oder ausserbetrieblichen Ursachen hinsichtlich Zusammensetzung, Menge und Ablieferungstermin verändert werden. Mit Bezug auf die beiden letztgenannten Parameter sind insbesondere Vorratsaufträge starken Fluktuationen unterworfen.
- Verspätungen in versprochenen Zulieferungen, Ausfälle an Arbeitskräften und Maschinen werfen sorgfältig ermittelte Terminprogramme über den Haufen.
- Viele Planungselemente, insbesondere vorgegebene Zeiten für die Arbeitsausführung, sind nur mit beschränkter Genauigkeit verfügbar; aus der Diskrepanz zwischen Vorgabe- und Ist-Werten ergeben sich laufend Planabweichungen.

4. Lösungsverfahren mit Hilfe der Datenverarbeitung

Man könnte sich nun eine Lösung vorstellen, bei der die erwähnten Netzwerke im Computer gespeichert wären. Auf Grund der vorgegebenen Randbedingungen (Auftrags-Endtermine, Materialanlieferungen und Kapazitäten) könnte dann mit Hilfe von Operations-Research-Methoden eine optimale Lösung der Maschinenbelegung gesucht werden. Damit hätte man die Grundlagen, um die einzelnen Vorgänge auszulösen und zu überwachen.

Einem derartigen vollständig formalisierten Planungsverfahren stehen jedoch einige Schwierigkeiten entgegen:

- Wegen der bereits in der Zielvorgabe enthaltenen Konflikte ist eine Lösung unter Einhaltung aller Randbedingungen oft unmöglich. Welche der Randbedingungen gelockert werden sollen, hängt von sehr vielen momentanen Gegebenheiten ab und ist in den meisten Fällen auch eine Frage des Ermessens, wofür nur mit grober Willkür formale Regeln aufgestellt werden könnten.
- Die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Aufträgen sind in ihren Einzelheiten nicht a priori spezifiziert. Die individuellen Beziehungen sind das Resultat planerischer oder dispositiver Entscheide und daher im Einzelfall nicht zwingend. Dies gilt sowohl für die gegenseitige Beeinflussung der Aufträge bei der Maschinenbelegung wie auch für die Verknüpfung über die Fertigungsstufen, bei denen die aus verschiedenen Gründen bei der Lagerbewirtschaftung einzuplanenden Sicherheitsbestände keine eindeutige Zuordnung erlauben.
- Eine sehr grosse Zahl von Parameterwerten ist situationsbedingt und daher überhaupt nicht oder nur mit sehr grossem Aufwand für eine Verarbeitung im Computer erfassbar.
- Da viele Grössen nur als stochastische Variablen beschreibbar sind, ist die Zweckmässigkeit einer detaillierten Maschinenbelegung über eine längere Planungsperiode in Frage gestellt.
- Auf der ausführenden Ebene sind – abgesehen von einer Vollautomation – immer Menschen tätig. Deren persönliche Eigenheiten und psychologische Bedürfnisse kann kein Computerprogramm erfassen.
- Gewisse Reaktionen auf auftretende Störungen müssen sehr kurzfristig vorgenommen werden können. Es drängt sich daher eine vertikale Aufgliederung der Produktionssteuerung in verschiedene Ebenen mit unterschiedlichem Planungshorizont, Planungszyklus und Feinheitsgrad auf. Auf der untersten Dispositionsebene arbeitet ein Sachbearbeiter, der ohne Beanspruchung des koordinierenden Gesamtmodells im Rahmen vorgegebener Entscheidungsfreiheit die Arbeitsverteilung an die ausführenden Arbeitskräfte vornimmt und auch deren individuelle Eigenheiten berücksichtigt.

Eine Grundkonzeption einer mit heute verfügbaren Hilfsmitteln der Datenverarbeitung etwa realisierbaren Produktionssteuerung kann folgendermassen formuliert werden:

Man geht aus von einem im Datenverarbeitungssystem gespeicherten Zustand des Systems Produktion (gegeben durch Auftragsfortschritt und verfügbare Lagerbestände), den Resultaten vorausgegangener Planungsarbeiten (Auftrags-Endtermine für Produkte und Zwischenlagerpositionen, Eingangs-

