

Scheer, August Wilhelm

Article — Digitized Version

Operations research als Planungs- und Entscheidungshilfe

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Scheer, August Wilhelm (1969) : Operations research als Planungs- und Entscheidungshilfe, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 49, Iss. 3, pp. 165-172

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/133953>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WISSENSCHAFT FÜR DIE PRAXIS

Die ständig wachsende Zahl neuer Erkenntnisse und Methoden macht es für Praktiker, Fachwissenschaftler und Studenten gleichermaßen schwierig, mit der Entwicklung der modernen Wirtschaftstheorie und der theoretischen Wirtschaftspolitik Schritt zu halten. In der steigenden Flut von Informationen ist Wichtiges sehr schwer von Unwichtigem, Verständliches kaum von Unverständlichem zu trennen. Der WIRTSCHAFTSDIENST möchte seinen Lesern dieses Informationsproblem erleichtern: In loser Folge sollen künftig wichtige neuere Entwicklungen unseres Fachs behandelt werden. Wir beschränken uns dabei nicht auf eine Erläuterung der theoretischen Grundlagen, sondern wollen zugleich die Möglichkeiten der praktischen Anwendbarkeit kritisch analysieren.

Der folgende Beitrag gibt eine Einführung in die Unternehmensforschung und zeigt die Anwendbarkeit der Methoden des Operations Research in den verschiedenen betrieblichen Planungsbereichen. In Heft 5 des WIRTSCHAFTSDIENST werden praktische Beispiele der linearen Planungsrechnung die Diskussion dieses aktuellen Themas abrunden.

Operations Research als Planungs- und Entscheidungshilfe

August Wilhelm Scheer, Hamburg

Zur Lösung betrieblicher Planungs- und Entscheidungsprobleme werden in zunehmendem Maße mathematische Methoden angewendet. Mit Hilfe dieser relativ neuen Methoden, die unter dem Begriff Operations Research oder Unternehmensforschung zusammengefaßt werden, können verschiedene Probleme analysiert und einzelne Entscheidungsalternativen hinsichtlich konkreter Zielvorstellungen bewertet werden.

Größen des Entscheidungsmodells

Eine derartige Analyse umfaßt im wesentlichen zwei Schritte: Zunächst wird die Entscheidungssituation in einem (meistens mathematisch formulierten) Modell dargestellt.

Im allgemeinen gehen drei Arten von Größen in ein Modell ein:

Die **Zielgröße**: Die angestrebte Größe, an der die zu treffende Entscheidung auszurichten ist (z. B. Kosten, Gewinn, Absatz u. ä.).

Die **Entscheidungsgrößen** (auch Variable genannt): Die Größen, die im Hinblick auf das Planziel vom Unternehmen beeinflusst werden können (z. B. Pro-

duktionsmengen, Werbeeinsätze, Einkaufsmengen u. ä.).

Die **Daten**: Größen, die zwar die Entscheidung beeinflussen, vom Unternehmen selbst aber nicht beeinflusst werden können. Sie bilden damit den festen Rahmen, innerhalb dessen die Entscheidung stattfindet (z. B. Kapazitäten, Produktionskoeffizienten, finanzielle Möglichkeiten usw.).

Die Beziehungen, die zwischen diesen Größen bestehen, werden zunächst in mathematischer Form in dem Modell erfaßt.

In einem zweiten Schritt wird dann versucht, die Variablen so zu bestimmen, daß die Zielgröße den günstigsten Wert annimmt.

Gründe für die Unternehmensforschung

Die wachsenden Schwierigkeiten der unternehmerischen Entscheidungen sind im wesentlichen auf folgende Faktoren zurückzuführen:

Tendenz zur Mehrproduktunternehmung: Häufig wird von einer Unternehmung eine Vielzahl von Produkten hergestellt, die im Absatz- oder Produktionsbereich miteinander verknüpft sind. Bei

Entscheidungen, die eines dieser Produkte betreffen, müssen daher jeweils die Auswirkungen auf weitere Produkte beachtet werden.

Zunehmender Wettbewerb: Maßnahmen der Konkurrenz erfordern schnelle Reaktionen. Sie erhöhen die Gefahr von Fehlentscheidungen.

Unsicherheit über die Daten: Da bei den Entscheidungen immer mehr Daten berücksichtigt werden müssen und im allgemeinen nur unsichere Informationen über sie zur Verfügung stehen, wird die Entscheidung immer schwieriger.

Die Unternehmensforschung leistet bei diesen komplexen Entscheidungsproblemen wertvolle Hilfe. Damit aber die Möglichkeiten dieser Instrumente richtig genutzt werden, muß die Unternehmensleitung Kenntnisse über Anwendungsmöglichkeiten dieser Methoden besitzen.

Erhöhte Anforderungen an das Management

Planungs- bzw. Operations-Research-Abteilungen haben im allgemeinen keine direkte Entscheidungsbefugnis. Die Ergebnisse und Informationen ihrer Analysen dienen der Unternehmensleitung in der Regel nur als Hilfe bei der endgültig zu treffenden Entscheidung.

