



AgEcon SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Betriebsplanung bei unvollkommener Information

Prof. Dr. G. Weinschenck, Stuttgart-Hohenheim

Die quantitative Forschung im Bereich der Betriebslehre hat ihren Charakter im letzten Jahrzehnt grundlegend geändert. Die konventionellen Methoden der einfachen Differenzrechnung und des Betriebsvergleichs mit Hilfe von Kennzahlen sind in zunehmendem Maße durch verfeinerte Methoden ergänzt worden, die unter dem Stichwort Programmierungsverfahren zusammengefaßt werden. Für einen Teil dieser Verfahren stellt sich gegenwärtig die Frage nach ihrer praktischen Anwendbarkeit zur quantitativen Durchleuchtung einzelbetrieblicher und gesamtwirtschaftlicher Entscheidungen. Diese Frage ist gleichbedeutend mit der Frage nach dem Aussagewert der errechneten Ergebnisse.

Der Aussagewert des Ergebnisses jeder Art von Betriebskalkulation hängt bekanntlich von der Art und Qualität der Grunddaten sowie von den Hypothesen ab, von denen die jeweils verwandten Kalkulationsmodelle ausgehen. Das gilt für die neueren mathematischen Methoden in gleicher Weise wie für die einfacheren konventionellen Kalkulationsverfahren.

Die Grundannahmen der verbreitetsten mathematischen Modelle

Bei Anwendung der Programmierungsrechnung wird gegenwärtig in den meisten Fällen mit dem Standard-Simplexverfahren mit eindeutig vorgegebenen input-output Koeffizienten, fixen Produktionskapazitäten und dem Ziel gearbeitet, den Gewinn zu maximieren bzw. die Kosten für ein bestimmtes Produktionsvolumen zu minimieren.

Die in den Daten und der Zielfunktion zum Ausdruck kommenden Annahmen entsprechen den bekannten Hypothesen der im Rahmen der Grenzwerttheorie benutzten Erklärungsmodelle. Diese Annahmen lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Es liegt vollkommene Information vor. Alle Daten, die Einfluß auf das Optimum haben, sind bekannt und eindeutig.
2. Es liegen „statische“ Verhältnisse vor. Die Länge der Betrachtungsperiode und der Zeitablauf haben auf das Ergebnis keinen Einfluß. Das bedeutet entweder
 - a. alle zur Realisierung des Optimums notwendigen Maßnahmen können im gleichen Zeitpunkt durchgeführt werden,
 - o d e r
 - b. die Rentabilität von Maßnahmen, die zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt werden, kann durch Diskontierung von Einnahmen und Ausgaben auf einen bestimmten Zeitpunkt vergleichbar gemacht werden. Die Reihenfolge der Durchführung der einzelnen Maßnahmen hat keinen Einfluß auf das Optimum.

3. Die Zielsetzung ist eindeutig und durch das Erwerbsprinzip gegeben.

Die unter 1 bis 3 genannten Annahmen sind zwar an die allgemeine Erfahrung angelehnt, sie haben jedoch zu den tatsächlichen Verhältnissen des Einzelfalls keine unmittelbare Beziehung. Im Rahmen von Erklärungsmodellen ist der fehlende Bezug zur Wirklichkeit des Einzelfalls von geringerer Bedeutung. Hier sollen die jeweils zugrunde gelegten Hypothesen bekanntlich lediglich den Bereich eingrenzen, in dem der Betriebsablauf analysiert und erklärt werden kann. Werden in Erklärungsmodellen als Daten numerische Werte benutzt, so haben diese gleichfalls den Charakter von Hypothesen. Das Modell erklärt in diesem Fall den Betriebsablauf bzw. es beschreibt das Optimum unter der Voraussetzung, daß alle genannten Hypothesen einschließlich der numerischen Werte gelten.

Mit der Anwendung der gleichen Betrachtungsweise auf den konkreten Einzelfall wandelt sich der Charakter der Kalkulationsdaten. Diese haben nicht mehr die Eigenschaft von Hypothesen, vielmehr sollen sie den im Einzelfall vorliegenden technischen Produktionsprozeß beschreiben und die tatsächlich erzielten oder künftig erwarteten Preise wiedergeben. Aus dem Erklärungsmodell wird entweder ein Beschreibungsmodell oder ein auf die Zukunft gerichtetes Entscheidungsmodell¹⁾.

Die Wandlung des Modellcharakters hat zur Folge, daß die oben genannten Hypothesen den Charakter von ungeprüften Voraussetzungen verlieren. Ihre Geltung muß vielmehr in jedem Einzelfall geprüft werden und gegebenenfalls müssen die Annahmen der Realität jedes Einzelfalles angepaßt werden.

Schon ein oberflächlicher Vergleich der genannten Hypothesen mit den Bedingungen, unter denen betriebswirtschaftliche Entscheidung im allgemeinen erfolgt, ergibt, daß die Hypothesen der Wirklichkeit in einer Vielzahl von Einzelfällen nicht entsprechen, und zwar im wesentlichen aus folgenden Gründen:

1. Betriebswirtschaftliche Entscheidung ist immer auf die Zukunft gerichtete Entscheidung. Die Zukunft ist jedoch nur selten und dann nur bei sehr kurzfristiger Betrachtung annähernd transparent. Dementsprechend ist betriebswirtschaftliche Entscheidung in den meisten Fällen Entscheidung bei unvollkommener Information²⁾.

¹⁾ Angermann, A.: Entscheidungsmodelle. Frankfurt 1963. S. 13 f. — Meinhold, K.: Zur Anwendung von Modellen für die Ermittlung von Entscheidungshilfen. In: Probleme der Beratung, Stgt. 1964.

²⁾ Wittmann, W.: Unternehmung und unvollkommene Information. Köln. 1959. — Albach, H.: Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, und die dort auf S. 2 angeführte Literatur, Köln 1959.

2. In vielen Fällen ist das zu einem bestimmten Zeitpunkt verfügbare Kapital zu denjenigen Faktoren zu zählen, die die Ausdehnung des Produktionsvolumens begrenzen. In diesem Fall gibt es außer dem langfristigen Optimum einen optimalen Wachstumspfad des Betriebes³⁾. Die „optimale Entscheidung“ in einem Zeitpunkt t hängt dann nicht nur von den Erwartungswerten für die Zeitpunkte $t+1, t+2 \dots t+n$ ab, sondern auch von den Entscheidungen, die in den Zeitpunkten $t-1, t-2 \dots t-n$ getroffen worden sind. Die Optima verschiedener Produktionsperioden sind wechselseitig voneinander abhängig. Die betriebswirtschaftliche Theorie, insbesondere die Investitionstheorie muß daher dynamisch formuliert werden.
3. Wenn die unter 1 und 2 genannten Einwände gelten, läßt sich die Zielfunktion nicht mehr eindeutig formulieren⁴⁾. Beispielsweise hängt der optimale Wachstumspfad unter anderem von den Entscheidungen über die Kapitalverwendung im außerbetrieblichen Bereich (Konsumbereich) ab. Darüber hinaus kann die Entscheidung durch „außerökonomische“ Faktoren (religiöse Tabus, naturale Einkommensansprüche, etwa die Haltung eines Reitpferdes im bäuerlichen Betrieb) beeinflußt werden. Schließlich hat der Zustand unvollkommener Information unmittelbaren Einfluß auf die unternehmerische Zielfunktion.

Es ist offensichtlich, daß die hier genannten Einwände sich wechselseitig bedingen. Eine allgemeine betriebswirtschaftliche Theorie oder genauer, eine allgemeine Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung müßte sie daher simultan berücksichtigen. Die Formulierung einer derartigen Theorie ist gegenwärtig jedoch lediglich in Ansätzen erkennbar⁵⁾, und es erscheint fraglich, ob sie als geschlossene Theorie überhaupt formulierbar ist.

Hier sollen zunächst lediglich Probleme erörtert werden, die sich aus der Unvollkommenheit der vorliegenden Information ergeben.