termine für externe Lieferungen) und den, für alle Aufträge des Produktionsplanes festgehaltenen Strukturen der Durchlaufpläne. In der Materialbewirtschaftung werden dann die Verfügbarkeitstermine der benötigten Materialien und Bestandteile ermittelt. In einer Terminierungsrechnung wird nun versucht, unter Respektierung aller vorgegebenen Termine und der verfügbaren Kapazitäten den Auftragsbestand einzuplanen. Angesichts der grossen Zahl von Arbeitsgängen verzichtet man auf die Erstellung einer detaillierten Maschinenbelegung. Man begnügt sich damit, die aus den Durchlaufplänen sich ergebenden Belastungen, nach Perioden zusammengefasst, den Kapazitäten gegenüberzustellen. Um eine lückenlose Belegung der Maschinen sicherzustellen, werden bei den Transitzeiten Puffer vorgesehen, die dann in jeder Fertigungsgruppe zum Aufbau einer Warteschlange führen. Damit werden die aus Belastungsgründen in der Planung zu berücksichtigenden gegenseitigen Beeinflussungen der Aufträge auf jene Stellen reduziert, in denen generell oder zeitweilig Belastungsüberhänge auftreten. In diesen Fällen werden in einer maschinell durchgeführten Terminplanungsrechnung die Durchlaufpläne in Anpassung an die verfügbaren Kapazitäten verändert.

Ist wegen Unvereinbarkeit der vorgegebenen Randbedingungen eine Lösung nicht möglich, so wird mit Alternativplanungen einerseits die zur termingerechten Erfüllung der Aufträge benötigte Zusatzkapazität ausgewiesen, anderseits werden veränderte Bereitstellungstermine für jene Materialpositionen errechnet, die einem Belastungsausgleich oder einer rechtzeitigen Fertigstellung eines Auftrages entgegenstehen. Weiter werden jene Auftrags-Endtermine bestimmt, die unter Einhaltung der übrigen Restriktionen erfüllbar sind.

Die Resultate dieser Planungsrechnungen dienen verschiedenen Instanzen als Entscheidungsunterlagen. Jede Stelle ist gehalten, in ihrem Bereich jene Massnahmen zu treffen, mit denen die aus nicht aufeinander abgestimmten Randbedingungen entstehenden Konflikte eliminiert werden können. Solche Massnahmen können z. B. sein:

- Werkstattleitung: Kapazitätserhöhung, kurzfristig durch Versetzen von Arbeitskräften oder durch Anordnen von Überzeit, längerfristig durch Personaleinstellung.
- Einkauf: Verhandlungen mit Lieferanten über frühere Lieferung, evtl. Vereinbarung von Teilsendungen.
- Materialbewirtschaftung: Freigabe von Sicherheitsbeständen, Absprache von vorzuziehenden Endterminen und Losaufteilungen mit der Fertigungssteuerung.
- Produktionsplanung: Korrektur des Produktionsplanes durch Hinausschieben von Auftrags-Endterminen.

Ganz andere Massnahmen können sich bei vereinzelt oder generell auftretenden Unterbelastungen aufdrängen.

Diese menschlichen Eingriffe erlauben, die Nachteile eines vollständig formalisierten Planungsverfahrens zu umgehen. Die Aufgabe des Computers besteht darin, gezielt jene Stellen im Planungsgefüge aufzuzeigen, die einen menschlichen Eingriff erfordern. Für das Funktionieren einer Produktionssteuerung ist es danach von ausschlaggebender Bedeutung, dass die notwendigen Entscheide rechtzeitig gefällt werden und dass ein Fächer von Massnahmen getroffen wird, mit dem die Konfliktsituationen Schritt für Schritt abgebaut werden.

Die häufigen und raschen Veränderungen in den Zielvorgaben des Produktionsplanes und die daraus resultierenden Veränderungen der Detailstrukturen des Auftragsbestandes erfordern die Wiederholung aller Planungsaufgaben in einem relativ kurzen Zyklus (z. B. eine Woche). Damit können auch die Auswirkungen getroffener Massnahmen rasch erkannt werden. Umfang und Komplexität einer Produktionssteuerung verlangen die Aufteilung der Entscheidungsbefugnisse auf viele Sachbearbeiter, die zudem noch auf bestimmte Dispositionsaufgaben spezialisiert sind. Jeder von ihnen erhält aus der im Computer gespeicherten Gesamtstruktur des Auftragsbestandes nur den ihn betreffenden Ausschnitt. Die Gefahr, dass die damit getroffenen Entscheidungen – möglicherweise erst in ihrer Summation und Kombination – in andern Bereichen zu neuen Konflikten führen, ist nicht von der Hand zu weisen. Ein rascher Nachweis solcher negativer Auswirkungen ist daher auch zur gegenseitigen Absprache der Disponenten notwendig.