Je komplizierter aber die Entscheidungssituationen sind, desto komplizierter sind auch die Methoden der Unternehmensforschung zu ihrer Analyse. Derartige Aufgaben müssen deshalb von hochqualifizierten Spezialisten ausgeführt werden. Zugleich wachsen aber auch die Anforderungen an die Unternehmensleitung, sich mit diesen Methoden zu beschäftigen. Da die Unternehmensleitung die Verantwortung für die endgültige Entscheidung trägt, muß sie beurteilen können, welche Sicherheit die angewandten Methoden besitzen und welche Prämissen ihnen zugrunde liegen. Ist das Management hierzu nicht in der Lage und steht es Planungs- und Entscheidungsvorschlägen unsicher gegenüber, so besteht die Gefahr, daß die Planungsabteilung faktisch die Entscheidungen trifft, ohne aber die Verantwortung dafür zu tragen. Im Extrem kann eine solche Situation dazu führen, daß sich unterhalb der Unternehmensleitung ein „brain-trust“ bildet, der, ohne selbst Entscheidungsträger zu sein, die gesamte Unternehmung verkörpert und alle wichtigen Entscheidungsvorgänge kontrolliert. Um diesem vorzubeugen, muß das Management zumindest über Grundkenntnisse der Unternehmensforschung verfügen¹⁾.

Lineare Optimierung

Es hat sich herausgestellt, daß eine koordinierte Planung mehrerer betrieblicher Bereiche in vielen Fällen ohne die Hilfsmittel der Unternehmensfor-

schung erhebliche Schwierigkeiten bereitet, ja, oft sogar unmöglich ist.

Eine Methode, die derartige Planungsprobleme behandelt, ist die lineare Optimierung. Die allgemeine Aufgabe der linearen Optimierung lautet: Die Entscheidungsgrößen eines Problems sollen so bestimmt werden, daß eine bestimmte Zielgröße (z. B. der Gewinn der Unternehmung) maximiert wird – und zwar unter Beachtung bestimmter Beschränkungen (sogenannter Nebenbedingungen). Ein Beispiel mag das verdeutlichen:

Eine Unternehmung stellt mehrere Produkte her. Die Produkte sind produktionstechnisch so verwandt, daß sie, wenn auch zu jeweils unterschiedlichen Kosten und Herstellzeiten, in mehreren Betrieben produziert werden können. Jeder Betrieb hat eine genau definierte Kapazität, die z. B. in der zur Verfügung stehenden Produktionszeit gemessen werden kann. Für jedes Produkt gilt bei dem bestehenden Preis eine feste Absatzgrenze. Mit Hilfe der linearen Optimierung soll nun das Produktionsprogramm der nächsten Periode so bestimmt werden, daß unter Berücksichtigung der maximalen Absatzmengen und der Kapazitätsbeschränkungen (das sind in diesem Falle die Nebenbedingungen) der Gewinn der Unternehmung maximiert wird.

Bei dieser Aufgabe wird das Produktionsprogramm unter Beachtung der produktionswirtschaftlichen Verflechtungen bestimmt, d. h. es wird für die Verkaufsabteilungen aller Produkte und für die Produktionsabteilungen aller Betriebe zugleich (simultan) geplant.

Derartige Probleme werden heute in der Praxis tatsächlich mit Hilfe der linearen Optimierung gelöst. So planen z. B. Unternehmen der Mineralölindustrie den Einsatz ihrer Raffinerien mit Hilfe dieser Methode.

Die Modelle der Praxis weisen dabei einen erheblichen Umfang auf. Häufig bestehen sie aus mehreren tausend Variablen und Nebenbedingungen.

Als Variable können z. B. Absatzmengen, Produktionsmengen, Investitionen, Preise, Werbeausgaben usw. eingesetzt werden. Typische Beschränkungen (Nebenbedingungen) von Problemen der linearen Optimierung sind etwa Mindestabsatzmengen, Höchstgrenzen für Rohstoffmengen und finanzielle Grenzen.

Anwendungsmöglichkeiten

Insgesamt läßt sich sagen, daß die lineare Optimierung bisher die am häufigsten angewendete

¹⁾ In Unternehmen, in denen bereits in hohem Maße derartige Verfahren angewendet werden (z. B. in Unternehmen der Mineralölindustrie), wird das Management bis in die höchste Unternehmensebene bereits regelmäßig mit Methoden der Unternehmensforschung vertraut gemacht.

Methode der Unternehmensforschung ist. Das erklärt sich daraus, daß ihre Problemstellung — das Maximieren oder Minimieren einer Zielgröße unter Beachtung gewisser Beschränkungen — dem typischen Entscheidungsproblem im Wirtschaftsleben entspricht. Denn rationales Wirtschaften ist nichts anderes als „optimales Verfügen über knappe Mittel“.

In fast jeder Unternehmung finden sich deshalb Probleme, die sich auf eine solche Konstellation zurückführen lassen, daß sie mit Hilfe der linearen Optimierung behandelt werden können.

Neben dieser Methode, die sich durch ihre allgemeinen Anwendungsmöglichkeiten auszeichnet, gibt es eine Vielzahl von Methoden, die sich jeweils mit spezielleren Problemen befassen und nicht in jeder Unternehmung in der gleichen Form angewendet werden können. Hier muß in der

Regel für jede individuelle Entscheidungssituation das spezielle Modell einschließlich des Lösungsansatzes entwickelt werden. Aus diesem Grunde setzt sich die wissenschaftliche Literatur der Unternehmensforschung zum großen Teil aus der Behandlung von Lösungsmöglichkeiten für spezielle Entscheidungsprobleme zusammen.