Planung bei unvollkommener Information

Aus der Unvollkommenheit der vorliegenden Information für die betriebliche Planung ergeben sich vor allem zwei Probleme:

1. Das Problem der Beschaffung zusätzlicher Informationen und damit im engen Zusammenhang

stehend die Frage nach dem „wirtschaftlich optimalen“ Informationsaufwand. Diese Fragen können hier im einzelnen nicht erörtert werden⁶⁾. Folgende Feststellung mag genügen: Der Zustand vollkommener Information wird nur selten erreichbar sein, in den meisten Fällen ist es nicht einmal wirtschaftlich, ihn überhaupt anzustreben. Um überhaupt Entscheidungen treffen zu können, ist es jedoch erforderlich, mindestens soviel Informationen zu sammeln,

- a. daß von den denkmöglichen Ereignissen eine begrenzte Zahl von tatsächlich in Betracht kommenden Fällen ausgewählt werden kann,
 - b. daß eine Rangfolge der Wahrscheinlichkeit für diejenigen Ereignisse aufgestellt werden kann, deren Eintreffen die Wahl zwischen bestehenden Alternativen beeinflußt.
2. Die Bestimmung des rationalen Verhaltens bei unvollkommener Information. Die Möglichkeiten und Grenzen der Festlegung rationaler Verhaltensweisen bei unvollkommener Information sollen hier erörtert werden. Dazu ist es zunächst zweckmäßig, die verschiedenen Formen von Unsicherheit zu beschreiben, die sich aus dem Zustand unvollkommener Information ergeben.

Formen der Unsicherheit

Die Formen der Unsicherheit, unter denen landwirtschaftliche Produktion stattfindet, lassen sich nach dem Sachverhalt, auf dem die Unsicherheit beruht und nach dem Grad der Unsicherheit ordnen (Schaubilder 1 und 2). Die Gliederung nach dem Sachverhalt folgt im wesentlichen der schon von Rintelen vorgeschlagenen Unterscheidung von Markt- und Erzeugungsrisiko⁷⁾.

Die in Schaubild 2 wiedergegebene Gliederung nach dem Grad der vorliegenden Unsicherheit beruht auf der bekannten Unterscheidung von statistischer Wahrscheinlichkeit und von Hypothesenwahrscheinlichkeit⁸⁾.

Die statistische Wahrscheinlichkeit bezeichnet die (empirische) relative Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses A in einer Gesamtheit von Ereignissen. Sie kann durch den Quotienten m/n gemessen werden⁹⁾. (m =Häufigkeit des Eintreffens von A , n =Gesamtzahl aller Ereignisse (Merkmale)).

Da $m \leq n$ ist $0 \leq m/n \leq 1$ schwankt der „Erwartungswert“ (Wahrscheinlichkeitsgrad) zwischen 0 und 1.

Die Hypothesenwahrscheinlichkeit (Induktionswahrscheinlichkeit) ist nach Auffassung vor allem

³⁾ Penrose, E. T.: The theory of the growth of the firm, Oxford 1959. — Albach, H.: Zur Verbindung von Produktionstheorie und Investitionstheorie. In: Zur Theorie der Unternehmung. Festschrift zum 65. Geburtstag von Erich Gutenberg, Wiesbaden 1962, S. 136 f.

⁴⁾ Simon, H. A.: A behavioral model of rational choice. — Quarterly Journal of Economics, Vol. 49 (1955), S. 101 f. — Derselbe: Models of Man, New York 1957. — White, M.: Multiple goals in the theory of the firm. In: Linear programming and the theory of the firm, Ed. K. E. Boulding, New York 1960, S. 181 f. — Heinen, E.: Die Zielfunktion der Unternehmung. In: Festschrift für Erich Gutenberg, a.a.O., S. 9 f.

⁵⁾ Koch, H.: Die Theorie der Unternehmung als Globalanalyse, Zeitschrift für gesamte Staatswissenschaften, Juli 1964. — Derselbe: Über eine allgemeine Theorie des Handelns. In: Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift zum 65. Geburtstag von E. Gutenberg, a.a.O. — Gäfgen, G.: Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung. Tübingen 1963.

⁶⁾ Vgl. hierzu die zusammenfassende Darstellung in W. Wittmann: Unternehmung und unvollkommene Information a.a.O., S. 81 f. — Brandes, W.: Buchführung und Kalkulation. Hamburg und Berlin 1964.

⁷⁾ Rintelen, P.: Das Risiko im landwirtschaftlichen Betrieb. Berichte über Landwirtschaft, 144. Sonderheft, Berlin 1938. — Busch, W.: Landwirtschaftliche Betriebslehre. Essen 1958, S. 141.

⁸⁾ Vgl. dazu: Tintner, G.: Handbuch der Ökonometrie. Berlin—Göttingen—Heidelberg 1960, S. 15 f.

⁹⁾ Anderson, O.: Probleme der Statistischen Methodenlehre in den Sozialwissenschaften, 4. Aufl. Würzburg 1963, S. 96 f.

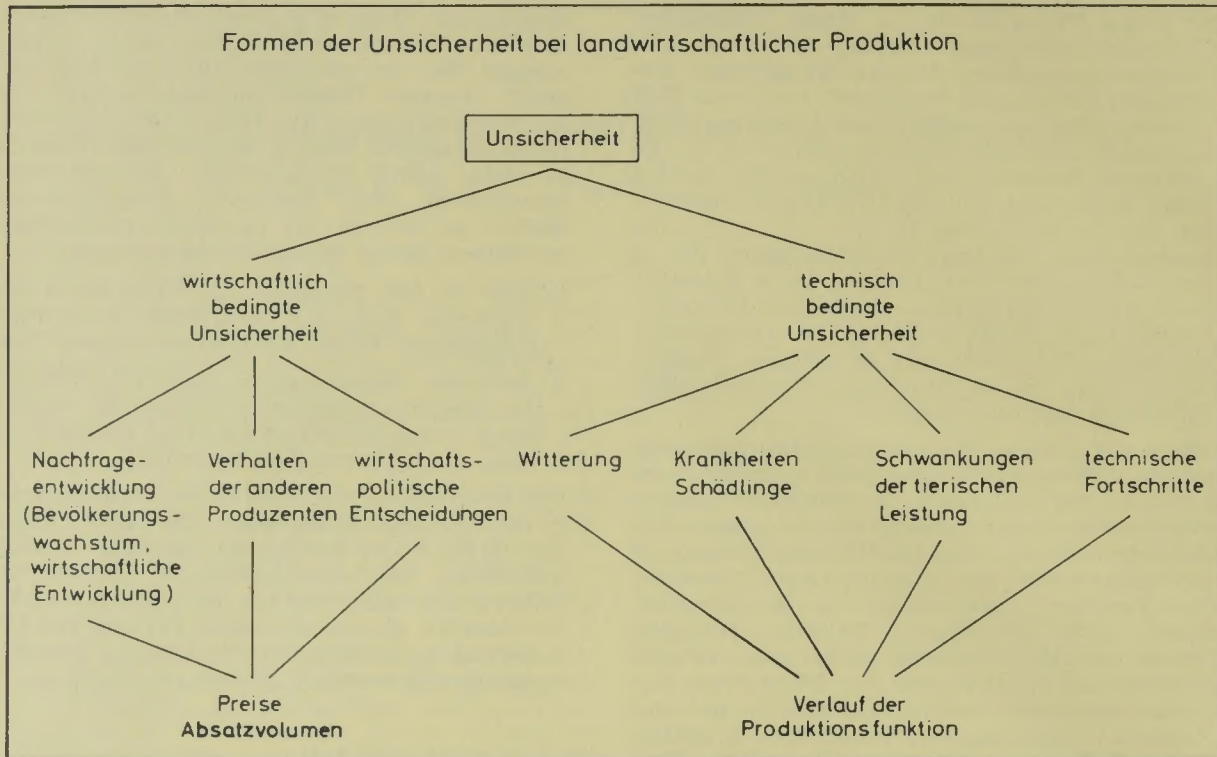


Schaubild 1

älterem Autoren logischer Natur¹⁰⁾. Sie bezeichnet den Bestätigungsgrad zwischen einer Hypothese (Theorie) und empirischen Beobachtungen und bezieht sich dementsprechend auf die Glaubwürdigkeit einer Theorie angesichts eines empirischen Tatbestandes.