Es ist nicht zu erwarten, dass mit den von einem Planungszyklus zum nächsten angeordneten Massnahmen ein in allen Teilen befriedigendes Resultat der Planung erzielt wird. Die Reaktionsfrist auf viele der ausgewiesenen Konfliktsituationen ist grösser als der Planungszyklus. Es muss das Bestreben der Disponenten sein, für die nächsten Wochen eine ausgeglichene Planung zu erreichen, damit bei der Arbeitsverteilung an die ausführenden Stellen realisierbare und mit der Planung in Einklang stehende Arbeitspakete ausgegeben werden können. Für die weiteren Perioden ist die ganze Planungsrechnung als eine vorausschauende Simulation des betrieblichen Geschehens zu betrachten, mit der die Zweckmässigkeit und Wirksamkeit geplanter Massnahmen überprüft werden.

Zum Abschluss dieses Kapitels über Lösungsverfahren sei ganz kurz auf die Unterschiede zu manuellen Planungsverfahren hingewiesen. Abgesehen von Fertigungsbetrieben mit einer relativ geringen Zahl von zu planenden Arbeitsgängen oder mit zeitlich wenig variablem Produktionsplan, wird meist nur der Auftragsdurchlaufplan erstellt. Um einen einigermaßen genügenden Belastungsausgleich zu erreichen, nimmt man grosse Pufferzeiten in Kauf. Das Nachführen von Terminverschiebungen in den Planungsunterlagen ist nur mit sehr grossem Aufwand möglich und wird meist unterlassen. Damit fehlen die

Unterlagen zu einem nach Bedarfsterminen gesteuerten Durchfluss der Teile durch die Werkstätten. Erst auf Grund einer Kontrolle des Fertigungsstandes vor Montagebeginn werden nicht fertiggestellte Teile gemahnt und beschleunigt durchgezogen.

Bei reiner Auftragsfertigung können noch einigermaßen befriedigende Resultate erreicht werden. Bei gemischter Lager- und Auftragsfertigung aber geht die Übersicht verloren, insbesondere auch deshalb, weil die Materialbedarfe nie in ihrem zeitlichen Anfall richtig ausgewiesen werden können. Damit fehlt einerseits die Basis für eine situationsgerechte Bewirtschaftung der Lager, andererseits werden auch die Lagerergänzungsaufträge erst auf Grund von Fehlteillisten durch die Fertigung geschleust. Bei hoher Auslastung der Kapazitäten kann dieses unter dem Begriff der «Terminjägerei» bekannte System kaum je eine Übereinstimmung von Planung und Ausführung erreichen; es ergibt trotz des unermüdlichen und nervenaufreibenden Einsatzes vieler Kräfte keine befriedigenden Resultate.

Eine nach Zeitperioden gegliederte Übersicht über die zukünftige Belastung auf Grund der Unterlagen über die zu erledigende Arbeitsmenge kann des Aufwandes wegen nicht erstellt werden. Notwendige Anpassung der Fertigungskapazität werden daher nicht zum voraus erkannt, sondern erst zu einem Zeitpunkt, da eine Fertigungsgruppe mit Material bereits überhäuft ist. Anstelle einer vorausschauenden Planung treten kurzfristige Improvisationen.

5. Die hauptsächlichen Aufgaben einer Datenverarbeitungsanlage

Vorerst werden die Grunddaten über Produktestruktur, Herstellprozess, Beschaffung sowie irgendwelche weitere Attribute der Einzelteile und Baugruppen als sog. Stammdaten im Computer gespeichert. Diese Daten dienen nicht nur der Produktionssteuerung, sondern sie sind eine generelle Informationsquelle über die hergestellten Produkte und ihre Bestandteile.

Ausgehend von den Auftrags-Spezifikationen, wird mit Hilfe dieser Grundinformationen jeder im Produktionsplan enthaltene Auftrag in seine einzelnen Elemente (Bestandteile, Arbeitsoperationen) zerlegt und mit Hilfe normierter Erfahrungswerte über den zeitlichen Ablauf der Fertigung der «ideale» Durchlaufplan erstellt und abgespeichert. Der Vorteil der Benützung des Computers für diese administrative Arbeit liegt nebst der Entlastung von Arbeitskräften, die hinsichtlich Zuverlässigkeit anspruchsvolle Routinearbeiten ausführen, vor allem in einer starken Beschleunigung dieser Vorgänge. Dies verlängert den Planungszeitraum und damit auch die zum Ergreifen von Massnahmen verfügbare Frist. Die programmierbare Flexibilität von Datenverarbeitungsanlagen erlaubt auch eine Differenzierung und laufende Anpassung von Durchlaufregeln an die Betriebsverhältnisse und die externen Lieferfristen.