Einige Fragestellungen dieser Modelle sollen — entsprechend den betrieblichen Teilbereichen Beschaffung, Produktion, Absatz und Finanzierung geordnet — im folgenden angedeutet werden.

Beschaffungsmodelle

Im Beschaffungsbereich sind vor allem Modelle zur Bestimmung einer optimalen Einkaufs- und Lagerpolitik entwickelt worden. Eine einfache Fragestellung lautet z. B.:

Fachwörter

Prämisse: Voraussetzung; feste Annahme, die einem Modell zugrunde liegt.

Brain-trust: Beratungsausschuß hochqualifizierter Spezialisten, der die Geschäftsleitung in Fragen der Unternehmensführung berät (z. B. bei Investitionsvorhaben).

Kapazität: Leistungsvermögen von Betrieben, Maschinen und menschlicher Arbeitskraft je Zeiteinheit.

Nebenbedingungen: Beschränkungen (Maximalkapazität, Absatzgrenzen, zur Verfügung stehende Finanzmittel usw.), in deren Rahmen Zielgrößen maximiert werden.

Regressionsanalyse: Verfahren der Statistik zur Ermittlung der Abhängigkeit gegebener Zahlenreihen, d. h. der Auswirkungen von Veränderungen der ersten auf die Entwicklung der zweiten Reihe.

Faktorenanalyse: Verfahren der Psychologie, mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden Intelligenzfaktoren (-fähigkeiten) zu ermitteln bzw. voneinander unabhängige I-Faktoren zu eliminieren (Anwendung: Markt- und Werbeforschung).

Stichprobenverfahren: Statistisches Verfahren zur Erfassung einer Gesamtmasse durch Untersuchung repräsentativer Teilbereiche. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie ist es möglich, den Umfang der Auswahlgruppe bzw. Auswahlmenge und das Fehlerrisiko einzugrenzen (Anwendung: Marktforschung, Werbung, Industrie usw.).

Simultanplanung: Gleichzeitige Planung ver-

schiedener Bereiche unter Beachtung ihrer gegenseitigen Verflechtungen.

Simulationsmodelle: Modelle, in denen angenommene, alternative Situationen (z. B. Marktsituationen) durchgespielt werden.

Liquidität: 1) Möglichkeit, Teile des Betriebsvermögens in Zahlungsmittel um- bzw. zurückzuverwandeln. 2) Zahlungsbereitschaft des Unternehmens zu einem bestimmten Zeitpunkt, d. h. Fähigkeit zur Erfüllung von Zahlungsverpflichtungen.

Variable Kosten: Produktionsabhängige Kosten, d. h. der Teil der Gesamtkosten, der sich im Unterschied zu den fixen Kosten mit Umfang, Art, Fertigungsintensität und -ablauf der Produktion verändert (z. B. Materialkosten).

Akquisitorisches Potential: Anziehungskraft, die ein Unternehmen auf seine Kunden ausübt (z. B. durch Qualität der Ware, Kundendienst, Zahlungs- und Lieferbedingungen).

Parameter: Hier als Maß zur Kennzeichnung einer Normalverteilung verwendet (in der Mathematik: als konstante oder veränderliche Hilfsgröße bei mathematischen Funktionen; in der Wirtschaftstheorie: beeinflussbare und nicht beeinflussbare Größe des Wirtschaftsplanes, → Aktionsparameter, Erwartungsparameter).

Standardabweichung: Ein in der Statistik gebräuchliches Maß zur Charakterisierung der Abweichung der einzelnen Glieder einer statistischen Reihe vom arithmetischen Mittel.

Eine Unternehmung hat pro Tag einen festen Bedarf an einem bestimmten Rohstoff. Sie steht nun vor dem Problem, wie häufig und in welchen Mengen dieser Rohstoff pro Jahr bestellt werden soll. Mit jedem Bestellvorgang sind bestimmte Bestellkosten (B) verbunden, zugleich verursacht die Lagerung einer Einheit des Rohstoffs für ein Jahr Lagerkosten in der Höhe von (C) Geldeinheiten. Bestellt das Unternehmen häufig, so entstehen pro Betrachtungszeitraum hohe Bestellkosten, aber niedrige Lagerkosten; bestellt es selten, so fallen entsprechend niedrigere Bestellkosten und höhere Lagerkosten an.

Das Ziel besteht nun darin, die Bestellmenge (d. h. die Größe der Bestellung, mit der für eine bestimmte Periode bei bestimmtem Bedarf auch gleichzeitig die Zahl der Bestellungen pro Periode festgelegt ist) so zu bestimmen, daß die Summe dieser beiden Kostenarten (B und C) so klein wie möglich wird.

