

Diss. Nr. 4029

# **Zur Anwendung betriebsgerechter Warteschlangenmodelle in der Terminplanung**

Abhandlung zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von

**Ioánnis Alexándrou Pappás**

dipl. Masch.- u. El.- Ing., Techn. Universität Athen  
geboren am 14. Juli 1936  
griechischer Staatsangehöriger

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. h. c. Walter F. Daenzer, Referent  
Prof. Dr. Hans P. Künzi, Korreferent

Bläsi & Koller, Zürich  
1967

## 1. EINFUEHRUNG

Der Problembereich "Terminplanung" ist einer der wichtigsten eines Unternehmens, da er dessen Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit massgebend beeinflusst. Die Erfindung des Computers und seine stets grösser werdende Verbreitung haben die Probleme der Produktionsplanung in ein anderes Licht gerückt und ihrer Untersuchung zu einem ungeahnten Aufschwung verholfen.

Wie sehr die Entwicklung der Produktionsplanungs-Methoden durch die Anwendung von elektronischen Rechenanlagen gefördert wurde, erkennt man, bei eingehender Untersuchung der Arbeiten im Osten und jener in Westeuropa oder gar in den Vereinigten Staaten vergleicht. Der Unterschied rührt daher, dass die Ostblockländer verhältnismässig wenig Computer für kommerzielle und industrielle Zwecke zur Verfügung haben. In der Anwendung wissenschaftlicher Methoden auf technisch-ökonomische Probleme, z.B. in der Entwicklung volkswirtschaftlicher oder branchenwirtschaftlicher Modelle, steht die Forschung im Osten, mindestens auf der theoretischen Ebene, durchaus auf der gleichen Stufe mit jener im Westen.

Der Computer, mit den riesigen Datenmengen, die er speichern kann, und mit der früher unvorstellbaren Geschwindigkeit, mit der er mathematische Operationen durchführt, hat eine neue Dimension für die Produktionsplanung eröffnet. Die wesentlichsten Vorteile der elektronischen Datenverarbeitung seien hier kurz in Erinnerung gebracht:

- Billige Speicherung einer grossen Menge von Daten.
- Kurze Zugriffszeit zu diesen Daten.
- Rasches à jour-Bringen der gespeicherten Daten.
- Schnelle und billige Datenerfassung.
- Rasche Herausgabe der gewünschten Information in der für jede Betriebsstelle am besten geeigneten Form.

- Grosse Geschwindigkeit bei der Durchführung mathematischer Operationen.
- Möglichkeit, komplizierte mathematische Verfahren anzuwenden.
- Starke Verminderung der Zeitspanne zwischen Erfassung der Daten und Herausgabe der notwendigen Planungsangaben.

Gerade die Ausnützung der Möglichkeiten, welche durch die Anwendung des Computers eröffnet werden, stellt die Produktionsplanung vor viele neue Probleme. Will man nämlich die versprochenen Vorteile nutzen, so sind einerseits umfassende Umorganisationen in den Industriebetrieben notwendig und andererseits bedarf es der Entwicklung von Modellen, die das betriebliche Geschehen wirklichkeitsgetreu wiedergeben sowie der Mathematischen oder heuristischen Methoden zur Lösung dieser Modelle.

Die vorliegende Arbeit bewegt sich in diesem Problemkreis. Ihr Ziel ist es, jene Gesetze zu untersuchen, denen der Fortschritt der Aufträge in einer "allgemeinen Werkstatt" (englisch "job-shop") unterworfen ist.

In Kapitel 2 wird einerseits der konzeptionelle Rahmen, der die Arbeit umschliesst und andererseits die organisatorische Struktur, auf welcher die folgenden Ausführungen beruhen, dargelegt. Besprochen werden die Probleme der Terminplanung, die Verknüpfung von Terminplanung und Terminüberwachung, sowie die Anforderungen, die sich an ein gutes Terminplanungssystem stellen. Anschliessend werden die bis heute erwogenen Planungsmethoden in verschiedene Perfektionsstufen eingereiht, diese Perfektionsstufen einander gegenübergestellt und die Möglichkeiten der Anwendung der einzelnen Planungsmethoden erörtert. Zuletzt wird das den heutigen Verhältnissen angemessene "Prinzip des 'natürlichen' Durchlaufs" erläutert, welches ein Grundgedanke der ganzen Arbeit bleibt.

In Kapitel 3 wird das entwickelte Modell und die angewendete Lösungsmethode beschrieben. Es geht um ein Warteschlangenmodell für eine Werkstattgruppe mit mehreren Maschinen in einer "allgemeinen Werkstatt", das mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation behandelt wird. Besonderheiten dieses Modells sind der ad hoc konzipierte Ankunftsprozess der Aufträge und die Möglichkeit, bei schwankender Belastung Kapazitätsänderungen vornehmen zu können. Der erwähnte Ankunftsprozess hat die Eigenschaft, bei Betrachtung kleiner Zeiträume dem Poisson-Prozess sehr ähnlich zu sein, während er bei Betrachtung grösserer Zeiträume nur verhältnismässig geringen Schwankungen des Arbeitsanfalls unterworfen ist.

Kapitel 4 bringt die Resultate der durchgeführten Untersuchungen, wobei vor allem die Einflüsse verschiedener Grössen auf den Durchschnitt und die Standardabweichung der Wartezeiten der Aufträge studiert werden.