



## Doctoral Thesis

# **Bestimmung der optimalen Arbeitskapazitäten von Werkstätten mit zufallsverteilterm Kapazitätsbedarf mit den Methoden der Simulation und des Branch and Bound**

**Author(s):**

Klot-Heydenfeldt, Udo von

**Publication Date:**

1969

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000088568> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Bestimmung der optimalen Arbeitskapazitäten  
von Werkstätten mit zufallsverteiltem Kapazitäts-  
bedarf mit den Methoden der Simulation  
und des Branch and Bound**

ABHANDLUNG

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENOSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von

UDO v. KLOT-HEYDENFELDT  
Dipl.-Ing. TH München  
geboren am 17. 12. 1939  
Deutscher Staatsangehöriger

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. W. F. Daenzer, Referent  
Prof. Dr. F. Weinberg, Korreferent

## Zusammenfassung

Der in sieben Einzelwerkstätten gegliederte Werkstattbereich befriedigt den Reparaturbedarf aller zum Unternehmen gehörigen Zechen.

Bei einer Einteilung der Reparaturarbeiten danach, ob eine Lagerbewirtschaftung der Reparaturobjekte erforderlich oder nicht erforderlich ist, ergeben sich zwei Reparaturarten, die in der Untersuchung getrennt behandelt werden :

- 1 Die von Auftrag zu Auftrag verschiedenen sogenannten Einzelaufträge betreffen Sonderarbeiten nach den Angaben der Auftraggeber sowie sehr selten vorkommende Reparaturarbeiten an Einzelmaschinen und -geräten. Sowohl bei den Sonderarbeiten, die erst nach Auftragseingang begonnen werden können, als auch bei den Einzelreparaturen ist eine Erledigung der Arbeiten in den von den Auftraggebern geforderten Soll-Lieferzeiten ausreichend. Da die geforderten Lieferzeiten jedoch im allgemeinen relativ kurz sind, können diese Arbeiten nur von den eigenen Werkstätten durchgeführt werden.
- 2 Die Reparaturen an denjenigen Maschinen und Geräten dagegen, bei deren Ausfall die Betriebserfordernisse unverzüglichem Ersatz verlangen -der jedoch nur durch eine entsprechende Lagerhaltung reparierten Materials gewährleistet werden kann-, können sowohl von den eigenen Werkstätten als auch von Fremdfirmen erledigt werden.

In dem ersten Teil der Untersuchung (Abschnitt 3) wird daher ein Simulationsmodell beschrieben, mit dessen Hilfe die für den Einzelreparaturbedarf notwendigen Kapazitäten bestimmt werden. Fest vorgegeben sind die sich aus den Einzelaufträgen ergebenden Werkstattbelastungen, sowie die werkstattspezifischen Kennwerte wie Kosten je Schicht, Fehlzeitanteile etc. Die abhängigen Variablen (Termintreue und Kosten) werden in Funktion von den unabhängigen Variablen (Werkstattplankapazitäten) ermittelt. Als Parameter werden unterschiedliche Reparaturpolitiken, Soll-Lieferzeiten und Termintreuenbereiche eingeführt. In einer Iterationsrechnung werden schließlich die Werkstattplankapazitäten bestimmt, die den Reparaturbedarf innerhalb der vorgegebenen Restriktionen kostengünstig befriedigen.

Da die durch die Einzelreparaturen verursachte Belastung zufallsverteilt ist, ergeben sich ebenfalls zufallsverteilte freie Restkapazitäten, die bei den im zweiten Teil der Arbeit (Abschnitt 4) zu treffenden Entscheidungen über Eigen- oder Fremdreparatur der bewirtschaftbaren Materialien zu berücksichtigen sind. Aus der Vielzahl der Varianten, die sich zwischen den extremen Wahlmöglichkeiten

- Fremdvergabe aller Gruppen
- Eigenreparatur aller Gruppen

bewegen, wird die für eine bestimmte, vorher definierte Bewirtschaft-

tungspolitik optimale Variante ermittelt, die die bedingten totalen Kosten minimiert :

Zunächst wird eine vereinfachte Kostenfunktion in Abhängigkeit von (0-1) - Variablen für Fremd- oder Eigenvergabe aufgestellt, die noch nicht die mit der Lagerhaltung verbundenen Bewirtschaftungskosten enthält. Anschließend werden verschiedene Lagerbewirtschaftungspolitiken definiert und ihr Einfluß auf die Bewirtschaftungskosten und die -durch die Reparaturanforderungen des Lagers verursachten- Belastungsschwankungen der eigenen Werkstätten untersucht. Wie gezeigt wird, ergibt sich bei der analytischen Herleitung der Eigenlieferfrist, die von den Entscheidungsvariablen und der Lagerpolitik abhängt, auch bei stark vereinfachenden Annahmen eine sehr komplizierte alle Einflüsse berücksichtigende Gesamtkostenfunktion, so daß für die hieraus resultierende Optimierungsaufgabe keine Lösung angegeben werden kann. Deshalb wird ein iterativer Lösungsweg gewählt.

Die Gesamtkostenfunktion wird dadurch vereinfacht, daß für die Eigenlieferzeit ein Schätzwert eingesetzt wird. Die sich damit ergebende Aufgabe der ganzzahligen, nichtkonvexen Programmierung wird mit einem in Abschnitt 4.3 beschriebenen Branch and Bound Algorithmus gelöst. Anschließend wird mit Hilfe von Simulationen die der Lösung entsprechende Eigenlieferzeit ermittelt und mit dem Schätzwert verglichen. Stimmen beide Werte überein, dann ist die gefundene Lösung zulässig und -bezogen auf die spezielle Bewirtschaftungspolitik- optimal. Wenn der simulierte Lieferzeitwert vom Schätzwert abweicht, wird mit einem modifizierten Schätzwert bis zur Übereinstimmung oder Unterschreitung einer zulässigen Höchstabweichung weiteriteriert.

Diese Rechnung wird für einige Lagerbewirtschaftungspolitiken wiederholt und schließlich diejenige Reparatur- und Ersatzpolitik mit den geringsten Kosten ausgewählt.