Die Lösung von Planungs- und Terminierungsaufgaben

Autor(en): **Balzli, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **64 (1973)**

Heft 2

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915505

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Lösung von Planungs- und Terminierungsaufgaben

Von *W. Balzli*

65.012.2 : 681.31

Terminieren heisst zeitliches Planen der zu erfüllenden Aufgaben. Im folgenden Bericht werden die einzelnen Planungsschritte, die bei der Terminierung von Fertigungsaufträgen ganzer Maschinen oder Anlagen zu erfüllen sind, beschrieben. Es wird auf die Problematik eingegangen, die bei jeder Planung auftritt. Dabei wird die zweckmässige Gliederung und Aufteilung des gesamten Arbeitsumfanges in einzelne Arbeitsschritte behandelt. Die automatische Datenverarbeitung wird heute zur Lösung dieser Aufgaben angewendet. Voraussetzung für die Durchführung einer Automation ist immer eine vorausgegangene Systematisierung und Normung. Anhand eines Beispiels werden diese Voraussetzungen erläutert.

La fixation des délais d'exécution nécessite une planification temporelle. L'auteur décrit les différentes phases de cette planification, dans le cas de machines et d'installations, compte tenu du caractère problématique de ce genre de détermination. On doit procéder à une répartition judicieuse de l'ensemble du travail en phases successives. Maintenant, on a recours au traitement numérique de l'information pour résoudre ces problèmes, ce qui requiert une systématisation et une normalisation préalables, comme cela est expliqué à l'aide d'un exemple.

1. Einleitung

Die rationelle Herstellung von vielfältigen und komplizierten Produkten hat zu einer weitgehenden Arbeitseinteilung in den Büros und in den Werkstätten geführt. Die richtige termingemässe Abstimmung der vielen Teilaufgaben wird damit ständig schwieriger. Als äussere Folgen können sich unter anderem zeigen:

a) Überschreiten der Kundentermine;
b) Grosse Durchlaufzeiten;
c) Überhöhte und schlecht abgestimmte Lagerbestände.

Durch eine bessere und anpassungsfähigere Planung und Steuerung tritt man diesen negativen Entwicklungen entgegen. Dabei stehen modernste Hilfsmittel zur Verfügung. Der Einsatz dieser Hilfsmittel kann die Initiative und den Willen zur Zusammenarbeit unterstützen, aber niemals ersetzen.

Die grossen Datenmengen und komplizierten Zusammenhänge erfordern neue Verarbeitungsmethoden.

2. Hilfsmittel zur Lösung von Planungsaufgaben, deren Vor- und Nachteile

Die Planungsaufgaben möglichst korrekt zu lösen, war schon immer das Bestreben aller zuständigen Stellen. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Hilfsmittel herausgebildet. In einem Fall sind es die visuellen Sichtdateien, Planungstafeln und Planungsgraphiken, im andern sind es Planungsmethoden und Organisationsformen [1][1]). Durch die immer grösser werdende Arbeitsteilung, nicht nur in den einzelnen Arbeitsschritten, sondern auch in den Funktionen des Managements, wurde das Planen und Überwachen der durchzuführenden Arbeiten immer schwieriger.

Grundlage für eine zuverlässige Arbeitserledigung ist eine korrekte Zuordnung der Aufgaben und dadurch auch eine klare Abgrenzung der Verantwortung.

Durch die Planungstafeln können die Planungen anschaulich dargestellt werden. Problematisch werden die Aufzeichnungen, wenn Querverbindungen auftreten, das heisst, wenn die zu verplanenden Arbeitsgänge sehr vernetzt sind. Ändert sich der Planungsstand infolge Verschiebungen einzelner Termine oder durch Veränderung der Arbeitsfolge, der Kapazität usw., so wird die Nachführung sehr aufwendig.