Die Hypothesenwahrscheinlichkeit ist die Grundlage der in der Wissenschaft allgemein verwandten Induktionsmethode. Sie kann objektiv oder subjektiv bestimmt sein und gestattet die Aussage über die Glaubwürdigkeit des Eintreffens einer bestehenden Möglichkeit, auch wenn das Gesetz der großen Zahl nicht erfüllt ist¹¹⁾. In dem hier speziell zur Erörterung stehenden Bereich bildet sie die Grundlage für die weiter unten erwähnten Glaubwürdigkeitstheorien.

Anmerkung

Es ist offensichtlich, daß die grundlegenden Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung von der unterschiedlichen Interpretation des Wahrscheinlichkeitsbegriffs nicht berührt werden, da die Glaubwürdigkeit einer Hypothese von der Zahl der Beobachtungsfälle, die sie bestätigen bzw. zurückweisen, entscheidend beeinflusst wird.

Nach der Art der Voraussagen, der Art der Gesetze, aufgrund derer die Induktion erfolgt und der Zahl der zur Entscheidung stehenden Fälle, lassen sich drei Grade von Unsicherheit definieren¹²⁾:

1. **Risiko**. Unter Risiko wird diejenige Form von Unsicherheit verstanden, die aus dem Vorhandensein stochastischer Gesetze bei Erfüllung des Gesetzes der großen Zahl resultiert.
2. **Unsicherheit**. Unsicherheit liegt vor, wenn die aus den vorhandenen Informationen resultierenden Schlußfolgerungen innerhalb eines bestimmten Bereiches mehrdeutig sind. Unsicherheit liegt also vor,
 - a. bei eindeutigen Gesetzen und mehrdeutigen Voraussagen,
 - b. bei eindeutigen Voraussagen, stochastischen Gesetzen und einer einmaligen Entscheidung (einer geringen Zahl von Entscheidungsfällen),
 - c. bei Vorliegen einer bestimmten (subjektiven) Induktionswahrscheinlichkeit, die es gestattet, mindestens einen bestimmten Bereich von Ereignissen als gleich oder annähernd gleich wahrscheinlich einzuschätzen, bzw. für bestimmte Ereignisse eine Rangfolge von Wahrscheinlichkeiten aufzustellen.
3. **Ungewißheit**. Ungewißheit liegt vor, wenn die vorhandenen Informationen es nicht gestatten, die denkmöglichen Fälle von den in Betracht kommenden Fällen abzugrenzen. Eine rationale Entscheidung ist dann nicht möglich.

Der Übergang von mehrdeutigen zu vieldeutigen Voraussagen ist fließend. Demzufolge ist es genau genommen nicht möglich, „Unsicherheit“ und „Ungewißheit“ scharf gegeneinander abzugrenzen. Für die Bildung praktischer Wahrscheinlichkeitsurteile ist eine derartige Abgrenzung jedoch notwendig.

¹⁰⁾ Keynes, J. M.: A treatise on probability. London 1921.

¹¹⁾ Carnap, R.: Logical foundation of probability. Chicago 1950. — Freitag-Löringhoff, B.: Wahrscheinlichkeit, Kausalität und Freiheit. Philosophica naturalis II (1952), S. 35 f.

¹²⁾ Vgl. dazu Knight, F. H.: Risk, Uncertainty and Profit. New York 1921, 7. Aufl. (Wiederabdruck), London 1948.

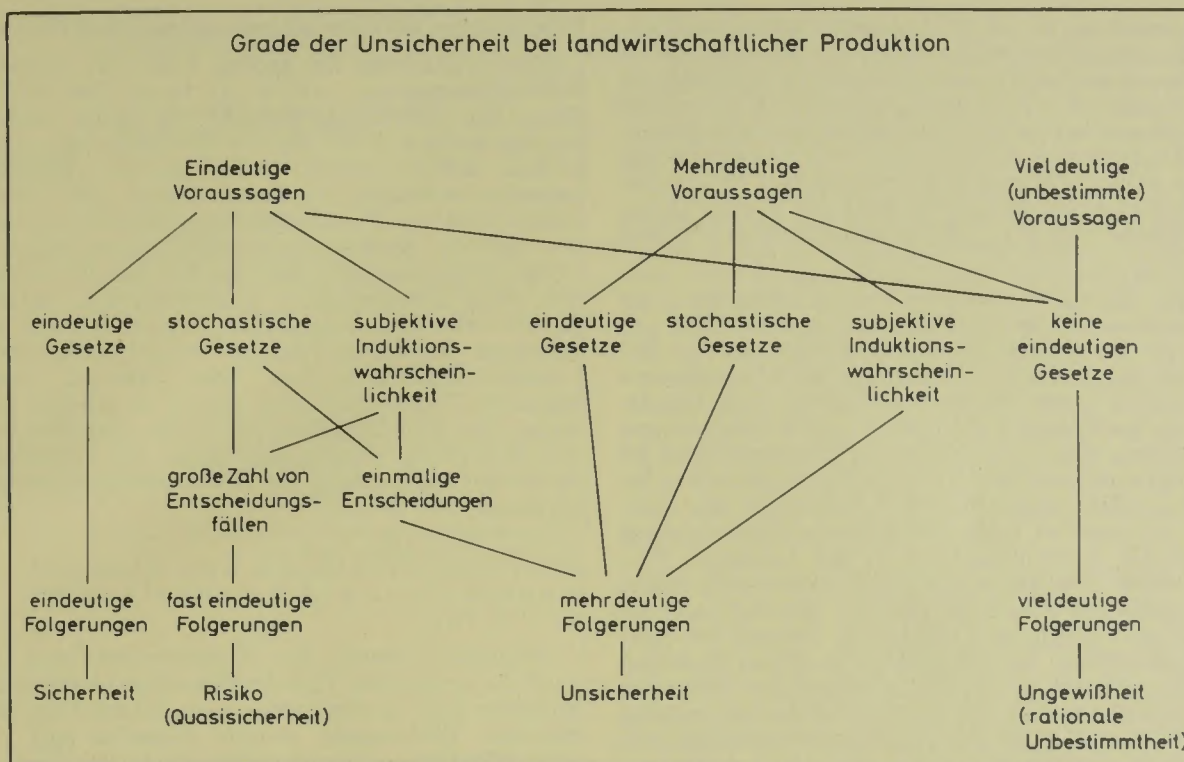


Schaubild 2

Es ist daher erforderlich, einen „praktischen Unsicherheitsbereich“ zu definieren¹³⁾. Unter dem praktischen Unsicherheitsbereich wird dabei jener Bereich verstanden, in den von den denkmöglichen Ereignissen diejenigen fallen, deren Eintreffen aufgrund objektiver oder subjektiver Wahrscheinlichkeitsurteile noch als möglich betrachtet wird. Die Erwartungswerte (Wahrscheinlichkeitsgrade) für das Eintreffen der einzelnen Ereignisse innerhalb des praktischen Unsicherheitsbereichs können je nach den Umständen gleich oder unterschiedlich sein.

Anmerkung

Unter einem Ereignis wird hier der numerische Wert einer Planungsvariablen oder einer Kombination von mehreren Planungsvariablen verstanden. Ereignisse in dem so definierten Sinne sind also beispielsweise Schweinepreise von 2,20 DM/kg Lebendgewicht, 2,30 DM/kg Lebendgewicht usw. oder jeweils bei dem gleichen Aufwand an ertragssteigernden Produktionsmitteln Weizenenerträge von 38 dz/ha, 40 dz/ha usw.

Rationales Verhalten bei unvollkommener Information

Bei Vorliegen von Unsicherheit oder Risiko wird das unternehmerische Verhalten, auch wenn es ausschließlich wirtschaftlich bestimmt ist, nicht mehr allein durch das Streben nach Gewinnmaximierung, sondern sowohl durch das Streben nach Gewinnmaximierung als auch durch das Streben nach maximaler Sicherheit beeinflusst. In den mei-

sten Fällen sind beide Ziele nicht kompromißlos miteinander in Einklang zu bringen. Die Eindeutigkeit der unternehmerischen Zielfunktion ist in Frage gestellt.

Die Versuche, die aus der Mehrdeutigkeit der unternehmerischen Zielfunktion resultierenden Konsequenzen zu berücksichtigen, lassen sich in zwei Gruppen gliedern:

1. Versuche, die Eindeutigkeit der Zielfunktion durch Ableitung eines eindeutigen Entscheidungskriteriums wieder herzustellen, indem das Prinzip der Gewinnmaximierung und das Streben nach Sicherheit auf einen Nenner gebracht werden,
2. Versuche, rationale Verhaltensweisen bei mehrdeutigen Zielfunktionen zu beschreiben.

