

KRAFTQUELLENPLANUNG IN DER BAUINDUSTRIE

von

K. TÓTH

Lehrstuhl für Bauausführung, TU Budapest

(Eingegangen an 29. Dezember 1975)

Vorgelegt von Prof. Dr. Z. VAJDA

1. Problematik der Kraftquellenplanung

Der Betrieb der bauindustriellen Produktionsorganisationen, die Herstellung von Objekten beanspruchen Kraftquellen von großen Mengen und großer Verschiedenheit. Dabei sind die zur Verfügung stehenden Kraftquellen bei weitem nicht unbegrenzt. Der Mangel an Arbeitskraft ist derzeit ein Problem von gesellschaftlichem Ausmaß, aber auch die planmäßige Behandlung der sonstigen Kraftquellen — z. B. der Baustoffe — ist von großer Wichtigkeit, sowohl für die Unternehmen als auch für die Volkswirtschaft. Daraus folgt, daß das Problem nach der Suche des »ökonomisch kritischen Weges« d. h. die Frage der Kraftquellenplanung auf der ganzen Welt die Fachleute der angesiedelten Industrie und auch diejenigen der Bauindustrie immer mehr beschäftigt.

Das Grundproblem der Kraftquellenplanung soll an einer über bekannte Kapazitätsmenge verfügende Produktionsorganisation dargestellt werden. Es soll die Summe je Gattung der zur Verfügung stehenden, sogenannten Ausgangs-Kraftquellen gebildet werden. Die Gesamtmenge des Bedarfes aus den einzelnen Kraftquellen für die übernommenen Aufgaben der Produktionsorganisation kann als bekannt betrachtet werden.

Aus dem Vergleich in absoluten Mengen der Ausgangskapazität mit den Bedarfsarten, dem Kraftquellenbedarf der übernommenen Aufgaben, ergibt sich die Ungleichheit:

$$\sum \text{Kapazität} \cong \text{Bedarf}$$

Das Verhältnis der zur Verfügung stehenden Kapazitäten und des Bedarfes in Abhängigkeit der Zeit ist das Grundproblem der Kraftquellenplanung. Während der Verwirklichung einer Aufgabe in den einzelnen Zeitpunkten der untersuchten Kraftquellenart entsprechend kann die Proportion des Wertpaares Kapazität — Bedarf: $k_i \cong sz_i$ mehrerlei Werte aufnehmen (Abb. 1).

Die Gleichheit bedeutet, daß im untersuchten Zeitpunkt die Kapazitäten voll ausgenützt sind. Ist $k_i < sz_i$, so muß eingegriffen werden, entweder soll die Kapazität erweitert, oder der Bedarf planmäßig umgeändert werden.

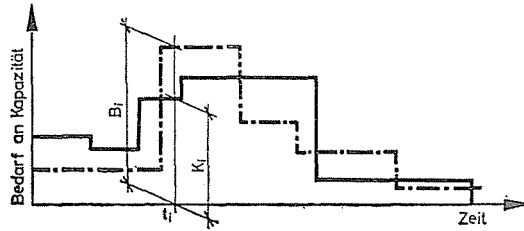


Abb. 1. Verhältnis Kapazität-Bedarf in Abhängigkeit der Zeit

Bei $k_i > sz_i$ kann die Mehrkapazität durch planmäßige Änderung der Unternehmensstruktur der Organisation ausgenutzt werden. Dies ist besonders im Falle von sog. nicht speicherbaren Kraftquellen wichtig, deren Verwendbarkeit zeitgebunden ist, die »Einsatzmöglichkeit« geht verloren, wenn sie zu gewissen Zeitpunkten nicht verwendet wird; sie kann zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr verwendet werden. (Die Verwendung der speicherbaren Kraftquellen ist nicht in solchem Maße zeitbedingt; sie ist eine potentielle Möglichkeit.)

2. Grundlegende Fälle der Kraftquellenplanung

Die planmäßige Kraftquellenbehandlung muß jede Phase der Arbeit der Produktionsorganisation verfolgen. Die zwei grundlegenden Formen der Kraftquellenplanung sind 1. mit absoluten Mengen oder 2. mit der Planung der Zeit verbunden.