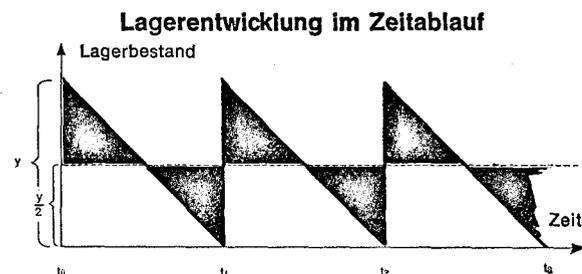
Bezeichnet man die Bestellmenge mit y , die während des Jahres nachgefragte Rohstoffmenge mit R (Gesamtbedarf) und den Lagerkostensatz pro Mengeneinheit und Jahr mit L , so lassen sich die Gesamtkosten der Periode (K) in Abhängigkeit von der Bestellmenge y in folgender Formel ausdrücken:

$$(1) K(y) = \frac{R}{y} \cdot B + \frac{y}{2} \cdot L$$

Bestellkosten Lagerkosten

Der Ausdruck $\frac{R}{y}$ (also Gesamtbedarf pro Periode dividiert durch die Menge einer Bestellung) gibt die Zahl der Bestellungen pro Jahr an, und damit beinhaltet der Ausdruck $\frac{R}{y} \cdot B$ die jährlichen Bestellkosten. Der zweite Ausdruck beschreibt die Lagerkosten.

Abbildung 1



In Abbildung 1 ist die Lagerentwicklung bei den Bestellungen zu den Zeitpunkten t_0, t_1 und t_2 schematisch wiedergegeben. Daraus ist zu ersehen, daß durchschnittlich die Menge $\frac{y}{2}$ ständig am Lager gebunden ist, so daß während des

Jahres Lagerkosten der Höhe $\frac{y}{2} \cdot L$ entstehen.

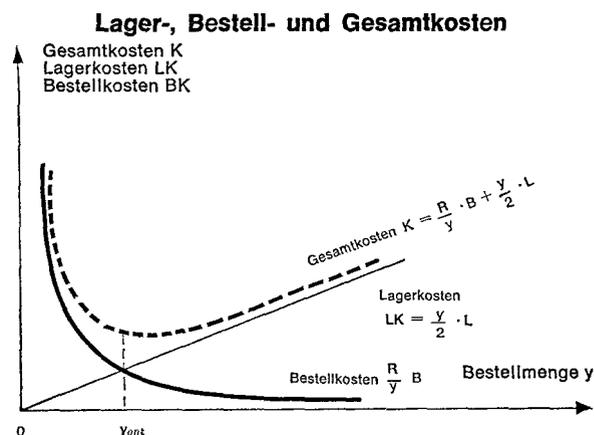
Als Lösung für die optimale Bestellmenge, bei der also die Summe aus Bestell- und Lagerkosten am kleinsten ist, ergibt sich²⁾:

$$(2) y_{opt} = \sqrt{\frac{2B \cdot R}{L}}$$

Selbst bei diesem sehr einfachen Problem zeigt sich, daß die Beziehung zwischen den beiden Kostengrößen relativ kompliziert ist und intuitiv wohl kaum erfaßt werden kann. Allein eine mathematische Lösung führt hier zum Optimum.

In Abbildung 2 ist das Problem noch einmal grafisch dargestellt.

Abbildung 2



In Abhängigkeit von der Bestellmenge sind die beiden Kostenarten eingetragen. Die Bestellkosten haben einen hyperbolischen Verlauf, d. h. mit wachsender Bestellmenge (also weniger Bestellvorgängen pro Jahr) nehmen die Bestellkosten ab.

Dagegen steigen die Lagerkosten mit wachsender Bestellmenge an. Die beiden Kostenkurven werden nun zu der Gesamtkostenkurve addiert. Das Minimum dieser Kurve bildet die gesuchte optimale Bestellmenge. In der Abbildung zeigt sich aber auch, daß in einem gewissen Bereich um diese optimale Bestellmenge herum keine großen Kostenunterschiede bestehen, so daß eine befriedigende Lösung bereits dann gefunden ist, wenn sie innerhalb dieses Bereiches liegt.

Eine solche Lösung wird in der Praxis daher auch häufig ohne Anwendung der Unternehmensforschung aufgrund des oben zitierten Lernvorgangs erreicht. Durch die große Zahl und die Vielfalt der

²⁾ Man erhält den Ausdruck, indem die Kostenfunktion (1) nach y differenziert, gleich 0 gesetzt und anschließend nach y aufgelöst wird.

von anderen Unternehmungen bezogenen Vorprodukte wird es aber immer schwieriger, sich an die jeweilige optimale Lösung heranzutasten. Hier können nur derartige, von Datenverarbeitungsanlagen anwendbare Entscheidungsregeln zum Erfolg führen.

In komplizierteren Beschaffungsmodellen kann berücksichtigt werden, daß

- Lieferzeiten bestehen,
- bei größeren Bestellungen Mengenrabatte eingeräumt werden,
- die Bestellkosten bei Sammelbestellungen mehrerer Produkte niedriger sind als die Summe der Bestellkosten bei isolierter Bestellung usw.

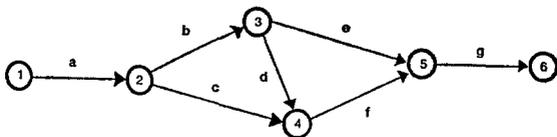
Ablaufmodelle

Von den Methoden, die Probleme der Ablaufplanung im Produktionsbereich behandeln, ist die sogenannte Netzplantechnik am bekanntesten.