Durch das intensive Studium neuer Planungsmethoden und entsprechender Organisationsformen konnten in den letzten zehn Jahren wesentliche Fortschritte erzielt werden zur besseren und klareren Erledigung der Planungsaufgaben. Hierzu hat vor allem die schon viel früher eingesetzte Arbeitsplanung der einzelnen Arbeitsgänge in den Fertigungsbetrieben, sowie die Programmierung von Computern für Steuerungsprobleme beigetragen. Wenn eine Neuplanung infolge oben ausgeführter Änderungen mittels einer manuellen Lösung in vielen Fällen undurchführbar ist, so lassen sich heute durch den Computereinsatz diese Probleme bewältigen.

3. Voraussetzungen für die Durchführung von Planungsaufgaben

Die zu verplanenden Aufgaben müssen in erster Linie klar abgrenzbar sein. Aufgabe der Arbeitsvorbereitung ist es, die gesamte Aufgabe in einzelne Arbeitsschritte aufzuteilen. Die einzelnen Arbeitsschritte jeder Verrichtung müssen für

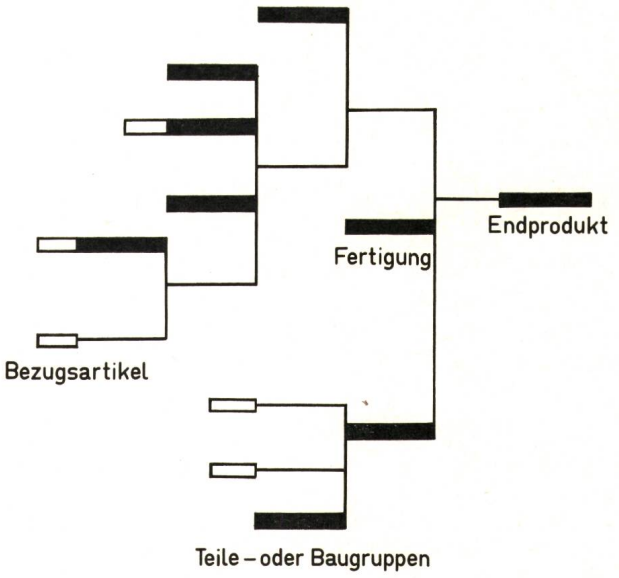

Fig. 1
Produkte-Strukturierung

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

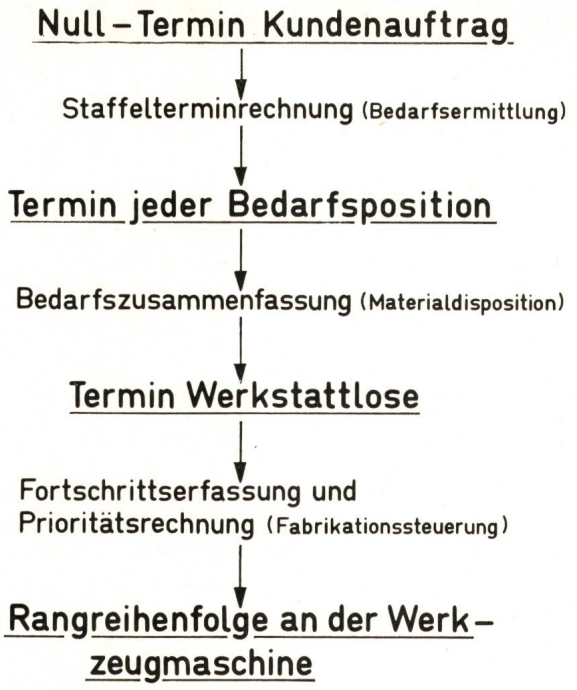

Fig. 2
Auftragsabwicklung und Terminierungsphasen

das Programmieren der Computer in die kleinsten Elemente zerlegt werden. Diese Aufgaben können um so besser durchgeführt werden, je klarer die Aufgabenstellung ist.

Es geht also darum, ganz allgemein gesprochen, ein Vorhaben so aufzuteilen, dass die einzelnen Teile in sich wiederum teilbar sind. Dieser Prozess muss nun bis zum kleinsten Arbeitsschritt durchgeführt werden können. Voraussetzung ist für die Fertigungsplanung, dass die Produkte logisch und klar aufgebaut sind, so dass man einen klaren Produkteaufbau mit einer klaren Gliederung erhält (Fig. 1).