Die Anwendungsbereiche beider Möglichkeiten werden durch den Grad der Unsicherheit gegeneinander abgegrenzt. Die Eindeutigkeit der Zielfunktion läßt sich nur bei Vorliegen von Risiko ohne Schwierigkeiten erhalten.

Entscheidungskriterien bei Risiko

Nach der in Schaubild 2 gegebenen Definition ist der Tatbestand des Risikos gegeben, wenn bei eindeutigen Voraussagen das Gesetz der großen Zahl erfüllt ist. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- a. Das Gesetz der großen Zahl ist in jedem Zeitpunkt oder mindestens in jeder Produktionsperiode (im landwirtschaftlichen Betrieb also mindestens in jedem Jahr) erfüllt. Die Zahl der Entscheidungen — oder genauer — die Zahl der

¹³⁾ Lange, O.: Price flexibility and employment. Cowles Commission Monographs Nr. 8. Bloomington 1944.

Ereignisse, die diese Entscheidungen beeinflussen, ist innerhalb jeder Produktionsperiode so groß, daß das Gesetz der großen Zahl erfüllt ist. Im landwirtschaftlichen Betrieb liegt dieser Tatbestand bei tierischen Leistungen und hinreichend großer Bestandszahl vor. Beispielsweise ist er bei größeren Beständen erfüllt für die Legeleistung je Huhn, die Zahl der je Sau aufgezogenen Ferkel und die Milchleistung je Kuh und Jahr.

- b. Das Gesetz der großen Zahl ist nur bei einer hinreichend langen Planungsperiode erfüllt. Die Zahl der Entscheidungen bzw. die Zahl der Ereignisse, die diese Entscheidungen beeinflussen, ist je Produktionsperiode so klein, daß das Gesetz der großen Zahl nicht in jeder Produktionsperiode erfüllt ist. Dieser Tatbestand liegt im landwirtschaftlichen Betrieb im allgemeinen bei den Ernteerträgen der Bodenprodukte vor. Zwar können die Ernteerträge je Flächeneinheit analog zur Betrachtung in der tierischen Produktion theoretisch als voneinander unabhängige Einzelfälle aufgefaßt werden. Benutzt man als Flächeneinheit den Hektar, so würden bei einer Anbaufläche von 40 ha beispielsweise 40 „Entscheidungsfälle“ je Produktionsperiode vorliegen. Tatsächlich sind innerhalb eines Betriebszweiges die Ernteerträge der einzelnen Flächeneinheiten im Einzelbetrieb jedoch meist so eng korreliert, daß eine derartige Betrachtung sinnlos ist.

Die ha-Erträge der einzelnen Kulturpflanzen werden daher zweckmäßig als „einmalige Ereignisse“ je Produktionsperiode aufgefaßt. Sie unterliegen in ihrer Witterungsabhängigkeit zwar stochastischen Gesetzen, das Gesetz der großen Zahl ist jedoch nur bei hinreichend langer Betrachtungsperiode erfüllt. Eindeutige Entscheidungskriterien lassen sich ohne Einschränkungen nur ableiten, wenn das Gesetz der großen Zahl in jeder Produktionsperiode erfüllt ist. Ist das nicht der Fall, so können eindeutige Entscheidungskriterien nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen benutzt werden. Im Regelfall werden dann gleichzeitig mehrere Ziele angestrebt, zwischen denen ein Kompromiß gefunden werden muß. Man spricht in solchen Fällen von mehrdeutigen Entscheidungssituationen.

Eindeutige Entscheidungssituationen bei Risiko

Wenn das Gesetz der großen Zahl in jeder Produktionsperiode erfüllt ist, kann das Risiko bekanntlich durch den sogenannten „Versicherungseffekt“ berücksichtigt werden. Man rechnet entweder mit durchschnittlichen Verlustquoten oder durchschnittlichen Erträgen, in denen das Risiko des Ertragsausfalls bzw. des Mindestertrages zum Ausdruck kommt, oder man rechnet mit den wahrscheinlichsten Werten (bei Vorliegen von Normalverteilung mittleren Werten) und setzt von diesen einen Betrag für Risiko ab¹⁴⁾. Die subjektive Risiko einschätzung kommt in der Wahl des durchschnittlichen Ertrages bzw. in der Höhe des Risikoabschlages zum Ausdruck.

¹⁴⁾ Vgl. dazu Hicks, R. J.: Value and Capital, 2. Ausg. Oxford 1946. S. 125 f.

Mehrdeutige Entscheidungssituationen bei Risiko

Wenn das Gesetz der großen Zahl nicht in jeder Produktionsperiode erfüllt ist, kann das Risiko durch den Versicherungseffekt nur dann berücksichtigt werden, wenn die aus der Größe des „praktischen Risikobereichs“ resultierenden Einkommensschwankungen die Entscheidung nicht beeinflussen und die Planungsperiode hinreichend lang ist. Müssen Einkommensschwankungen dagegen berücksichtigt werden, weil sie bei den herrschenden Steuergesetzen das Betriebsergebnis beeinflussen oder weil Einkommen unterhalb eines bestimmten Mindestniveaus je Produktionsperiode, Liquiditätsschwierigkeiten oder andere unerwünschte Folgen nach sich ziehen, so müssen entweder die Einkommensvarianz oder das Einkommen mit einem jeweils geforderten Mindesterwartungswert als zusätzliche Entscheidungskriterien herangezogen werden¹⁵⁾.

Einkommensniveau und Einkommensvarianz als Entscheidungskriterien

Bestimmen sowohl das Einkommensniveau, als auch die erwarteten Einkommensschwankungen die Entscheidung, so wird unter zwei Alternativen mit gleichem Einkommen jeweils diejenige mit den voraussichtlich geringeren Einkommensschwankungen ausgewählt. Umgekehrt wird unter zwei Alternativen mit gleichen voraussichtlichen Einkommensschwankungen diejenige mit dem höchsten durchschnittlichen Einkommen ausgewählt.

Die unternehmerische Zielsetzung läßt sich bei Geltung des Erwerbssprinzips wie folgt definieren:

1. Entweder: der Gewinn soll maximiert werden und gleichzeitig das Risiko so weit wie möglich minimiert werden. Unter den bestehenden Möglichkeiten ist diejenige mit dem höchsten durchschnittlichen Gewinn auszuwählen. Läßt sich dieser unter den gegebenen Umständen durch Realisierung mehrerer Möglichkeiten erzielen, so ist diejenige mit der niedrigsten Gewinnvarianz (Einkommensvarianz) auszuwählen, oder
2. der Gewinn ist unter der Nebenbedingung zu maximieren, daß die Gewinn- (Einkommens-)varianz eine obere Grenze nicht überschreitet bzw. daß für einen gegebenen Mindestgewinn (Mindesteinkommen) ein bestimmter Erwartungswert nicht unterschritten wird.

Welche dieser beiden Möglichkeiten angestrebt werden, hängt teils von der Liquiditätslage des Betriebes, teils von der subjektiven Präferenz für Sicherheit oder Wagnis ab. Rationelle Entscheidung ist unter dieser Zielsetzung nur möglich, wenn für jede Alternative (Betriebsplan) außer dem erwarteten Einkommen auch die Einkommensvarianz bekannt ist. Die jedem Betriebsplan zugehörige Einkommensvarianz läßt sich nur errechnen, wenn die Varianz und Kovarianz der Erträge (Ein-

¹⁵⁾ Heady, E. O.; and Candler, W.: Linear Programming Methods. Ames Iowa 1963. S. 554. — McFarquhar, M. M.: Rational Decision Making and Risk in Farm Planning. Journ. of Agr. Econ. Vol. XIV. No. 4. 1961. — Markowitz, H. M.: Portfolio Selection, New York 1959.