Die Netzplantechnik dient zur Terminüberwachung großer Objekte und wird bereits – obwohl sie erst im Jahre 1957 von den Firmen du Pont und Remington Rand entwickelt wurde – in vielen Bereichen angewendet. Die Methode eignet sich insbesondere zur Planung und Überwachung von Projekten, die aus einer Vielzahl zeitlich und sachlich miteinander verknüpfter Arbeitsgänge bestehen. Als typische Anwendungsgebiete haben sich deshalb erwiesen: Schiffbau, Flugzeugbau, Bau von Verkehrseinrichtungen (U-Bahn-Bau) und Einführung von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen.

Ein einfaches Beispiel eines Netzplans, der den Bau eines Hauses beschreibt, zeigt die folgende Skizze:

Abbildung 3
Einfacher Netzplan



- ① = Beginn des Hausbaus
 - ② = Erdarbeiten und Kellergeschoß fertiggestellt
 - ③ = Rohbau fertiggestellt
 - ④ = Installationsarbeiten beendet
 - ⑤ = Tischler- und Elektroarbeiten beendet
 - ⑥ = Einzugstermin
- a = Erdarbeiten und Kellergeschoß errichten
b = Obergeschosse errichten

- c = Installationsarbeiten im Kellergeschoß
- d = Installationsarbeiten im Obergeschoß
- e = Tischlerarbeiten
- f = Elektroinstallationsarbeiten
- g = Malerarbeiten

Die umrandeten Ziffern kennzeichnen sogenannte Ereignisse, die zu gewissen Zeitpunkten des Projektablaufs eintreten. Wichtig sind insbesondere ① und ④, der Anfangspunkt bzw. Endpunkt des Projekts. Die mit Buchstaben bezeichneten Pfeile charakterisieren die zwischen den Ereignissen liegenden Tätigkeiten, die zur Ausführung des Projektes erforderlich sind. Ein Ereignis tritt dann ein, wenn alle Tätigkeiten beendet sind, deren Pfeile auf dieses Ereignis zeigen. Für Ereignis ① ist das die Tätigkeit a, für Ereignis ④ sind es die Tätigkeiten c und d.

Außerdem kann mit einer Tätigkeit erst angefangen werden, wenn bestimmte andere Tätigkeiten bereits abgeschlossen sind. Mit der Tätigkeit f kann mithin erst begonnen werden, wenn das Ereignis ④ eingetreten ist, d. h. wenn die Tätigkeiten d und c (und damit auch a und b) beendet sind. Der Netzplan ermöglicht bereits in dieser Form eine Strukturanalyse, da die Verknüpfungen der einzelnen Tätigkeiten sichtbar gemacht werden.

Zu dieser Strukturanalyse tritt als nächste Stufe die Zeitplanung, bei der den einzelnen Tätigkeiten eine bestimmte geschätzte Dauer zugeordnet wird. Durch einfache Rechenoperationen kann daraufhin ermittelt werden:

- wie lange der Projektablauf mindestens dauert,
- wann die einzelnen Tätigkeiten frühestens begonnen werden können,
- wann die einzelnen Tätigkeiten spätestens begonnen werden müssen, damit noch der frühest mögliche Endtermin eingehalten werden kann, u. a.

in Erweiterungen der Netzplantechnik treten zu der reinen Terminplanung noch Kosten- und Kapazitätsüberlegungen hinzu.

Neben dieser Methode sind in der Unternehmensforschung u. a. Ansätze zur Lösung folgender Ablaufprobleme entwickelt worden:

- Eignungsgerechte Zuteilung von Arbeitskräften auf bestimmte Tätigkeiten,
- Festlegung der Reihenfolge, in der Aufträge auf Produktionsanlagen gefertigt werden sollen,
- kostenminimale Bestimmung von Auftragsgrößen,
- zeitliche Verteilung der Produktion bei saisonaler Absatzentwicklung.

Während die bisher behandelten Gebiete in der Unternehmensforschung bereits klassische An-

wendungsgebiete sind, werden in jüngster Zeit auch Probleme des Absatzbereiches in zunehmendem Maße mit Hilfe dieser Verfahren gelöst.

Planungsmodelle im Absatzbereich

Da die Wirksamkeit eines Entscheidungsmodells in starkem Maße davon abhängt, wie genau die eingehenden Daten ermittelt worden sind, bemüht man sich vor allem, geeignete Schätz- und Prognoseverfahren zu entwickeln. Bei Investitionsentscheidungen müssen z. B. langfristige Absatzprognosen erstellt werden, bei Lagermodellen muß der Bedarf hinreichend genau geschätzt werden. Hier bieten die bereits innerhalb der Statistik und Ökonometrie gebräuchlichen Verfahren, wie z. B. die Regressionsanalyse, Faktorenanalyse und Stichprobentheorie, wertvolle Ansatzpunkte. Viele Modelle der Marktforschung bauen heute bereits auf der Verbindung zwischen der Unternehmensforschung und diesen Gebieten auf.

Auch in der Werbung werden z. B. bei der Ermittlung optimaler Werbestreupläne Verfahren der Unternehmensforschung angewendet. Ein derartiges Problem kann etwa lauten:

Ein bestimmtes Werbebudget soll so auf die Medien Fernsehen, Rundfunk, Zeitungen und Zeitschriften aufgeteilt werden, daß die Werbewirkung des Budgets maximiert wird. Als Maß der Werbewirkung soll die Zahl der erreichten potentiellen Käufer angesehen werden.