2.1 Die Planung auf der Ebene des absoluten Volumens setzt die Kenntnis der Qualitätssummen je Kraftquelle voraus, sowohl bezüglich der Kraftquellenkapazitäten als auch des Bedarfes. Diese Planungsform ist in den Phasen der Planung der Unternehmung und in der Auswertung nach der Ausführung zweckmäßig.

2.2. Bei der mit Zeitplanung verbundenen Kraftquellenplanung werden die Erfordernisse und die zur Verfügung stehenden Kraftquellenmengen in jeder Zeiteinheit der Planung, also je Element und Summe, berücksichtigt. Das bedeutet, daß während der Vorbereitung und Ausführung des Produktionsvorganges die Kraftquellenplanung die Anfertigung solcher Produktionstaktpläne erfordert, die parallel mit der Zeitplanung die ökonomischen Möglichkeiten bzw. die optimale Verwendung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten bei der Ausführung in Betracht nehmen. Diese wurden durch die Weiterentwicklung und Verbreitung der zeitgemäßen Zeitplanungsverfahren notwendig und durch die Anwendung der EDV ermöglicht. Der auch aus technologischem Gesichtspunkt durchdachte Durchlaufzeitplan ist eigentlich schon an sich ein Kraftquellenplan in impliziter Form, der aber nur auf den

Kraftquellenbedarf gerichtet ist, aber nicht mit den Grenzen der Ausführungskapazität der Organisation rechnet. Der als Ergebnis erreichte kritischer Weg ist wirtschaftlich nicht begründet, der Erfolg ist fragwürdig, da die Aufnahme der wichtigsten Angaben der Kraftquellenkapazität von der Informiertheit der Zeitplaner abhängt. Dies ist aber zum störungsfreien Betrieb des ganzen Systems ungenügend. Zuzufolge der Vielfachheit des, die Planung beeinflussenden Bedingungssystems ist die verbundene Zeit- und Kraftquellenplanung die allerkomplizierteste.

3. Bedingungssystem

Das Bedingungssystem der Kraftquellenplanung ist zweifach: das eine System besteht aus den technologischen Gebundenheiten der Erarbeitung des Zeitplans, den technologischen, begrenzenden und Verbot-Bedingungen der geplanten Aufgabe; das Andere ergibt sich aus der Behandlung der Kraftquellen.

Die ersteren, die in den Themenkreis der Netzwerkplanung gehören, werden hier nicht behandelt.

Die Bedingungen der Kraftquellenbehandlung enthalten die Bedingungen, die sich aus der Art, der Grenzen, der Zahl, der Verschiedenartigkeit der verfügbaren Kraftquellen für je eine gegebene Tätigkeit, ergeben. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß die Qualitätsebene der zur Tätigkeit gebundenen Kraftquellenarten sich während der Zeitdauer der Tätigkeit ändert. Bei den mit Zeitplanung verbundenen Kraftquellenplanungsverfahren üben selbstverständlich beide Bedingungssysteme ihre Wirkung aus. Diese Wechselwirkung erschwert zwar das Ausarbeiten der Kraftquellenplanungsmethoden, ist aber die Grundlage einer, die praktischen Ansprüche befriedigenden Kraftquellenplanungsmethode, die den Produktionsverlauf den Zeit- und Wirtschafttakt entsprechend zusammenstimmen.

4. Planungsverfahren

Der größte Teil der bisherigen vielerlei praktischen Methoden der Kraftquellenplanung sind auf die Netzwerktechnik stützende heuristische Verfahren. Die Verwendung exakter mathematischer Mittel, die mathematische Modellierung bedeutet eine bemerkenswerte Hilfe bei der Ausarbeitung der Verfahren.

4.1 Das einfachste Kraftquellenplanungsverfahren ist die Summierung (Aggregation) der Kraftquellen. Die Grundlage der Planung ist der Durchlaufzeit-Plan; im Beispiel ein Netzwerkaktplan.

Der Verlauf der Planung ist die Bestimmung (je Kraftquelle) des Kraftquellenbedarfs und seine Summierung je Planungszeiteinheit.