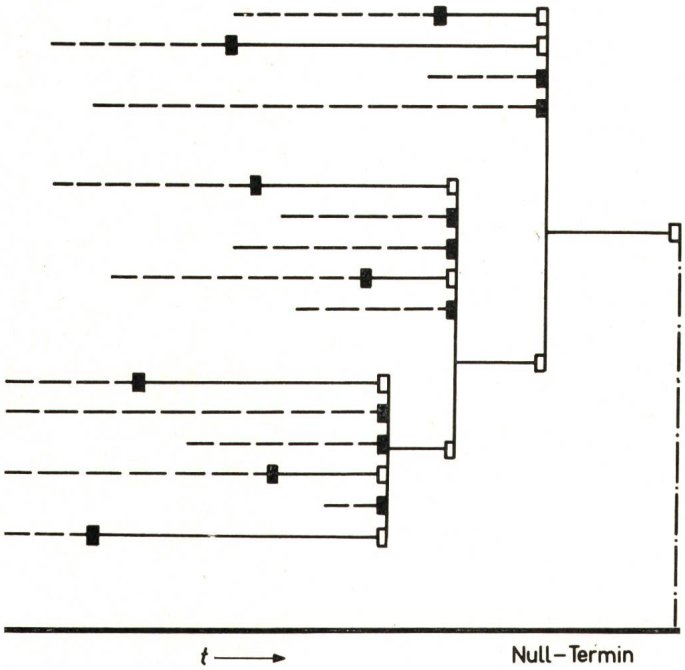

Fig. 3
Staffelterminrechnung

——— Bearbeitungs- oder Montagefrist
— — — Beschaffungsfrist
▮ Teileposition (Artikel)

Ausgehend von dieser Grobgliederung der einzelnen Produkte lassen sich nun die ersten Einplanungen – Grobplanung – durchführen. Je nach Produkte- und Planungsumfang sind hier manuelle Lösungen bis zu sehr weit ausgebauten Computerlösungen im Einsatz. Vor allem findet die dynamische Netzplantechnik [2] ihre Anwendung.

Sind die Eckpunkte der Grobgliederung durch die Grobplanung festgehalten, so können die einzelnen Elemente verplant werden. Man spricht nun von einer Feinplanung.

4. Klare Logik im Terminierungsablauf

Speziell bei der Verplanung von Arbeiten muss man diese klar erkennen, aufteilen und überschauen können. Man muss eine klare und saubere Transparenz aller eingeschlossenen Arbeitsgänge erkennen. Die Planung erfolgt nun schrittweise. In der Grobplanung geht man von den Bestellungsangaben des Kunden oder von Zielsetzungen gemäss einem speziellen Programm aus. Es muss ein möglichst guter Bela-

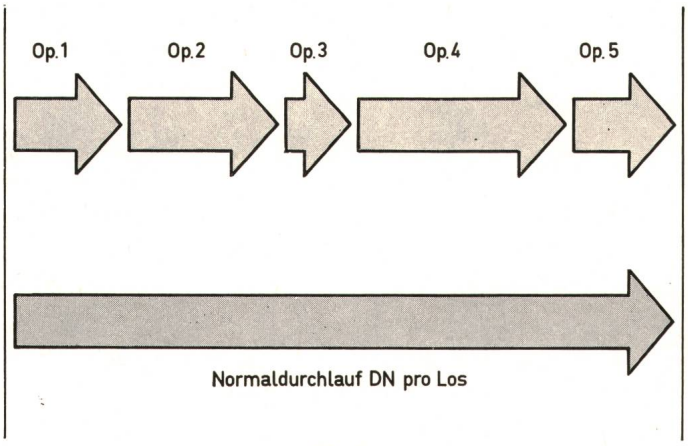

Fig. 4
Berechnung des Normaldurchlaufes pro Los

stungsausgleich erzielt werden. Für jeden weiteren Planungsschritt müssen die Ecktermine der Grobplanung als verbindlich betrachtet werden können. Sehr viele Dispositionen, wie Materialbeschaffung oder Kapazitätsreservationen auf speziellen Maschinen, werden auf Grund dieser Planungsresultate durchgeführt.