Zu dieser Maximierungsaufgabe können nun noch Nebenbedingungen, wie z. B. die Mindestzahlen der Belegung bestimmter Werbemedien, hinzutreten. Das Problem kann dann mit Hilfe der linearen Optimierung behandelt werden. Außerdem werden große Werbekampagnen mit Hilfe der oben skizzierten Netzplantechnik zeitlich geplant.

Finanzierungs- und Investitionsmodelle

Für die Behandlung von Finanzierungsproblemen sind vor allem Modelle entwickelt worden, die eine simultane Planung der Bereitstellung von Finanzierungsmitteln und ihre Verwendung ermöglichen. Dadurch wird sowohl eine optimale Auswahl von Finanzierungsarten als auch das optimale Investitionsprogramm bestimmt. Als geeignete Lösungsmethode derartiger Simultanmodelle ist hier wiederum die lineare Optimierung zu nennen.

Um zu ermitteln, wie die Liquiditätssituation einer Unternehmung gestaltet ist, können mit Hilfe sogenannter Simulationsmodelle unterschiedliche Annahmen über Zahlungsströme der

Unternehmung in ihrer Wirkung auf die Liquiditätssituation untersucht werden.

Die Einbeziehung des Unsicherheitsaspekts

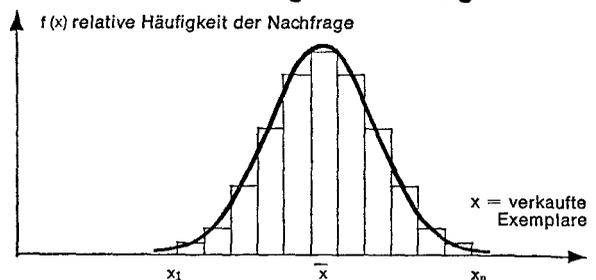
Bisher wurden Problemstellungen betrachtet, die lediglich aufgrund ihrer komplexen Beziehungen zwischen den Variablen oder Daten eine Behandlung mit Methoden der Unternehmensforschung erlauben. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich aber dann, wenn Daten, die die Entscheidungssituation bestimmen, mit Unsicherheiten behaftet sind. Modelle für derartige Probleme bilden die wichtigste neuere Entwicklungsrichtung der Unternehmensforschung.

Je nach dem Grad der zur Verfügung stehenden Informationen und der Häufigkeit, mit der gleichartige Entscheidungen getroffen werden, ergeben sich unterschiedliche Modellansätze.

Erwartungswerte als Entscheidungskriterien

Es kann vorkommen, daß zwar der genaue Wert einer Größe, die die Entscheidung beeinflußt, unbekannt ist, daß aber ein wahrscheinlicher Bereich angegeben werden kann. So kann z. B. der Verleger einer Zeitschrift nicht genau vorhersagen, wie viele Exemplare einer bestimmten Ausgabe verkauft werden. Er kann aber aufgrund von Aufzeichnungen über die Zahl der Exemplare, die in der Vergangenheit nachgefragt wurden, Angaben über den wahrscheinlichen Bereich der Nachfrage machen. Eventuell kann er sogar eine Verteilung angeben, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist.

Abbildung 4
Einfache Häufigkeitsverteilung



Die Verteilung gibt an, daß geringere Mengen als x_1 und größere als x_n nie verkauft wurden. Der Mittelwert der Nachfrage beträgt \bar{x} . Die einzelnen Stäbchen geben die relative Häufigkeit $f(x)$ der Nachfragemengen an.

Wenn nun die aus der Vergangenheit ermittelte Verteilung auch für die Zukunft Gültigkeit besitzt und Nachfrageschwankungen allein auf nicht vorhersehbare Zufallseinflüsse zurückgehen, so kann für den Verlag die Auflagenhöhe ermittelt werden, die auf die Dauer den höchsten Gewinn erbringt:

Jedes verkaufte Exemplar erbringt einen Erlös in Höhe von p DM, die variablen Kosten pro Stück betragen k DM. Jedes nachgefragte Exemplar, das von dem Verlag wegen einer zu geringen Auflage nicht geliefert werden kann, bewertet der Verlag mit einer Einbuße an akquisitorischem Potential (s. Fachwörter) in Höhe von b DM. Wenn der Verlag jeweils die Menge x_n auflegt, so könnte er zwar jede Nachfrage erfüllen – allerdings bliebe ein Teil der Auflage häufig unverkauft. Wenn der Verlag jeweils die kleinere Menge x_1 auflegt, entstehen zwar nie überflüssige Produktionskosten – doch verzichtet der Verlag auf mögliche zusätzliche Erlöse und verliert an akquisitorischem Potential. Zwischen diesen beiden Extremen ist die optimale Auflagenhöhe (q_{opt}) zu ermitteln.