Es ist zweckmäßig, die Summierung auch für die frühesten und spätesten Anfangszeitpunkt der den Netzwerkplan-Tätigkeiten zugeordneten Bedarfsarten durchzuführen. So kann überblickt werden, wie sich der Kraftquellenbedarf während der Durchlaufzeit (mittels »starr« auf die Extremsituation ausgerichteten Tätigkeiten) wie auch die Möglichkeit der Verteilung der Kraftquellen gestalten. Die mittels Aggregation erhaltenen Kraftquellensummen und

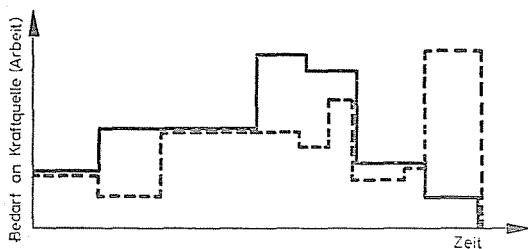


Abb. 2. Kraftquellensummen-Polygon

auch die Möglichkeit ihrer Verteilung können im sog. Kraftquellensummen-Polygon (Abb. 2) veranschaulicht werden. Mit Verschiebung der (nicht kritischen) Netzwerktätigkeiten, mit einer Reservezeit kann das Bedarfssummen-Polygon umgestaltet und auf eine ausgeglichene Form gebracht werden. Das Kraftquellenplanungsverfahren ergibt bloß Behauptungen (jedoch für den Baubetrieb sehr wichtige Behauptungen), und weist auf die Verwendbarkeit der Netzwerktechnik hin. Es soll betont werden: dieses Verfahren schließt nur auf, die Erwägung ist aber Sache der disponierenden Fachleute.

Es kann auf der Ebene der Produktionsorganisation verwendet werden, da der Kraftquellenbedarf je Zeiteinheit, je Art der einzelnen Kraftquellen sich ergibt, das Verfahren dient als konkreter Nachweis der Kraftquellenwirtschaft.

4.2 Das Kraftquellen-Erwägungsverfahren, die sog. limitative Kraftquellenbehandlung oder Allokation ist zusammengesetzter als die Aggregation, es nimmt bei der Gestaltung des Bedarfs auch die Möglichkeiten und Grenzen der Kapazität in Betracht.

Nach der Terminologie der Allokation hat die limitative Behandlung in der Produktionsorganisation eine große Bedeutung durch Berücksichtigung verschiedener Bedingungen. Die Grundlage der Allokation ist ein elastischer Zeitplan, mit einem den Tätigkeiten zugeordneten, auf technisch-wirtschaftlichen Erwägungen beruhenden Kraftquellenbedarf, und eine Zielfunktion der Kraftquellenlage der Produktionsorganisation und der Grenzen der Kapazitätsverwendbarkeit. So ist die Allokation die Lösung einer Optimierungsaufgabe, bei der die Tätigkeiten des Zeitplanes — mit Erwägung ihres Kraftquelleninhalts — in der Zeit so eingeordnet werden sollen, daß die durch die Ziel-

funktion bestimmten Grenzen während der ganzen Durchlaufzeit eingehalten werden.

Die in der Zielfunktion gesetzten Grenzen können entweder Zeitgrenzen oder Quantitätsgrenzen sein.

Die Zeitgrenze ist ein in irgendeiner Zeiteinheit festgesetztes geschlossenes Zeitintervall; das Quantitätslimit ist ein aufgrund technisch-wirtschaftlicher Erwägung festgelegter Grenzwert, welcher entweder in absoluter Form oder auch zeitabhängig ausgelegt werden kann.

Für die Planung werden die Grenzen jeder Kraftquellenart gesondert angegeben.

Zur Kraftquellenplanung sollen die Grenzen ihres bedingten oder unbedingten Charakters nach gruppiert werden.

4.21 Die bedingte Grenze limitiert die wirtschaftlich verfügbaren Kraftquellenmengen (bei der Zeitgrenze, das Zeitintervall der wirtschaftlichen Verwendung). Insofern die bedingte Grenze im Laufe der Planungsaufgabe nicht eingehalten werden kann, so ist ihre Überschreitung gestattet.

4.22 Die unbedingte Grenze darf nicht überschritten werden. Sie limitiert die für eine Aufgabe aufwendbaren Kapazitäten, z. B. beim Zeitlimit den Höchstwert der zur Ausführung verwendbaren Zeit.

Der Bereich zwischen den zwei Grenzen kann in der Praxis z. B. als Verwendung der Kraftquellenreserve bzw. bei Zeitlimit als Zeitspanne zwischen dem Endzeitpunkt der Durchlaufzeit und dem davon (nach oben) abweichenden festgesetzten Übergabetermin betrachtet werden.