Falsch ist die weitverbreitete Meinung, dass Fehler der Grobplanung durch die Detailplanung automatisch richtiggestellt werden.

Fig. 2 zeigt den chronologischen Ablauf der Planung eines Fertigungsauftrages bis zur Bestimmung der Rangreihenfolge der einzelnen Arbeitsoperationen an der Werkzeugmaschine. Dabei führen die einzelnen Schritte über die

a) Staffelterminrechnung;
b) Bedarfszusammenfassung;
c) Prioritätsrechnung.

In der Staffelterminrechnung können ausgehend vom Abliefertermin, das heisst durch Subtraktion der einzelnen Fristelemente, die Verfügbarkeitstermine von Baugruppen, Einzelteilen und Rohmaterialien bestimmt werden (Fig. 3).

Im Zwischenglied, als Materialdisposition bezeichnet, werden gleiche Materialpositionen innerhalb eines Auftrages, oder zwecks rationeller Fertigung über eine bestimmte Zeitspanne oder zu einer bestimmten Menge zusammengefasst. Im letzten Fall handelt es sich um eine eindeutige Vor-

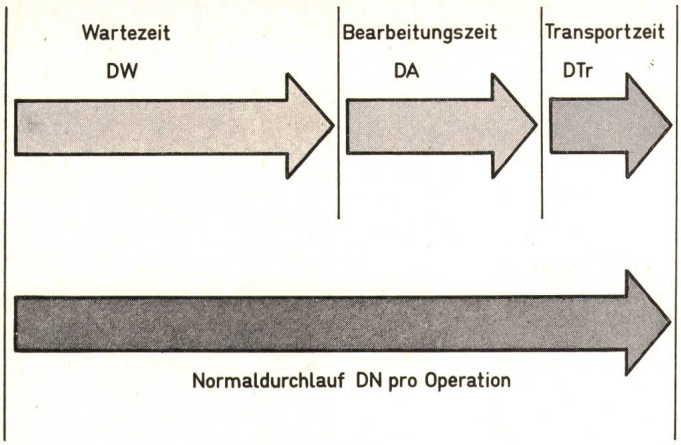

Fig. 5
Berechnung des Normaldurchlaufes pro Operation

ratsbewirtschaftung. Auf dieses Problem wird hier nicht näher eingegangen, doch muss festgehalten werden, dass alle Arbeitsaufträge eindeutig mit der Teilbezeichnung, Anzahl und dem errechneten Verfügbarkeitstermin versehen sind. Verfügbarkeitstermin heisst für die Fertigungsstellen und Einkaufsstellen, Abliefertermin der betreffenden Materialpositionen zur weiteren Bearbeitung.

Der Arbeitsfortschritt in den Fertigungsstellen wird laufend festgehalten. Die gesamte zum voraus errechnete Fertigungszeit eines Fertigungsauftrages wird als Normaldurchlauf pro Los bezeichnet. Dieser Normaldurchlauf errechnet sich aus der Summe aller Normaldurchlaufzeiten pro Operation, das heisst pro einzelnen Arbeitsgang, der verrichtet werden muss, um die betreffenden Materialpositionen zu fertigen (Fig. 4).

Der Normaldurchlauf einer Operation lässt sich noch einmal aufteilen, nämlich in die:

a) Wartezeit;
b) Bearbeitungszeit;
c) Transportzeit (Fig. 5).

Alle drei Werte lassen sich bestimmen. Die Wartezeit und Transportzeit lassen sich auf Grund statistischer Erhebungen, die Bearbeitungszeit aus der Vorgabezeit mal Anzahl zu fertigenden Materialpositionen errechnen.

