

Beschaffung und Operations Research

Autor(en): **Scheidegger, Guido**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **44 (1966)**

Heft 10

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874588>

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.

Beschaffung und Operations Research

Zusammenfassung. Das Anwendungsgebiet der Operations Research hat sich in den letzten Jahren bedeutend erweitert, und ihre Methoden sind zur Lösung der verschiedensten Probleme herangezogen worden. Dadurch wird die Operations Research mehr und mehr zu einem wertvollen und unentbehrlichen Werkzeug in der Unternehmensführung. Der vorliegende Artikel greift ein Beispiel aus der Beschaffung auf und zeigt, dass durch eine optimale Einkaufspolitik unter Einhaltung bestimmter quantitativer und qualitativer Bedingungen die Beschaffungskosten vermindert werden können.

Résumé. Achats et recherche opérationnelle. Le domaine d'application de la recherche opérationnelle s'est notablement agrandi ces dernières années et ses méthodes ont servi à résoudre les problèmes les plus divers. La recherche opérationnelle devient de plus en plus un instrument précieux et indispensable dans la conduite de l'entreprise. Cet article présente un exemple d'achat et montre qu'en appliquant une politique d'achat optimale et en observant des conditions quantitatives et qualitatives déterminées on peut réduire les frais d'achat.

Riassunto. Acquisti e Operations Research. Il campo d'applicazione della ricerca operativa si è ampiamente esteso nel corso di questi ultimi anni e i suoi metodi vengono utilizzati per risolvere i problemi più svariati. La ricerca operativa diviene pertanto uno strumento sempre più prezioso e indispensabile nella direzione aziendale. L'articolo prende un esempio nel campo degli acquisti e mostra che grazie a una politica d'acquisto adeguata, osservando determinate condizioni di quantità e di qualità, i prezzi di compra possono essere ridotti.

Beim Einkauf von Waren, gleichgültig, ob es sich um Rohstoffe oder Fertigprodukte handelt, wird sich das Problem der Kostenminimierung unweigerlich jedem Unternehmer oder auch Privatmann, und deshalb auch der Verwaltung, stellen. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Waren für den Eigenbedarf, die Weiterverarbeitung oder den Handel bestimmt sind. In jedem Fall ist das Ziel dasselbe, nämlich dank günstiger Einstandspreise ein möglichst gutes wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen.

Die Minimierung der Kosten allein genügt jedoch für einen wirtschaftlichen Einkauf nicht und stellt nur eine teilweise Lösung des Problems dar, denn eine weitere wesentliche Forderung besteht in der Beibehaltung von Qualität und Menge der Ware. Die Reduktion der Beschaffungskosten darf unter keinen Umständen irgendwelche Verschlechterungen oder gar mengenmässige Verminderung der Ware zur Folge haben. Der Käufer wird seinen Bedarf wohl auf dem kostengünstigsten Weg zu decken suchen, jedoch stets unter Berücksichtigung bestimmter, durch den Zweck des Kaufes vorgegebener Bedingungen, die er an die Ware stellt. Diese Bedingungen können qualitativer Art sein und sich auf Form, Farbe, Marke oder irgendwelche Eigenschaften und Spezialisierungen beziehen, es können aber auch quantitative, von der Bedarfsmenge abhängige Bedingungen auftreten. Diese Art der Beschaffung bei minimalen Kosten, aber in jeder Hinsicht gleichbleibenden Anforderungen an die Ware, wollen wir als «optimal» bezeichnen.

Über die mathematisch präzise Erfassung der Restriktionen und eine genaue Formulierung des angestrebten Zieles erleichtern die Methoden der Operations Research dem Käufer das Erkennen der für ihn optimalen Lösung.

Ein Beschaffungsproblem, wie es sich besonders den PTT-Betrieben stellt, soll im folgenden, leicht schematisiert, dargelegt und dessen Lösung in kurzen

Zügen aufgezeigt werden. Das Resultat wird beweisen, dass durch optimale Einkaufspolitik wesentliche Kosteneinsparungen zu verzeichnen sind.