Durch Umsortieren der Informationen über zukünftige Materialbezüge wird für jede Materialposition der Bedarf ermittelt; zusammen mit den Informationen über vorhandene Bestände und geplante Lieferungen kann der zukünftige Verlauf des Lagerbestandes errechnet werden. In der Materialbewirtschaftung lassen sich einerseits notwendige neue Bestellungen oder Verschiebungen bereits laufender Lagerergänzungsaufträge erkennen und dem Lagerdisponenten signalisieren, andererseits können die auf Grund des gegenwärtigen Planungsstandes möglichen Verfügbarkeitstermine an die Terminrechnung abgegeben werden.

Die verfügbaren Kapazitäten der Fertigungsgruppen werden laufend à jour gehalten. Die Planungsfunktionen der Terminrechnung wurden bereits erwähnt. Diese löst zu gegebener Zeit auch das Ausschreiben der Werkstattpapiere aus (Arbeitsinstruktionen, Auftragsbegleitkarten, Rückmeldepapiere für Materialbezüge und erledigte Arbeitsgänge) und erstellt als sog. Arbeitsprogramm pro Fertigungsgruppe eine Liste der in der nächsten Periode auszuführenden Arbeitsgänge. Diese Liste dient der Arbeitsverteilung in der Werkstatt als Dispositionsunterlage.

Mit Hilfe der rücklaufenden Papiere werden die Lagerbuchhaltung nachgeführt und der Auftragsfortschritt festgehalten. Dadurch widerspiegeln die im Computer gespeicherten Informationen jederzeit den aktuellen Stand der Fertigung. Periodisch werden dann vorausgeplanter und aktueller Zustand verglichen und bei Diskrepanzen die entsprechenden Informationen an die für korrigierende Massnahmen zuständigen Instanzen geliefert. Die Rückmeldungen des Betriebsgeschehens dienen darüber hinaus als Grundlage für die vielfältigen Auswertungen des Rechnungswesens, das in dieser Sicht als das letzte Glied einer langen Kette von Informationsverarbeitung erscheint.

Generell werden sämtliche die Planung betreffenden Änderungen in den entsprechenden Dateien nachgetragen, damit alle Verarbeitungen im nächsten Planungszyklus auf dem neuesten Stand der verfügbaren Informationen beruhen. Da sich alle Auswertungen auf aktuellen Daten abstützen und sämtliche Sachbearbeiter ihre Entscheidungen mit Hilfe von aufeinander abgestimmten Unterlagen (jedoch in unterschiedlicher Auswahl, Sortierung und Präsentation) treffen, sind den momentanen Gegebenheiten angepasste und koordinierte Massnahmen möglich.

Um einen Begriff von der Grössenordnung der datenverarbeitungstechnisch zu bewältigenden Informationsmenge zu erhalten, seien einige Angaben aus einem mittelgrossen Industriebetrieb festgehalten. Die Zahl der im Auftragsbestand auftretenden Bestandteile und Arbeitsgänge beträgt je über 100 000. Stamminformationen bestehen für 200 000 Teile, wovon 40 000 lagerhaltig sind. Das gesamte Speichervolumen für die Produktionssteuerung beträgt zur Zeit einige hundert Millionen Zeichen. Die latenten Bedürfnisse für die Speicherung

von Informationen auf dem Computer sind bei entsprechender Reduktion von Speicherkosten und Zugriffszeiten kaum absehbar.

Die Aufgabe des Computers in der Produktionssteuerung erschöpft sich allerdings nicht in der Aufnahme, Mutation und Speicherung dieser Masse von Daten mit anschliessender Umsortierung, Selektion und Verdichtung für die verschiedenen Benützer. Bei der Festlegung von Systemparametern beim Aufbau einer Produktionssteuerung wie auch bei der laufenden Durchführung ergibt sich eine Reihe von Optimierungsproblemen. Bei der Bemessung von Pufferzeiten innerhalb der Transitzeiten ist z. B. ein Optimum zu finden zwischen zu grossen Puffern und zwangsläufig damit gekoppelten verlängerten Durchlaufzeiten und ungenügender Auslastung von Maschinen oder hohen Anforderungen an die Terminplanungslogik zur Vermeidung von Stillstandzeiten. Derartige Problemstellungen erfordern umfangreiche Systemsimulationen, die nur mit Hilfe des Computers durchführbar sind. Mit zunehmender Erfahrung in der Simulation betrieblicher Systeme wird man versuchen, immer umfangreichere Teile eines Produktionssteuerungs-Systems vor deren Einführung eingehenden experimentellen Tests zu unterwerfen. Heute ist die Wahl zwischen verschiedenen Systemalternativen noch weitgehend eine Folge intuitiver Überlegungen.