Durch die vorbeschriebene Aufteilung wird ermöglicht, die gesamte Terminkette rückwärts zu berechnen. Soll eine Planung durchgeführt werden, so muss die Vorbestimmung der einzelnen Elemente erfolgen. Die Genauigkeit der Planung ist von der Güte der einzelnen Elementwerte abhängig. Durch das Ausscheiden der Warte- und Transportzeiten in der letzten Phase beim Normaldurchlauf pro Operation, erhält man die reinen Bearbeitungs- oder Maschinenbelegungszeiten.

Durch aufsummieren aller pro Maschinen-Planungseinheit und Zeiteinheit anfallenden Bearbeitungszeiten erhält man eine Belastungssituation. Da in dieser Planungsphase nicht versucht wird, Über- und Unterbelastungen auszugleichen, spricht man von einer Durchlaufterminierung (Fig. 6). Auf Grund der ausgewiesenen Belastungssituationen müssen nun die zutreffenden Massnahmen getroffen werden, um Belastungsspitzen auszugleichen. Wie weit diese noch automatisiert werden können, ist von den einzelnen Fertigungsbetrieben und Arten der Fertigung abhängig.

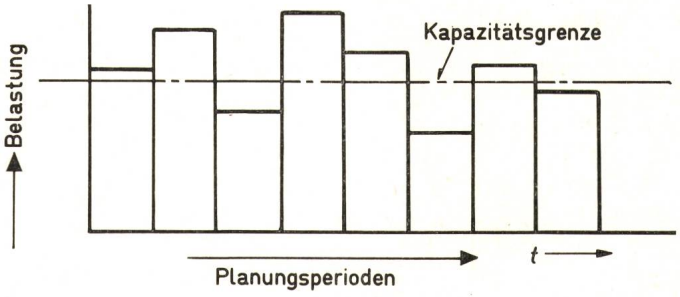

Fig. 6
Durchlaufterminierung

5. Das Terminieren der einzelnen Arbeitsgänge, ein Mengenproblem

In Fig. 7 wird gezeigt, wie sich die Mengen in Abhängigkeit der Spezifikationsebenen vergrössern.

Manuelle Manipulationen lassen sich auf der Baugruppenebene durchführen; problematischer wird es auf der Teile- und speziell auf der Operationsebene. Will man gemäss Beschreibung im vorhergehenden Abschnitt eine klare Betrachtung und Bearbeitung durchführen, so erkennt man, dass diese Vorgänge nur noch mit automatischen Datenverarbeitungsanlagen (Computer) durchgeführt werden können. Dies um so mehr, da ja die effektiven Werte bei der Durchführung immer wieder infolge unvorhergesehener Einflüsse von den Planungswerten abweichen, und demzufolge eine Fortschrittskontrolle und periodisch eine Neuplanung durchgeführt werden muss.