Es handelt sich um die Beschaffung eines Kleingerätes, das bis heute in sechs verschiedenen Typen zum Einsatz kommt. Der Gesamtbedarf von jährlich 108 800 Stück verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Typen:

Typ 1	Bedarf B_1	=	3 500
Typ 2	B_2	=	1 500
Typ 3	B_3	=	2 800
Typ 4	B_4	=	80 000
Typ 5	B_5	=	1 000
Typ 6	B_6	=	20 000
Gesamtbedarf B		=	108 800

Die sechs vorhandenen Modelle werden für sehr ähnliche Zwecke eingesetzt und unterscheiden sich lediglich in einigen technischen Einzelheiten, durch die sie für gewisse zusätzliche Funktionen spezialisiert sind. Diese Spezialfunktionen schliessen sich nicht gegenseitig aus, sondern treten bei den einzelnen Typen kumulativ auf. Die Vorrichtungen am einfachsten Modell (Typ 6) bilden die Grundlage für alle andern Typen, die je nach Bedarf weiter ausgebaut sind. So bietet Typ 5 bereits mehr technische Möglichkeiten unter Beibehaltung der Grundfunktionen von Typ 6. Typ 4 wiederum umfasst sämtliche Funktionen der Typen 5 und 6 und weist überdies neue Einzelheiten auf, und so fort. Das komplizierteste und vollständigste Modell ist demnach Typ 1. Allgemein ausgedrückt bedeutet dies, dass jeder Typ durch ein beliebiges Gerät mit kleinerer Ordnungsnummer ersetzbar ist, das heisst Typ i kann durch Typ k ersetzt werden, falls k kleiner ist als i ($i, k = 1, 2, \dots, 6$).

Entsprechend der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der einzelnen Typen variieren deren Stückpreise. Kompliziertere Typen sind verständlicherweise teurer als einfache.

Der *Stückpreis* P_i für den Typ i setzt sich zusammen aus den eigentlichen Fabrikationskosten (K) und den Vorbereitungskosten (V),

$$P_i = K_i + V_i$$

Die *Fabrikationskosten* K_i stellen die eigentlichen Herstellungskosten (Material, Arbeitsaufwand) dar und sind unabhängig von der Grösse der produzierten Serie. Sie enthalten sämtliche Unkostenzuschläge nebst einem Gewinnzuschlag für den Produzenten.

Zu den *Vorbereitungskosten* V_i gehören die Entwicklungskosten und die Einrichtungskosten. Die Entwicklungskosten sind Kosten für die eigentliche Schaffung des Typs, wie auch für dauernde Studien zu dessen Weiterentwicklung und Modernisierung. Dazu gehören auch die Kosten für die Vorbereitung der Produktion, die Konstruktion geeigneter Maschinen und Hilfsmittel. Diese Entwicklungskosten seien gleich hoch für jeden Typ. Die Einrichtungskosten entstehen aus der Vorbereitung für den Produktionsprozess und sind ebenfalls für alle Typen gleich.

Die Vorbereitungskosten sind als Ganzes abhängig vom Umfang der produzierten Serie und genügen der linearen Gleichung

$$V_i = E + m_i t,$$

wobei m_i die Seriengrösse (also auch die Bestellmenge) des Typs i darstellt. Die Kenntnis dieser Funktion der Vorbereitungskosten ist für die Bestimmung der optimalen Einkaufspolitik von zentraler Bedeutung. Sie gestattet die Beurteilung, ob sich durch Zusammenlegen einzelner Typen die Gesamtkosten vermindern lassen. Eine solche Reduktion erklärt sich anschaulich durch den Wegfall der Entwicklungskosten für das nicht mehr produzierte Modell. Nach Untersuchungen über diese Vorbereitungskosten in einer ausländischen staatlichen Fabrik lautet diese Funktion numerisch

$$V_i = 7455 + 0,045 m_i$$

Nach diesem Ansatz betragen die gesamten Vorbereitungskosten Fr. 7500.— bei einer Serie von 1000 Stück und rund Fr. 12 000.— bei einer Serie von 100 000 Stück.