WEINSCHENCK: BETRIEBSPLANUNG BEI UNVOLLKOMMENER INFORMATION
 Einkommen
 10000
 8000
 6000
 4000
 2000
 0
 -2000
 -4000
 -6000
 -8000
 -10000
 -12000
 -14000
 -16000
 -18000
 -20000
 -22000
 -24000
 -26000
 -28000
 -30000
 -32000
 -34000
 -36000
 -38000
 -40000
 -42000
 -44000
 -46000
 -48000
 -50000
 -52000
 -54000
 -56000
 -58000
 -60000
 -62000
 -64000
 -66000
 -68000
 -70000
 -72000
 -74000
 -76000
 -78000
 -80000
 -82000
 -84000
 -86000
 -88000
 -90000
 -92000
 -94000
 -96000
 -98000
 -100000
 -102000
 -104000
 -106000
 -108000
 -110000
 -112000
 -114000
 -116000
 -118000
 -120000
 -122000
 -124000
 -126000
 -128000
 -130000
 -132000
 -134000
 -136000
 -138000
 -140000
 -142000
 -144000
 -146000
 -148000
 -150000
 -152000
 -154000
 -156000
 -158000
 -160000
 -162000
 -164000
 -166000
 -168000
 -170000
 -172000
 -174000
 -176000
 -178000
 -180000
 -182000
 -184000
 -186000
 -188000
 -190000
 -192000
 -194000
 -196000
 -198000
 -200000
 -202000
 -204000
 -206000
 -208000
 -210000
 -212000
 -214000
 -216000
 -218000
 -220000
 -222000
 -224000
 -226000
 -228000
 -230000
 -232000
 -234000
 -236000
 -238000
 -240000
 -242000
 -244000
 -246000
 -248000
 -250000
 -252000
 -254000
 -256000
 -258000
 -260000
 -262000
 -264000
 -266000
 -268000
 -270000
 -272000
 -274000
 -276000
 -278000
 -280000
 -282000
 -284000
 -286000
 -288000
 -290000
 -292000
 -294000
 -296000
 -298000
 -300000
 -302000
 -304000
 -306000
 -308000
 -310000
 -312000
 -314000
 -316000
 -318000
 -320000
 -322000
 -324000
 -326000
 -328000
 -330000
 -332000
 -334000
 -336000
 -338000
 -340000
 -342000
 -344000
 -346000
 -348000
 -350000
 -352000
 -354000
 -356000
 -358000
 -360000
 -362000
 -364000
 -366000
 -368000
 -370000
 -372000
 -374000
 -376000
 -378000
 -380000
 -382000
 -384000
 -386000
 -388000
 -390000
 -392000
 -394000
 -396000
 -398000
 -400000
 -402000
 -404000
 -406000
 -408000
 -410000
 -412000
 -414000
 -416000
 -418000
 -420000
 -422000
 -424000
 -426000
 -428000
 -430000
 -432000
 -434000
 -436000
 -438000
 -440000
 -442000
 -444000
 -446000
 -448000
 -450000
 -452000
 -454000
 -456000
 -458000
 -460000
 -462000
 -464000
 -466000
 -468000
 -470000
 -472000
 -474000
 -476000
 -478000
 -480000
 -482000
 -484000
 -486000
 -488000
 -490000
 -492000
 -494000
 -496000
 -498000
 -500000
 -502000
 -504000
 -506000
 -508000
 -510000
 -512000
 -514000
 -516000
 -518000
 -520000
 -522000
 -524000
 -526000
 -528000
 -530000
 -532000
 -534000
 -536000
 -538000
 -540000
 -542000
 -544000
 -546000
 -548000
 -550000
 -552000
 -554000
 -556000
 -558000
 -560000
 -562000
 -564000
 -566000
 -568000
 -570000
 -572000
 -574000
 -576000
 -578000
 -580000
 -582000
 -584000
 -586000
 -588000
 -590000
 -592000
 -594000
 -596000
 -598000
 -600000
 -602000
 -604000
 -606000
 -608000
 -610000
 -612000
 -614000
 -616000
 -618000
 -620000
 -622000
 -624000
 -626000
 -628000
 -630000
 -632000
 -634000
 -636000
 -638000
 -640000
 -642000
 -644000
 -646000
 -648000
 -650000
 -652000
 -654000
 -656000
 -658000
 -660000
 -662000
 -664000
 -666000
 -668000
 -670000
 -672000
 -674000
 -676000
 -678000
 -680000
 -682000
 -684000
 -686000
 -688000
 -690000
 -692000
 -694000
 -696000
 -698000
 -700000
 -702000
 -704000
 -706000
 -708000
 -710000
 -712000
 -714000
 -716000
 -718000
 -720000
 -722000
 -724000
 -726000
 -728000
 -730000
 -732000
 -734000
 -736000
 -738000
 -740000
 -742000
 -744000
 -746000
 -748000
 -750000
 -752000
 -754000
 -756000
 -758000
 -760000
 -762000
 -764000
 -766000
 -768000
 -770000
 -772000
 -774000
 -776000
 -778000
 -780000
 -782000
 -784000
 -786000
 -788000
 -790000
 -792000
 -794000
 -796000
 -798000
 -800000
 -802000
 -804000
 -806000
 -808000
 -810000
 -812000
 -814000
 -816000
 -818000
 -820000
 -822000
 -824000
 -826000
 -828000
 -830000
 -832000
 -834000
 -836000
 -838000
 -840000
 -842000
 -844000
 -846000
 -848000
 -850000
 -852000
 -854000
 -856000
 -858000
 -860000
 -862000
 -864000
 -866000
 -868000
 -870000
 -872000
 -874000
 -876000
 -878000
 -880000
 -882000
 -884000
 -886000
 -888000
 -890000
 -892000
 -894000
 -896000
 -898000
 -900000
 -902000
 -904000
 -906000
 -908000
 -910000
 -912000
 -914000
 -916000
 -918000
 -920000
 -922000
 -924000
 -926000
 -928000
 -930000
 -932000
 -934000
 -936000
 -938000
 -940000
 -942000
 -944000
 -946000
 -948000
 -950000
 -952000
 -954000
 -956000
 -958000
 -960000
 -962000
 -964000
 -966000
 -968000
 -970000
 -972000
 -974000
 -976000
 -978000
 -980000
 -982000
 -984000
 -986000
 -988000
 -990000
 -992000
 -994000
 -996000
 -998000
 -1000000
 -1002000
 -1004000
 -1006000
 -1008000
 -1010000
 -1012000
 -1014000
 -1016000
 -1018000
 -1020000
 -1022000
 -1024000
 -1026000
 -1028000
 -1030000
 -1032000
 -1034000
 -1036000
 -1038000
 -1040000
 -1042000
 -1044000
 -1046000
 -1048000
 -1050000
 -1052000
 -1054000
 -1056000
 -1058000
 -1060000
 -1062000
 -1064000
 -1066000
 -1068000
 -1070000
 -1072000
 -1074000
 -1076000
 -1078000
 -1080000
 -1082000
 -1084000
 -1086000
 -1088000
 -1090000
 -1092000
 -1094000
 -1096000
 -1098000
 -1100000
 -1102000
 -1104000
 -1106000
 -1108000
 -1110000
 -1112000
 -1114000
 -1116000
 -1118000
 -1120000
 -1122000
 -1124000
 -1126000
 -1128000
 -1130000
 -1132000
 -1134000
 -1136000
 -1138000
 -1140000
 -1142000
 -1144000
 -1146000
 -1148000
 -1150000
 -1152000
 -1154000
 -1156000
 -1158000
 -1160000
 -1162000
 -1164000
 -1166000
 -1168000
 -1170000
 -1172000
 -1174000
 -1176000
 -1178000
 -1180000
 -1182000
 -1184000
 -1186000
 -1188000
 -1190000
 -1192000
 -1194000
 -1196000
 -1198000
 -1200000
 -1202000
 -1204000
 -1206000
 -1208000
 -1210000
 -1212000
 -1214000
 -1216000
 -1218000
 -1220000
 -1222000
 -1224000
 -1226000
 -1228000
 -1230000
 -1232000
 -1234000
 -1236000
 -1238000
 -1240000
 -1242000
 -1244000
 -1246000
 -1248000
 -1250000
 -1252000
 -1254000
 -1256000
 -1258000
 -1260000
 -1262000
 -1264000
 -1266000
 -1268000
 -1270000
 -1272000
 -1274000
 -1276000
 -1278000
 -1280000
 -1282000
 -1284000
 -1286000
 -1288000
 -1290000
 -1292000
 -1294000
 -1296000
 -1298000
 -1300000
 -1302000
 -1304000
 -1306000
 -1308000
 -1310000
 -1312000
 -1314000
 -1316000
 -1318000
 -1320000
 -1322000
 -1324000
 -1326000
 -1328000
 -1330000
 -1332000
 -1334000
 -1336000
 -1338000
 -1340000
 -1342000
 -1344000
 -1346000
 -1348000
 -1350000
 -1352000
 -1354000
 -1356000
 -1358000
 -1360000
 -1362000
 -1364000
 -1366000
 -1368000
 -1370000
 -1372000
 -1374000
 -1376000
 -1378000
 -1380000
 -1382000
 -1384000
 -1386000
 -1388000
 -1390000
 -1392000
 -1394000
 -1396000
 -1398000
 -1400000
 -1402000
 -1404000
 -1406000
 -1408000
 -1410000
 -1412000
 -1414000
 -1416000
 -1418000
 -1420000
 -1422000
 -1424000
 -1426000
 -1428000
 -1430000
 -1432000
 -1434000
 -1436000
 -1438000
 -1440000
 -1442000
 -1444000
 -1446000
 -1448000
 -1450000
 -1452000
 -1454000
 -1456000
 -1458000
 -1460000
 -1462000
 -1464000
 -1466000
 -1468000
 -1470000
 -1472000
 -1474000
 -1476000
 -1478000
 -1480000
 -1482000
 -1484000
 -1486000
 -1488000
 -1490000
 -1492000
 -1494000
 -1496000
 -1498000
 -1500000
 -1502000
 -1504000
 -1506000
 -1508000
 -1510000
 -1512000
 -1514000
 -1516000
 -1518000
 -1520000
 -1522000
 -1524000
 -1526000
 -1528000
 -1530000
 -1532000
 -1534000
 -1536000
 -1538000
 -1540000
 -1542000
 -1544000
 -1546000
 -1548000
 -1550000
 -1552000
 -1554000
 -1556000
 -1558000
 -1560000
 -1562000
 -1564000
 -1566000
 -1568000
 -1570000
 -1572000
 -1574000
 -1576000
 -1578000
 -1580000
 -1582000
 -1584000
 -1586000
 -1588000
 -1590000
 -1592000
 -1594000
 -1596000
 -1598000
 -1600000
 -1602000
 -1604000
 -1606000
 -1608000
 -1610000
 -1612000
 -1614000
 -1616000
 -1618000
 -1620000
 -1622000
 -1624000
 -1626000
 -1628000
 -1630000
 -1632000
 -1634000
 -1636000
 -1638000
 -1640000
 -1642000
 -1644000
 -1646000
 -1648000
 -1650000
 -1652000
 -1654000
 -1656000
 -1658000
 -1660000
 -1662000
 -1664000
 -1666000
 -1668000
 -1670000
 -1672000
 -1674000
 -1676000
 -1678000
 -1680000
 -1682000
 -1684000
 -1686000
 -1688000
 -1690000
 -1692000
 -1694000
 -1696000
 -1698000
 -1700000
 -1702000
 -1704000
 -1706000
 -1708000
 -1710000
 -1712000
 -1714000
 -1716000
 -1718000
 -1720000
 -1722000
 -1724000
 -1726000
 -1728000
 -1730000
 -1732000
 -1734000
 -1736000
 -1738000
 -1740000
 -1742000
 -1744000
 -1746000
 -1748000
 -1750000
 -1752000
 -1754000
 -1756000
 -1758000
 -1760000
 -1762000
 -1764000
 -1766000
 -1768000
 -1770000
 -1772000
 -1774000
 -1776000
 -1778000
 -1780000
 -1782000
 -1784000
 -1786000
 -1788000
 -1790000
 -1792000
 -1794000
 -1796000
 -1798000
 -1800000
 -1802000
 -1