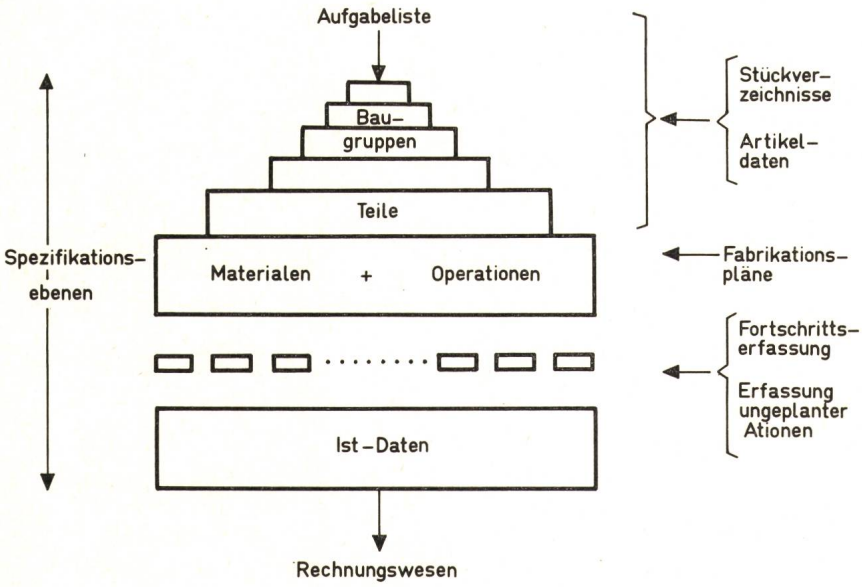

Fig. 7
Datenmengen bezogen auf die Spezifikationsebenen

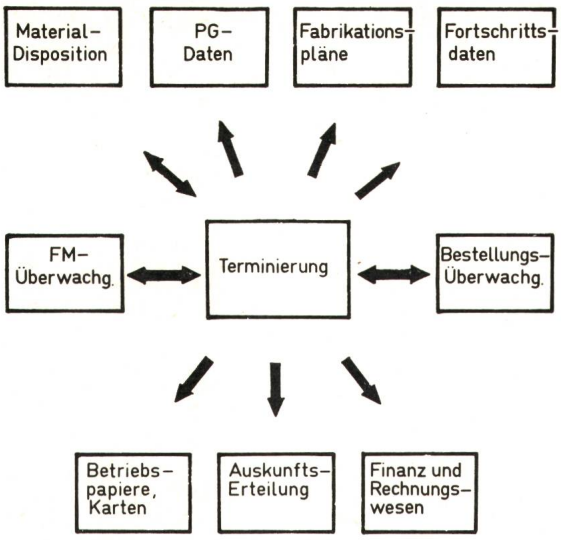

Fig. 8
Schematische Gliederung der beteiligten Stellen bei der Fertigungssteuerung

6. Beispiel einer Fertigungssteuerung mit Feinterminierung

Anhand eines Beispieles soll gezeigt werden, wie eine Fertigungssteuerung aufgebaut wird (Fig. 8).

Von der Materialdisposition weiss man, was, wieviel und bis wann fabriziert werden muss.

Pro Planungsgruppe (PG) kennt man die verfügbare Kapazität, Warte- und Transportzeiten. Unter einer Planungsgruppe versteht man eine Zusammenfassung jener Arbeitsplätze, an welchen gleichartige Arbeiten innerhalb eines bestimmten Dimensionsbereiches und Schwierigkeitsgrades ausgeführt werden können. Die Planungsgruppe ist die Stufe, auf die sich die Planung der Fabrikationssteuerung bezieht.

Dem Fabrikationsplan wird die Operationsfolge, die Vorgabe- bzw. Planzeiten jeder Operation sowie Daten über benötigte Fertigungsmittel – FM – wie Werkzeuge und Vorrichtungen entnommen. Der Fabrikationsplan wird von der Arbeitsvorbereitung erstellt und die wichtigsten Daten davon dem Computer eingegeben.

Anhand der Fortschrittserfassung aus der Werkstatt wird unterschieden zwischen angefangenen und nicht angefangenen Losen und Operationen.

Die Fabrikationssteuerung steht auch in Verbindung mit der Bestellungsüberwachung, wenn es sich um die Überwachung von Auswärts-Operationen handelt.

Der Kern der Fabrikationssteuerung ist die Terminierung, der in Operationen aufgelösten Fabrikationslose, deren Ablieferterminе verbindlich sind.

Zur Bestimmung des Normaldurchlaufes einer Operation wird aus dem Fabrikationsplan die Bearbeitungszeit und aus den Planungsgruppendaten die Warte- und Transportzeit benötigt.

Der Normaldurchlauf (DN) aller Operationen ergibt den Normaldurchlauf eines Loses. Die Dringlichkeiten der einzelnen Lose richten sich nach dem Normaldurchlauf der auszuführenden Operationen und der noch zur Verfügung stehenden Zeit. Die Dringlichkeiten werden modifiziert in Funktion der Bearbeitungszeit der nachfolgenden Operation. Kurze Operationszeiten werden gegenüber längeren bevorzugt. Man erhält dadurch die Prioritätskennzahl (Fig. 9).