Das Erwägungsverfahren ist also eine Allokation, welche zu jeder untersuchten Kraftquelle zwei Quantitätsgrenzen vorschreibt. Die bedingte Grenze setzt die Quantität der Kraftquelle fest, die wirtschaftlich in Anspruch genommen werden kann. Die unbedingte Grenze ist die maximale Kraftquellenmenge, die in jeder Zeiteinheit aufgewandt werden kann.

Die Planung geht vom Netzwerktaktplan aus. Aufgrund des Taktplans wird der Kraftquellenbedarf je Zeiteinheit durch Aggregation bestimmt. Seine Gestaltung soll derart beeinflußt werden, daß er in jeder Zeiteinheit unter, aber in der Nähe der mittels bedingter Grenze festgelegten Kapazitäten bleibt. Die Gestaltung des Bedarfs läßt sich durch Verschiebung der nichtkritischen Tätigkeiten des Netzwerkplanes modifizieren, indem die Reservzeiten der Tätigkeiten ausgenützt werden. Ist diese Möglichkeit erschöpft und die notwendigen Kraftquellenmengen auch auf diese Weise nicht wirtschaftlich gesichert, können die Reserven über die bedingte Grenze verwendet werden.

Wird die unbedingte Grenze des Intervalls der Reservemengen erreicht, so ist die maximale Kraftquellenmenge erschöpft. Können die Bedingungen des gegebenen Taktplans auch auf diese Weise nicht gesichert werden, muß der Taktplan geändert werden.

Das Ergebnis der Allokation wird einerseits von der Reihenfolge der in Betracht kommenden Kraftquellen, andererseits von der Rangordnung der Tätigkeiten des Netzwerkplans des sog. Prioritätsgesetzes beeinflusst, welches vom Gesichtspunkt des Wirkungsgrades der Allokation sehr wichtig ist.

Bei der Rangordnung der Netzwerkplan-Tätigkeiten müssen nebst vielfältigen technisch-technologischen Erfordernissen, viele ökonomische Bedingungen und Umwelteinflüsse in Rücksicht genommen werden. Außerdem ist die Anpassung an die innere Struktur des Netzwerkplans notwendig; die Regeln der Netzwerktechnik müssen beobachtet werden.

Die Prioritätsregel gibt an, in welcher Reihenfolge die Tätigkeiten verschoben werden können — wenn in einem bestimmten Zeitpunkt der Bedarf die Kraftquellengrenze überschreitet. Die Prioritätsregel kann als Kombination der sog. Prioritätsprinzipien in jeder Aufgabe festgelegt werden. Im Laufe der Planung können zum ganzen Kraftquellenbedarf je einer Tätigkeit verschiedene Tätigkeitszeitspannen beigeordnet werden, wodurch man zu einem anderen Aspekt des besprochenen Problems, zum Begriff der Kraftquellenintensität kommt.

Unter Intensität wird also die auf die Zeiteinheit bezogene Kraftquellenmenge verstanden. Die Intensität kann aber auch innerhalb einer Tätigkeit, im Falle einer oder mehrerer Kraftquellen konstant oder veränderbar sein.

Die Änderung der Intensität erleichtert die Einhaltung der starren Grenzen der Aufgaben in der Kraftquellenplanung, gleichzeitig bedeutet sie eine weitere Schwierigkeit, indem sie die Zahl der Variablen erhöht, die Planung zusammengesetzter gestaltet.

Einige gegenwärtigen Verfahren der Kraftquellenplanung gebrauchen diese Möglichkeit — aber mit weitgehendem Vereinfachung des Intensitätsproblems. Die praktische Anwendung der Verfahren mit Intensitätsveränderung stößt gegenwärtig noch auf Schwierigkeiten.

Zusammenfassung

Die Allokation ist ein vielfältiges, kompliziertes Problem, weil in der Praxis die Zielfunktion sehr vielerlei ist, und viele Variablen enthält. Es ist unmöglich, mit einem exakten Verfahren ein Optimum zu erreichen, wenn gleichzeitig zahllose beschränkende Bedingungen bestehen. Die Schaffung von Planungsverfahren, die die Ansprüche der Praxis befriedigen, kann vorderhand nur mit gewissen Kompromissen erreicht werden.

Dipl.-Ing. Klára Tóth, H-1502 Budapest