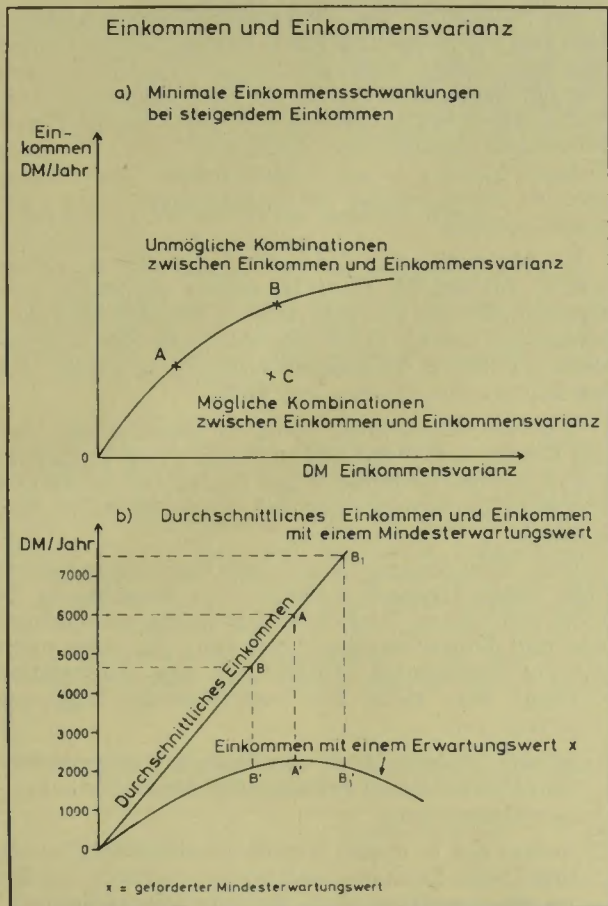


Schaubild 3

kommen) der einzelnen Betriebszweige bekannt sind.

Nach Ermittlung der Einkommensvarianz der in Betracht kommenden Betriebspläne wird von zwei Plänen mit gleichem Einkommensniveau stets derjenige mit der geringeren Einkommensvarianz ausgewählt. Schaubild 3 zeigt die Konsequenzen, die sich daraus ergeben. Alle unter der genannten Zielsetzung in Betracht kommenden Alternativen liegen auf der Linie 0 AB. Alternativen, die zwischen der Kurve 0 AB und der x-Achse liegen (Punkt C), bilden zwar eine mögliche Kombination zwischen Einkommen und Einkommensvarianz, sie scheiden jedoch unter der genannten Zielsetzung aus, weil entweder ein Betriebsplan mit höherem Einkommen bei gleicher Einkommensvarianz oder ein Betriebsplan mit gleichem Einkommen bei niedriger Einkommensvarianz möglich ist. Alternativen oberhalb (links) der Kurve 0 AB kommen unter den herrschenden Umständen nicht in Betracht.

Unter den durchführbaren Plänen ist derjenige auf der Kurve 0 AB auszuwählen, der vom Ursprungspunkt am weitesten entfernt ist.

Einkommensniveau und Einkommen mit einem bestimmten Mindesterwartungswert als Entscheidungskriterien

Wird aus objektiven oder subjektiven Gründen die Forderung erhoben, daß eine untere Einkom-

mensgrenze nach Möglichkeit nicht unterschritten werden soll, so müssen außer dem erwarteten Einkommen das Mindesteinkommen und der für dieses Mindesteinkommen geforderte Erwartungswert x als zusätzliches Entscheidungskriterium herangezogen werden.

Zunächst ist aus dem durchschnittlichen Einkommen und der Einkommensvarianz wieder die Kurve 0 AB in Schaubild 3a abzuleiten. Aus dem durchschnittlichen Einkommen und der Einkommensvarianz läßt sich dann für jede Alternative auf der Kurve 0 AB das Einkommensniveau errechnen, das mit dem geforderten Erwartungswert x verbunden ist. Schaubild 3b zeigt die Kurve der durchschnittlichen Einkommen (0 AB) und die diesem Einkommen zugeordnete Einkommenskurve mit dem geforderten Erwartungswert x (0 B'A'B₁). Dem durchschnittlichen Einkommen A ist beispielsweise das Einkommen A' mit dem geforderten Erwartungswert x zugeordnet.