Mit der Berechnung und Ausweisung der Prioritätskennzahl will man erreichen, dass terminlich gesehen – immer an der dringendsten Operation gearbeitet werden soll. Das Resultat dieser Verarbeitung bringt der Computer in den aktuellen Betriebspapieren zum Ausdruck. Die wichtigsten davon sind das Arbeitsprogramm und die Belastungssituation.

Das Arbeitsprogramm (Fig. 10) enthält die arbeitsreifen Operationen, die sich zurzeit in den einzelnen Planungsgruppen befinden. Die terminliche Rangreihenfolge ist aus der zugeordneten Prioritätskennzahl ersichtlich und erleichtert der Produktionsplanung die Arbeitsverteilung.

Die Belastungssituation (Fig. 11) weist die im Zeitpunkt der Computer-Verarbeitung ersichtliche stundenmässige Belastung der Planungsgruppen für die zukünftigen 60 Wochen aus. Diese Informationen verschaffen den zuständigen

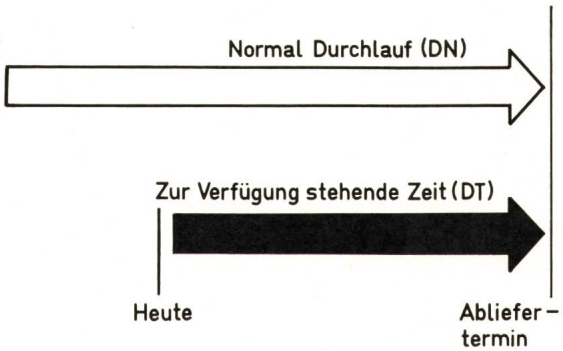

Fig. 9
Berechnung der Prioritätskennzahl

$$DZ = \frac{DN}{DT} f$$

DZ Dringlichkeitszahl
$PZ = f\,(DZ,$ Vorgabezeit$)$
PZ Prioritätskennzahl

Leitungsstellen in der Fabrikation einen Überblick über die jeweilige Situation. Damit können sie besser überwachen, entscheiden, umdisponieren, kurz: besser führen.

Es gilt der Grundsatz, dass einmal erfasste Daten möglichst vielseitig zu verwenden sind. So stehen Daten aus der Fabrikationssteuerung auch dem Finanz- und Rechnungswesen zur Verfügung. Davon werden Lohn- und Leistungs-

Anz. Arb.pl. 1 R. Kap. 40 T. Kap. 100 Gültig für Wo Nr. 110

Art. Nr. Los Nr.	Art. Benennung	Op. Nr.	PZ	Kost.st. von	Kost.st. nach	Wo Nr.
038 742 015	GEHÄUSE UNTERT.	130	70	7461.10	7633.00	111
190 301 005	ZWISCHENFLANSCH	120	95	8498.00	7543.10	111
026 101 010	VENTILRAHMEN	130	91	8498.00	7561.10	111
146 301 008	VENTILRAHMEN	100	88		7421.12	111

Fig. 10
Arbeitsprogramm

R. Kap. reale Kapazität
T. Kap. theoretische Kapazität
Op. Nr. Operations-Nr.
PZ Prioritätskennzahl
Kost.st. Kostenstelle
Wo Nr. Wochen-Nr.

Fig. 11
Belastungssituation

PW	Planungswoche
Kost.st.	Kostenstelle
PG	Planungsgruppe
LSTG	Leistung
BEL	Belastung
KAP	Kapazität

Kost.st. PG
Kap.=

Abnützungsgrad ist in %

PW	50	100	150	200	250	Geplante Arbeiten LSTG.	BEL.	KAP.
23–26						330	351	360
19–22						348	380	380
15–18						372	351	360
11–14						333	355	360
7–10						218	200	190
6						367	390	382
5						310	340	344
4						370	385	380
3						356	375	380
2						285	290	304
1						320	345	332