Mögliche Gewinnsituationen

Der Gewinn pro Auflage hängt davon ab, welche Auflagenhöhe gewählt wird und welche Menge nachgefragt wird. Je nachdem, ob die nachgefragte Menge größer oder kleiner als die Auflage (q) ist, ergibt sich folgender Gewinn (in Abhängigkeit von Auflagenhöhe und Nachfrage):

Fall 1: Die Nachfrage x ist größer als die Auflage q

$$\underbrace{G(q, x)}_{\text{Gewinn}} = \underbrace{q \cdot p}_{\text{Erlös}} - \underbrace{q \cdot k}_{\text{variable Kosten}} - \underbrace{(x-q) \cdot b}_{\text{Verlust an akquisitorischem Potential}} = (p-k) \cdot q - (x-q) \cdot b$$

Da die gesamte Auflage verkauft wird, entsteht ein Erlös in Höhe von $q \cdot p$ DM. Gleichzeitig fallen variable Produktionskosten von $q \cdot k$ DM an. Die Zahl der nachgefragten Exemplare, die nicht geliefert werden können, beträgt $(x-q)$ und damit der Verlust an akquisitorischem Potential $(x-q) \cdot b$ DM.

Fall 2: Die Nachfrage ist kleiner als die Auflage q

$$\underbrace{G(q, x)}_{\text{Gewinn}} = \underbrace{x \cdot p}_{\text{Erlös}} - \underbrace{q \cdot k}_{\text{variable Kosten}}$$

In dieser Situation werden lediglich x Exemplare verkauft, so daß ein Erlös in Höhe von $x \cdot p$ DM entsteht. Produktionskosten fallen aber für die gesamte Auflage an – also $q \cdot k$ DM. Da die gesamte Nachfrage befriedigt werden kann, entsteht kein Verlust an akquisitorischem Potential.

Die Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten

Wenn nun zu einer Durchschnittsbetrachtung übergegangen wird, kann der durchschnittliche Gewinn nur noch in Abhängigkeit von der Entscheidungsvariablen q geschrieben werden. Die jeweiligen Nachfragesituationen gehen dann, gewichtet mit ihren Wahrscheinlichkeiten $f(x)$, in den durchschnittlichen Gewinn ein.

Damit ergibt sich aus den beiden vorhergehenden Formeln für den durchschnittlichen Gewinn \bar{G} , den sogenannten Gewinnerwartungswert, folgender Ausdruck:

$$\bar{G}(q) = \underbrace{\sum_{x=x_1}^{q-1} (x \cdot p - q \cdot k) \cdot f(x)}_{\text{Fall 2}} + \underbrace{\sum_{x=q}^{x_n} [(p-k) \cdot q - (x-q) \cdot b] \cdot f(x)}_{\text{Fall 1}}$$

Aus diesem Ausdruck, der nur noch von der Entscheidungsvariablen q abhängt, kann nun die optimale Auflagenhöhe q_{opt} bestimmt werden.

In einem konkreten Beispiel sollen folgende Daten angenommen werden: $p = 1$ DM; $k = 0,70$ DM; $b = 0,10$ DM; $x_1 = 5000$; $x_n = 10000$; $\bar{x} = 7500$. Die Häufigkeitsverteilung läßt sich durch eine Normalverteilung mit den Parametern $\bar{x} = 7500$ und der Standardabweichung $s = 1000$ hinreichend genau annähern (vgl. die gestrichelte Linie in Abb. 4). Als Ergebnis ergibt sich eine optimale Auflagenhöhe von rund 7100 Exemplaren³⁾. Der Verlag nimmt damit wegen der relativ hohen Produktionskosten in rund 65% der Ausgaben Fehlmengen in Kauf. Es bleiben nur in 35% der Fälle nicht verkaufte Exemplare zurück. Würden dagegen die variablen Produktionskosten je Mengeneinheit lediglich 0,20 DM betragen, so ergäbe sich eine optimale Auflagenhöhe von 8400 Exemplaren, und es würden nur in rund 19% der Ausgaben Nachfragen nicht befriedigt werden.

Modelle dieser Art, in denen Entscheidungen allein an Erwartungsgrößen ausgerichtet werden, sind nur dann sinnvoll anzuwenden, wenn die Entscheidungen häufig getroffen werden. Denn nur dann wird der Erwartungswert des Gewinns auch realisiert.

Warteschlangentheorie

Derartige Entscheidungssituationen können z. B. auch bei Bestellmodellen vorliegen. So kann das oben skizzierte Bestellmodell dahingehend erweitert werden, daß die Nachfrage pro Tag während der Lieferzeit nicht konstant, sondern zufallsverteilt ist. Nunmehr können auch in diesem Modell Fehlmengen auftreten, da die Nachfrage während der Lieferzeit größer sein kann als die noch vorhandenen Lagermengen. Auch in diesem Fall kön-

³⁾ Der Rechengang sei kurz angedeutet: Durch die Einsetzung der Normalverteilung in die letzte Formel ergibt sich eine stetige Gewinngleichung. Diese wird nach q differenziert und die Ableitung gleich Null gesetzt. Daraus errechnet sich der Ausdruck

$F(q) = \frac{p+b-k}{p+b}$; $F(q)$ ist die Verteilungsfunktion der Nachfrage und mit Hilfe der Beziehung $q = \frac{s \cdot t}{\bar{x}}$ sowie einer tabellierten standardisierten Normalverteilung läßt sich die optimale Auflage q_{opt} ermitteln.

nen Entscheidungsregeln zur Maximierung des Gewinnerwartungswertes ermittelt werden.