Für die Ermittlung des optimalen Planes sind außer der Kurve 0 AB die untere Grenze des Einkommensniveaus und der Erwartungswert festzusetzen, mit dem dieses mindestens verbunden sein soll. Beträgt beispielsweise die Mindesteinkommensgrenze 1500 DM und der geforderte Erwartungswert x , so bestehen nach Schaubild 3b die Alternativen B' und B₁. Unter diesen ist die Alternative B₁ mit dem höheren durchschnittlichen Einkommen B₁ zu wählen.

Die kalkulatorische Behandlung des Risikos

Die kalkulatorische Behandlung des Risikos bereitet heute kaum noch größere Schwierigkeiten¹⁶⁾. Wenn das Risiko durch den Versicherungseffekt berücksichtigt wird, kann mit den durchschnittlichen Erträgen oder mit den um die Risikokosten verminderten Erträgen wie mit sicheren Werten gerechnet werden.

Wenn Einkommensniveau und Einkommensvarianz gleichzeitig als Entscheidungskriterium herangezogen werden, ergibt sich in der Regel die in Schaubild 3a dargestellte nicht lineare Zielfunktion. Optimumprobleme dieser Art lassen sich mit Hilfe der quadratischen Programmierung lösen¹⁷⁾.

Die Anwendung dieses Verfahrens für stochastische Probleme läßt sich wie folgt beschreiben:

1. Die Null-Lösung wird nach dem üblichen Simplex-Verfahren zusammengestellt. Dabei werden

¹⁶⁾ Tintner, G., Millhalm Ch. und Sen Gupta, J. K.: A Weak Duality Theorem for Stochastic Linear Programming. Unternehmensforschung, Bd. 7 (1963), S. 1 f. — Tintner, G.: Stochastic linear programming with application to agriculture. — Second Symposium in Linear Programming Processing 1, 1955. — McFarquhar, M. M.: Rational Decision Making and Risk in Farm Planning, a.a.O. — Camm, B. M.: Risk in Vegetable Production on a Fen Farm. — The Economist, Vol. X (1962), S. 89 f. — Heady, E. O. und Candler, W.: Linear Programming Methods, a.a.O. — Freund, R. J.: The Introduction of Risk into a Linear Programming Model. Diss. North Carolina State College, Raleigh 1955. — Freund, R. J.: The Introduction of Risk into a Programming Model. — Econometrica, Vol. 24 (1956), S. 253 f.

¹⁷⁾ Vgl. hierzu die ausführliche Beschreibung des Lösungsverfahrens in Heady, E. O. and Candler, W.: Linear Programming Methods, a.a.O.

die Erträge (Verkaufserlöse) der einzelnen Produktionsverfahren als Durchschnittswerte eingesetzt.

2. Für alle Erträge (Verkaufserlöse) der einzelnen Produktionsverfahren werden die Varianzen und Kovarianzen der Erträge (Verkaufserlöse) errechnet.
3. Aufgrund der Varianz und Kovarianz von Erträgen und Verkaufserlösen wird von allen in Betracht kommenden Möglichkeiten, deren Berücksichtigung zu einer Einkommenssteigerung führt, diejenige mit der niedrigsten Einkommensvarianz errechnet. Die Möglichkeit mit der niedrigsten Einkommensvarianz kann ein einzelnes Produktionsverfahren oder (im Regelfall) eine Kombination aus mehreren Produktionsverfahren sein.
4. Durch Einführung der unter 3 ermittelten Möglichkeit in die Basis wird eine neue verbesserte Lösung errechnet.
5. Dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis alle Möglichkeiten der Einkommenssteigerung erschöpft sind. Jede der errechneten Zwischenlösungen stellt einen Punkt auf der Linie 0 A des Schaubildes 3a dar.
6. Wenn statt der Einkommensvarianz eine untere Einkommensgrenze mit einem bestimmten Mindesterwartungswert als zusätzliches Entscheidungskriterium herangezogen wird, muß unter den auf dem Wege zu 5 errechneten Zwischenlösungen diejenige ausgewählt werden, die dem errechneten Optimum am nächsten kommt und die Nebenbedingung erfüllt, daß für eine bestimmte Mindesteinkommensgrenze der geforderte Erwartungswert nicht unterschritten wird.

Eindeutige Entscheidungssituationen bei Unsicherheit

Die Möglichkeit, bei Vorliegen von stochastischen Gesetzen aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion eindeutige Entscheidungskriterien auch dann abzuleiten, wenn das Gesetz der großen Zahl nicht erfüllt ist, ist heftig umstritten. An sich verbietet sich dann aus logischen Gründen die Verwendung von Wahrscheinlichkeitskoeffizienten. Tatsächlich werden jedoch auch in solchen Fällen im allgemeinen Wahrscheinlichkeitsurteile abgegeben, die sich auf eine mehr oder weniger genaue Kenntnis der Wahrscheinlichkeitskoeffizienten stützen¹⁸⁾ (beispielsweise Einschätzung der Chancen eines Lotteriegewinns.)

Solche Wahrscheinlichkeitsurteile haben jedoch weitgehend subjektiven Charakter. Die Möglichkeit (und Zulässigkeit) subjektiver Wahrscheinlichkeitsurteile bildet die Grundlage für die sogenannten Glaubwürdigkeitstheorien und das auf diese Theorien aufbauende Verfahren der Ableitung von Gewißheitsäquivalenten¹⁹⁾ (Sicherheitsäquivalenten).

Bei Kenntnis der Wahrscheinlichkeitsfunktion läßt sich die Ableitung von Gewißheitsäquivalenten wie folgt beschreiben: Die relative Häufigkeit, mit der ein bestimmter Ertrag y_1 , bei gegebenem Aufwand erzielt wird, läßt sich bei Kenntnis der Wahrscheinlichkeitsfunktion errechnen und in einer Ziffer zwischen 0 und 1 ausdrücken. Diese Ziffer soll im folgenden der Erwartungswert von y_1 genannt werden.

Die Multiplikation des in Geld gemessenen Ertrages y_1 mit seinem Erwartungswert ergibt ein eindeutiges Entscheidungskriterium. Beträgt beispielsweise der Ertrag 10 000 DM und sein Erwartungswert 0,9 (90 vH Wahrscheinlichkeit), so ergibt sich ein Entscheidungsindex von 9000.

Nun ist jedoch ohne weiteres einleuchtend, daß ein Ertrag von 10 000 DM mit dem Erwartungswert 0,9 nicht ohne weiteres einem Ertrag von 90 000 DM mit dem Erwartungswert 0,1 gleichgesetzt werden kann.

Der Anwendung von Gewißheitsäquivalenten sind daher Grenzen gesetzt. Ihre Berechnung ist stets mit einem Verlust von Information verbunden und dementsprechend nur sinnvoll, wenn mehr als ein bestimmtes Mindestmaß von Information vorliegt. Man stelle sich beispielsweise folgenden Fall vor:

1. Es sei möglich, einen praktischen Unsicherheitsbereich für die zu erwartenden Preisschwankungen abzugrenzen.
2. Jedem der in diesen Unsicherheitsbereich fallenden Preise kann ein bestimmter (subjektiver) Erwartungswert, in dem sich die Wahrscheinlichkeit seines Eintreffens ausdrückt, zugeordnet werden.
3. Die aus den Preisen im Unsicherheitsbereich resultierenden Betriebsergebnisse schließen für die meisten Organisationsalternativen neben Gewinnchancen beträchtliche, aber unterschiedliche Verlustmöglichkeiten ein.

In diesem Fall lassen sich Gewißheitsäquivalente für die bestehenden Alternativen nur als gewogene arithmetische Mittel aus den Erwartungswerten für die einzelnen Preise und den daraus resultierenden positiven oder negativen Gewinnmöglichkeiten errechnen²⁰⁾.

Ein derartiger Entscheidungsindex läßt jedoch die tatsächlichen Gewinnchancen und Verlustmöglichkeiten kaum erkennen. Er erscheint daher nur verwendbar, wenn der praktische Unsicherheitsbereich klein ist und möglichst ausschließlich Ergebnisschwankungen im Gewinnbereich mit wenig voneinander abweichenden Erwartungswerten einschließt. Bei größeren Unsicherheitsbereichen müssen Gewinnchancen und Verlustmöglichkeiten mit den ihnen jeweils zugeordneten Erwartungswerten einander gegenübergestellt werden, wenn die Entscheidungssituation realistisch dargestellt werden

¹⁸⁾ Knight, F. H.: Risk, Uncertainty and Profit, a.a.O., S. 211.