Es stellen sich nun die Fragen:

1. Lassen sich durch Zusammenlegen einzelner Typen die gesamten Beschaffungskosten vermindern?
2. In welcher Weise sind die einzelnen Typen zu dotieren, damit die Kosten minimal werden?

Mit andern Worten: wir bezeichnen die gesamten Beschaffungskosten als sogenannte Zielfunktion Z in Abhängigkeit der Bestellmengen für die einzelnen Typen und fragen danach, für welche Mengenkombination (m_1, m_2, \dots, m_6) diese Funktion ein Minimum aufweist.

$$Z = \sum_{i=1}^6 \left[m_i K_i + d_i E + m_i t \right] = \text{Minimum}$$

mit $d_i = \begin{cases} 0 & \text{für } m_i = 0 \\ 1 & \text{für } m_i \neq 0 \end{cases}$

Es ist durchaus möglich, dass es kostengünstiger ist, einen komplizierteren Typ für Funktionen einzusetzen, die auch von einem einfacheren erfüllt werden könnten, wenn durch die damit verbundene Reduktion der Typenzahl fixe Entwicklungskosten eingespart werden können, die höher sind als die Steigerung der variablen Kosten.

Damit die Beschaffung optimal sein kann, müssen ausser der Kostenminimierung die quantitativen und qualitativen Bedingungen für den Einkauf berücksichtigt werden.

Als quantitative Bedingung gilt einzig die folgende:

1. Der Gesamtbedarf muss gedeckt werden, die Summe der Bestellmengen muss dem Bedarf entsprechen

$$\sum_{i=1}^6 m_i = \sum_{i=1}^6 B_i$$

Als qualitative Restriktion tritt die Forderung auf, dass die Geräte den Ansprüchen bezüglich zusätzlicher Funktionen genügen und wunschgemäss eingesetzt werden können. Diese qualitative Restriktion äussert sich in den folgenden mengenmässigen Begrenzungen in der Beschaffung einzelner Typen.

2. Die Bestellmenge des Typs 6 soll den Bedarf nicht übersteigen, da dieses Modell nicht anstelle eines andern eingesetzt werden kann. Ebenso darf die Bestellmenge des Typs 5 den Bedarf an Typen 5 und 6 zusammen nicht übersteigen. Durch analoge Fortsetzung ergeben sich sechs Maximalbedingungen, die verhindern, dass von einem Typ zu viele Geräte bestellt werden, die dann nicht eingesetzt werden können, weil sie nicht alle gewünschten Funktionen ausüben vermögen:

$$m_k \leq \sum_{i=k}^6 B_i, \text{ für } k = 1, 2, \dots, 6$$

3. Die Bestellmenge des kompliziertesten Typs 1 muss andererseits mindestens dem Bedarf dieses Typs gleichkommen. Es darf unter keinen Umständen eine kleinere, wohl aber eine grössere Serie bestellt werden, falls dies kostengünstiger ausfallen sollte. Allenfalls über den Bedarf hinaus erworbene Geräte dieses Typs können leicht anderwärts eingesetzt werden. In gleicher Weise sollen die Bestellmengen der Typen 1 und 2 zusammen mindestens gleich dem Bedarf an diesen beiden Modellen sein. Die sich derart ergebenden sechs Minimalbedingungen verhüten, dass der Bedarf nach einem, für eine spezielle Funktion einzusetzenden Modell nicht vollständig gedeckt werden kann,

$$\sum_{i=1}^k m_i \geq \sum_{i=1}^k B_i, \text{ für } k = 1, 2, \dots, 6$$

Unter strenger Berücksichtigung dieser Bedingungen ist die gegebene Zielfunktion zu minimieren. Aus

rein logischen Gründen muss für die Berechnung die folgende zusätzliche Bedingung gestellt werden:

4. Es kommen nur ganzzahlige Lösungen in Frage, das heisst

$$m_i = \text{ganzzahlig, für } i = 1, 2, \dots, 6$$

Die Lösung des Problems erfolgte nach der iterativen Methode, wobei alle möglichen, den vorstehenden Bedingungen entsprechenden Variationen in den Bestellmengen auf die daraus resultierenden gesamten Beschaffungskosten hin untersucht wurden. Dieses rechenintensive Vorgehen rechtfertigte sich durch den Einsatz eines Computers. Durch ein besonders für dieses Problem geschaffenes Programm wurden viele mögliche Kombinationen (m_1, m_2, \dots, m_6) in kurzer Zeit berechnet und jene Variation bestimmt, die die minimalen Gesamtkosten ergab. Das Programm wurde in der FORTRAN-Sprache für IBM 7070 erstellt. Der Ablauf ist im folgenden Organigramm (Fig. 1) schematisch dargestellt.

Das Resultat der Untersuchung zeigt, dass bei einer Reduktion der Zahl der Typen von sechs auf drei die Kosteneinsparungen am grössten sein werden. Die Bestellung soll sich auf die drei leistungsfähigen Typen 1, 2 und 3 beschränken, wobei der Bedarf an Typen 4, 5 und 6 vollumfänglich durch Typ 3 zu decken ist. Durch Erweiterung der Serie bei diesem Typ 3 lassen sich die Fabrikationskosten je Stück derart herabsetzen, dass sich der Einsatz dieses leistungsfähigeren Types anstelle der Modelle 4, 5 und 6 rechtfertigt.

Die Bestellung muss demnach lauten:

$m_1 =$	3 500
$m_2 =$	1 500
$m_3 =$	103 800
$m_4 = m_5 = m_6 =$	0
Gesamtbedarf	= 108 800

Die Kosteneinsparungen bei dieser Deckung des Gesamtbedarfs betragen etwa Fr. 180 000.— oder rund 3 Prozent der Beschaffungskosten.

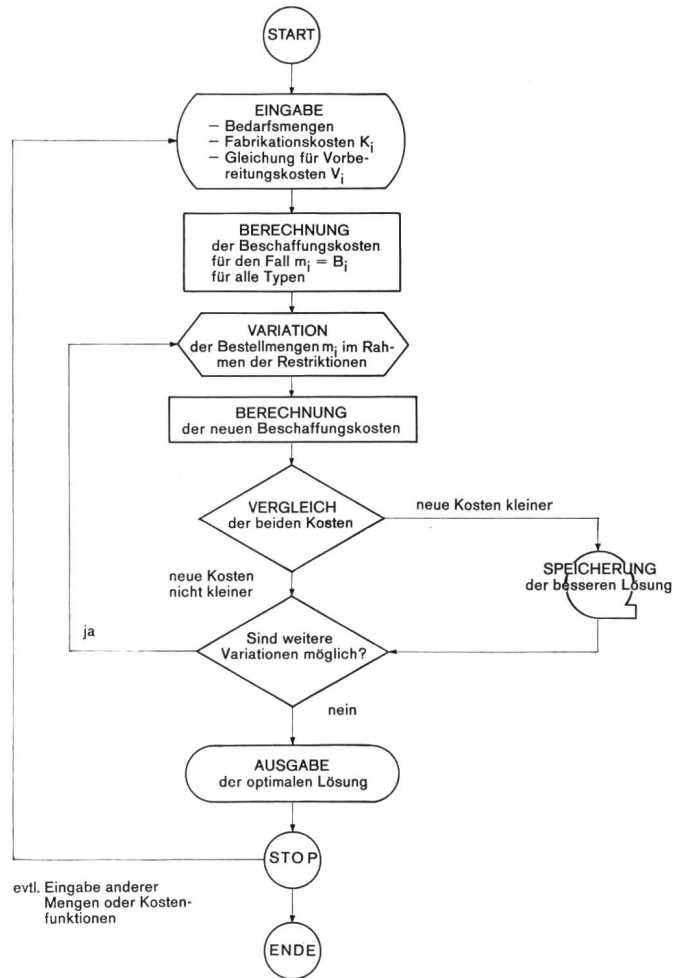


Fig. 1

Arbeitsablauf mit elektronischer Rechenanlage IBM 7070