Bei der laufenden Durchführung der Produktionssteuerung ergeben sich vor allem im Zusammenhang mit der Lagerhaltung Optimierungsprobleme. Aufgaben der Berechnung von Losgrösse und Sicherheitsbestand sind, algorithmisch betrachtet, nicht sehr aufwendig; die grosse Zahl der in jedem Verarbeitungszyklus durchzurechnenden Materialpositionen verlangt aber auch bei einfachen Modellen den Einsatz eines Computers.

6. Produktionssteuerung als Teil eines gesamten betrieblichen Informationssystems

Man kann gemäss Abb. 2 vier Arten von betrieblichen Informationssystemen unterscheiden. Die Informationsverarbeitung für dispositive Aufgaben (z. B. Materialbewirtschaftung, Terminplanung), die die zentralen Funktionen der Produktionssteuerung ausmachen, gehört in den Bereich der Operationellen Informationssysteme. Sie stützt sich ab auf ein Dokumentationssystem (Speicherung und Mutation von Stammdaten und auftragsspezifischen Informationen) und auf administrative Informationssysteme (Stücklistenauflösung, Lagerbuchhaltung, Fortschrittskontrolle), die die Datenbank auf den neuesten Stand bringen.

Ein Produktionssteuerungssystem arbeitet mit den einzelnen Materialbedarfen und Arbeitsgängen als Elemente. Aus diesen Basisdaten lassen sich mit Hilfe des Computers auf beliebige Art verdichtete Informationen ableiten, wie z. B.

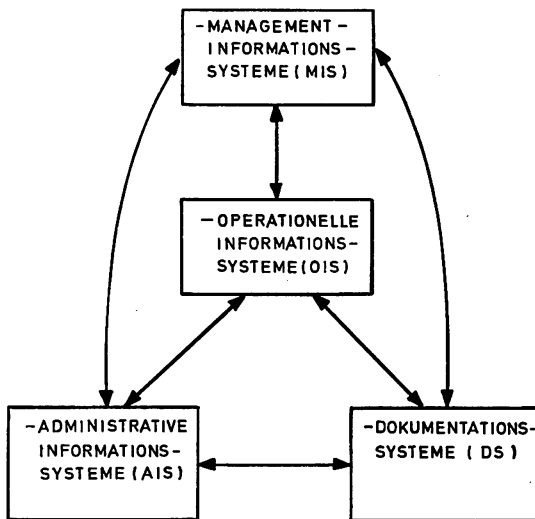


Abbildung 2. Aufbau betrieblicher Informationssysteme

wertmässige Bestände von Material in Lagern und Werkstätten, vergangene Auslastungsgrade und zukünftige Belastungen der Werkstätten, zu erwartende Verpflichtungen aus erteilten Bestellungen usw. Derartige Informationen sind Bestandteile eines Management-Informationssystems. Dieser Begriff ist zwar in den letzten Jahren stark strapaziert und verwässert worden. In der hier verwendeten Terminologie sind Management-Informationen nicht die Summe aller für betriebliche Entscheidungen notwendigen Unterlagen, sondern nur die für die globalen Zielsetzungs- und Kontrollprozesse der Unternehmensführung verwendeten Informationen. Diese Prozesse können sich – nach geeigneter Selektion und Verdichtung – auf die in den übrigen Informationssystemen gesammelten Daten abstützen.

Im Bereich der Produktion ist es insbesondere wichtig, dass das Operationelle Informationssystem der Produktionssteuerung einem MIS zuverlässige modellmässige Abbildungen des zukünftigen Betriebsgeschehens liefert. Die Produktionssteuerung ist andererseits auf dem Unternehmensziel angepasste Sollvorgaben angewiesen, deren optimale Festlegung ein gutfunktionierendes MIS voraussetzt.

Die verschiedenen betrieblichen Informationssysteme bedingen einander gegenseitig. Wohl kommt der Schaffung der Datenbasis und, darauf aufbauend, den Operationellen Informationssystemen ein gewisser Vorrang in der Realisierung zu. Der Aufbau eines umfassenden integrierten Systems erfolgt – ganz unabhängig von den verwendeten Hilfsmitteln – in verschiedenen Phasen, wobei in jeder Phase ein ausgeglichener Entwicklungsstand der Teilsysteme notwendig ist. Wenn heute Produktionssteuerungssysteme mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen aufgebaut werden, so ist dies der erste Schritt und die Voraussetzung für den weitem Einsatz des Computers in der Unternehmensführung.