Ausnützungsgrad Soll in %

PW	50	100	150	200	250	Kumulationen: KAP.	BEL.	DIFF.	Geplante Arb. BEL.	KAP.
1						362	+	8	340	332
2						724	+	21	345	332
3						1084	+	43	352	330
4						1444	+	63	350	330
5						1757	+	53	275	285
6						2117	+	88	365	330
7						2482	+	126	373	335
8						2847	+	136	345	335
9–10						3525	+	176	330	310
11–12						1235	+	260	367	325
13–14						1959	+	292	348	
						6679	+			

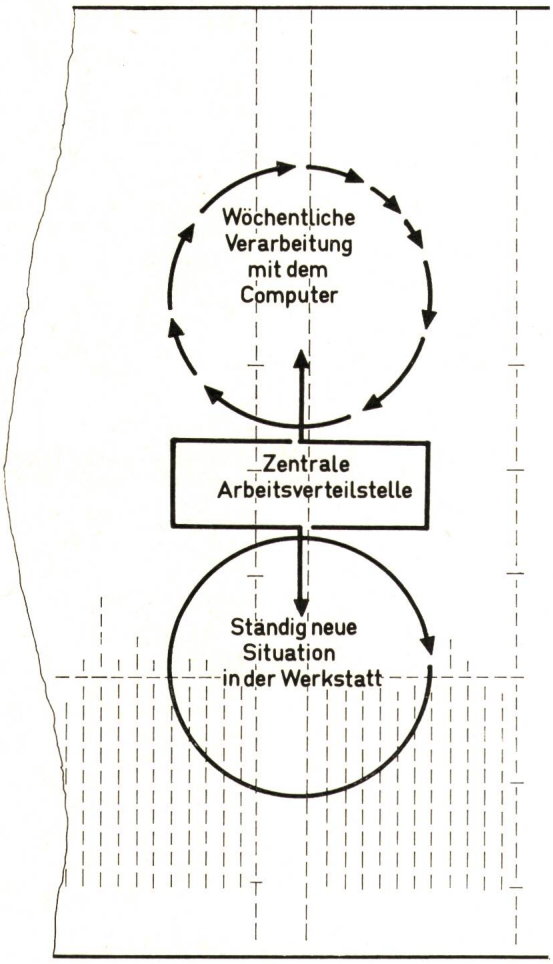

Fig. 12
Der Informationsfluss zwischen Werkstatt und Computer

abrechnungen, Kalkulationen sowie die verschiedensten Auswertungen erstellt.

Wirtschaftliches Arbeiten ist aber nur möglich, wenn durch die vorhandenen Informationen die Kenntnisse aller beteiligten Stellen ausgetauscht werden. Bei der Fabrikationssteuerung müssen vor allem die Planungsstellen mit den Ausführungsstellen eng zusammenarbeiten. Mit dem Computer werden Planungsunterlagen periodisch zum Beispiel wöchentlich auf den neuesten Stand gebracht. In der Werkstatt ändert sich die Situation täglich oder stündlich. Die beiden Informationskreise werden durch eine zentrale Arbeitsverteilstelle miteinander verbunden (Fig. 12). So können die Informations- und Planungsdaten, die vom Computer auf Grund der eingegebenen Daten und vorgegebenen Programme bestimmt werden, mit den Kenntnissen des Werkstattpersonals kombiniert werden.

Literatur

[1a] *D. I. Cleland* and *W. R. King:* System analysis and project management. New York, McGraw-Hill, 1968.

[1b] *K. H. Rüsberg:* Die Praxis des Project-Management. Methodik, Planung, Durchführung. Instrumentarien, Systeme. München, Verlag Moderne Industrie, 1971.

[1c] *H. J. Schröder:* Projekt-Management, eine Führungskonzeption für aussergewöhnliche Vorhaben. Wiesbaden, Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, 1970.

[2] *M. Becker:* Handbuch der dynamischen Netzplantechnik. 3. Auflage. Winterthur, Gebrüder Sulzer AG, 1970.

Adresse des Autors:
Werner Balzli, Gebr. Sulzer AG, 8401 Winterthur.