Die Voraussetzung der häufigen Wiederholung muß auch in den Fällen gegeben sein, die mit Hilfe der sogenannten Warteschlangentheorie behandelt werden. Die pro Tag z. B. in einem Versandhaus eingehenden Bestellungen können zufallsverteilt sein — ebenso die Zeit, die zur Ausführung einer Bestellung benötigt wird. Wenn an einem Tag besonders viele Bestellungen eingehen, so können diese nicht am gleichen Tag ausgeführt werden, sondern frühestens am nächsten Tag. Mit Hilfe der Warteschlangentheorie kann nun in einem konkreten Fall berechnet werden, wie groß die durchschnittliche Länge der Warteschlange ist, d. h. wie viele Bestellungen im Durchschnitt nicht am gleichen Tag ausgeführt werden können oder wie lange im Durchschnitt eine Bestellung auf ihre Ausführung wartet. Mit Hilfe dieser Methode kann dann z. B. ermittelt werden, welche Auswirkungen eine Vergrößerung der Versandabteilung auf diese Größen hat.

Kompliziertere Entscheidungssituationen

Eine grundsätzlich andere Entscheidungssituation liegt vor, wenn die Entscheidung — obwohl die Verteilung wiederum bekannt ist oder zumindest gewisse subjektive Vorstellungen über ihren Verlauf bestehen — nur ein einziges Mal gefällt werden soll. Hier reicht der Gewinnerwartungswert nicht mehr als alleiniges Entscheidungskriterium aus, da er bei der einmaligen Entscheidung nicht realisiert zu werden braucht. In diesem Fall dienen Methoden der Unternehmensforschung vor allem dazu, Chancen und Risiken der Entscheidung sichtbar zu machen. Diese beiden Faktoren muß der Entscheidende dann gegeneinander abwägen und dann gemäß seiner Risikoneigung die Entscheidung treffen.

Als Beispiel kann die Entscheidung über eine Erweiterungsinvestition gewählt werden, deren Vorteilhaftigkeit erheblich von der Absatzentwicklung

beeinflusst wird. In einer solchen Situation kennt der Investor zwar nicht die genaue Verteilung des Absatzes — im allgemeinen hat er aber doch bestimmte Vorstellungen über die Wahrscheinlichkeiten des Eintretens einzelner Absatzsituationen.

Der Investor kann nun mit Hilfe von Modellen der Unternehmensforschung gewisse Betrachtungen über den Grad der Flexibilität seiner Entscheidung anstellen — z. B. welcher Gewinnentgang entsteht, wenn eine andere als die angenommene Absatzsituation eintritt. Derartige Informationen können ihm die endgültig zu treffende Entscheidung erheblich erleichtern.

Abschließend kann festgehalten werden, daß für immer mehr Probleme geeignete Methoden der Unternehmensforschung entwickelt werden. Dabei ist insbesondere hervorzuheben, daß diese Methoden nicht nur von Großunternehmen angewendet werden können. Vielmehr ermöglicht die weite Verbreitung elektronischer Rechenanlagen in mittleren Unternehmungen auch diesen, Ergebnisse der Unternehmensforschung als neues Instrument der Unternehmensführung wirksam einzusetzen.

EMPFEHLENSWERTE LITERATUR:

- H. Brandenberger:
Netzplantechnik, Zürich 1967
- C. W. Churchman, R. Ackhoff, E. L. Arnoff:
Operations Research, Deutsche Übersetzung, Wien und München 1961
- G. B. Dantzig:
Lineare Programmierung und Erweiterungen, Berlin und Heidelberg 1966
- W. Kern:
Operations Research, Sammlung Poeschel, Bd. P. 30, 1964
- N. Sasieni, A. Yaspan, L. Friedman:
Methoden und Probleme der Unternehmensforschung, Würzburg 1962
- A. Vasonyi:
Die Planungsrechnung in Wirtschaft und Industrie, Wien und München 1962

HERAUSGEBER: Hamburgisches Welt - Wirtschafts - Archiv,
Direktor: Prof. Dr. Heinz-Dietrich Ortlieb

REDAKTION:

Chefredakteur: Dr. Dietrich Kepschull

Stellvertreter: Dipl.-Volksw. Wolfgang Reisener

Redakteur: Dipl.-Volksw. Hubert Höpfling. Redaktionsassistenten:
Dipl.-Volksw. Otto Gustav Mayer, Dipl.-Volksw. Carsten Moser,
Dipl.-Kfm. Hans-Gunter Schoop

Redaktionelle Herstellungsstelle: Helga Lange, Regina Kepschull

Anschrift der Redaktion: 2 Hamburg 20, Eppendorfer Landstraße 106, Tel.: (0411) 47 11 74 05/06

HERSTELLUNG UND VERTRIEB:

Verlag Weltarchiv GmbH, Hamburg

Anzeigen: Generalvertretung Dr. Hans Klemen

Anzeigenpreislste: Nr. 11 vom 1. 1. 1968

Bezugspreise: Einzelheft: DM 4,20; Jahresabonnement: DM 48,—
(Studenten: DM 24,—)

Erscheinungsweise: monatlich

Druck: Otto Schwitzke, Hamburg

Anschrift des Verlages: 2 Hamburg 20, Eppendorfer Landstraße 106, Tel.: (0411) 46 10 19 und 46 10 10

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, die Zeitschrift oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) oder auf andere Art zu vervielfältigen. Copyright by Verlag Weltarchiv GmbH.