¹⁹⁾ Vgl. Wittmann, W.: Unternehmung und unvollkommene Information, a.a.O. — Albach, H.: Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a.a.O. — Lange, O.:

Price flexibility and employment. Cowles Commission Monographs Nr. 8. Bloomington 1944. — Hicks, J. B.: Value and Capital, a.a.O. — Baumol, W. J.: Economic Dynamics, 2. Ausd., New York 1958. S. 88 f.

²⁰⁾ Baumol, W. J.: Economic Dynamics, a.a.O., S. 90.

soll. Die Ermittlung eines eindeutigen Entscheidungskriteriums ist dann nicht möglich oder genauer: der Vorteil der Einfachheit, der mit der Ermittlung eines eindeutigen Entscheidungskriteriums verbunden ist, wiegt den Informationsverlust, der mit seiner Verwendung verbunden ist, nicht auf.

Rationales Verhalten bei mehrdeutigen Entscheidungssituationen

Wenn die Größe des Unsicherheitsbereichs zweckmäßig erscheinen läßt, Gewinnchancen und Verlustmöglichkeiten getrennt auszuweisen, ist es nicht mehr möglich, ein eindeutiges Entscheidungskriterium zu errechnen.

Die Wahlsituation des Unternehmers läßt sich für diesen Fall durch die in Übersicht 1 dargestellte Matrix beschreiben. In Übersicht 1 bezeichnen $A_1 \dots A_n$ die bestehenden Alternativen für die Organisation des Betriebes, $E_1 \dots E_n$ die möglichen Ereignisse, deren Eintreffen als gleich wahrscheinlich betrachtet wird, etwa die mögliche Höhe von Preisen oder die Ausdehnung des Produktionsvolumens, a_{ij} den Gewinn, der bei der Alternative i und dem Eintreffen des Ereignisses j bzw. bei der Alternative i und dem Eintreffen des Ereignisses j jeweils erzielt wird.

Übersicht 1: Schematische Darstellung der Entscheidungssituation bei Unsicherheit

Alternativen	Mögliche Ereignisse			
	E_1	E_2	E_{n-1}	E_n
	Gewinne			
A_1	a_{11}	a_{12}	$a_{1 n-1}$	$a_{1 n}$
A_2	a_{21}	a_{22}	$a_{2 n-1}$	$a_{2 n}$
.				
.				
A_{m-1}	$a_{m-1 1}$	$a_{m-1 2}$	$a_{m-1 n-1}$	$a_{m-1 n}$
A_m	$a_{m 1}$	$a_{m 2}$	$a_{m n-1}$	$a_{m n}$

Für diese Situation sind in der Entscheidungstheorie eine Reihe von Verhaltensweisen beschrieben worden. Sie unterscheiden sich im wesentlichen durch unterschiedliche Annahmen über die subjektive Einschätzung eines objektiv festgestellten Zustandes der Unsicherheit.

Zur Erläuterung der Entscheidungsmöglichkeiten bei Unsicherheit ist in Übersicht 2 die Wahlsituation eines landwirtschaftlichen Betriebes dargestellt. Es handelt sich um einen Teil des weiter unten erörterten Simulationsbeispiels (Schaubild 4).

Übersicht 2a zeigt die Organisationsformen der Viehhaltung, die in Betracht gezogen werden. Sie entsprechen den Alternativen $A_1 \dots A_n$ der Übersicht 1. Die Organisation des Ackerbaus soll abgesehen von den durch die Futtermittelversorgung wechselnder Viehbestände bedingten Veränderungen gleich bleiben.

Als „mögliche Ereignisse“ werden hier bestimmte Preisrelationen betrachtet (Übersicht 2b). Die in Über-

sicht 2b wiedergegebenen Preisrelationen sollen alle den gleichen Erwartungswert haben.

Übersicht 2c zeigt dann die Schwankungen des Arbeitseinkommens bei verschiedenen Organisationsformen und wechselnden Preisen. Die Arbeitseinkommen entsprechen den a_{ij} Werten der Übersicht 1.

Die in der Entscheidungstheorie erörterten Verhaltensweisen unterscheiden sich im wesentlichen durch die individuelle Grundhaltung gegenüber Unsicherheit.

Das Prinzip des unzureichenden Grundes und das Prinzip des kleinsten Nachteils

Aus dem Prinzip des unzureichenden Grundes leitet sich die älteste Entscheidungsregel ab. Es geht auf Laplace zurück und entspricht der Logik des Tatbestandes der Unsicherheit, wenn die subjektive Einstellung des Unternehmers und der objektiv gegebene Tatbestand, daß innerhalb des abgegrenzten Unsicherheitsbereiches alle Ergebnisse gleich wahrscheinlich sind, übereinstimmen.

Das Prinzip des unzureichenden Grundes beruht auf folgenden Überlegungen: Da innerhalb des abgegrenzten „praktischen Bereichs“ keine Aussage über die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens der einzelnen Ereignisse gemacht werden kann, müssen alle Ereignisse als mit gleicher Chance ausgestattet betrachtet werden. Unter den möglichen Alternativen sollte daher diejenige mit dem höchsten durchschnittlichen „Gewinn“ ausgewählt werden. Der durchschnittliche Gewinn errechnet sich für die in Übersicht 1 dargestellten Alternativen jeweils aus:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}/n$$

Im Beispiel (Übersicht 2) wird nach dieser Entscheidungsregel die Organisationsform Milchviehhaltung, Schweinehaltung (A_1) ausgewählt.

Das von Niehans²¹⁾ vorgeschlagene Prinzip des kleinsten Nachteils entspricht im wesentlichen dem Prinzip vom unzureichenden Grund. Nach dem Prinzip des kleinsten Nachteils ist unter zwei in Betracht kommenden Alternativen stets diejenige mit dem kleinsten relativen Nachteil auszuwählen. Der relative Nachteil errechnet sich durch den Vergleich der Gewinne einer Alternative bei einem Ereignis E_1 mit dem größtmöglichen Gewinn, der bei Eintreffen dieses Ereignisses hätte erzielt werden können, wenn statt A_1 eine der anderen Alternativen realisiert worden wäre. Unter den in Betracht kommenden Alternativen wählt Niehans dann diejenige mit dem größtmöglichen Vorteil bei Eintreffen eines der Ereignisse aus. Zweckmäßig erscheint es jedoch, diejenige mit dem relativ kleinsten durchschnittlichen Nachteil auszuwählen. Der relative Nachteil einer Alternative A_1 bei einem Ereignis E_1 errechnet sich durch Vergleich des Gewinns bei A_1 in E_1

²¹⁾ Niehans, J.: Zur Preisbildung bei ungewissen Erwartungen. — Schweiz. Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 1948, S. 433 f

Übersicht 2: Wahlsituation eines landwirtschaftlichen Betriebes bezüglich wechselnder Formen der Viehhaltung (Beispiel)

2 a. In Betracht gezogene Organisationsformen der Viehhaltung				
Alternativen	Kühe mit selbsterg. Nachzucht (Stück)	Bullen (Stück)	Mastschweine (Stück pro Jahr)	Zuchtsauen (Stück)
A ₁	9	.	500	.
A ₂	11	5	200	.
A ₃	16	.	.	.
A ₄	.	.	.	25

2 b. Preisrelationen mit gleichen Erwartungswerten				
Bezeichnung in Übersicht 2 c	Milchpreis (DM/kg)	Bullenpreis (DM/kg Lebendgewicht)	Schweinepreis (DM/kg Lebendgewicht)	Ferkelpreis (DM Stück)
E ₁	0,36	2,30	2,30	40
E ₂	0,33	2,30	2,10	35
E ₃	0,36	2,30	2,00	30
E ₄	0,33	2,50	2,60	50

2 c. Arbeitseinkommen bei verschiedenen Organisationsformen der Viehhaltung und wechselnden Preisen						
Alternativen	Preisrelationen (Ereignisse)				Entscheidungskriterien	
	E 1	E 2	E 3	E 4	$\sum a_{ij}/4$	kleinst. mögl. Nachteil nach Hurwicz $\beta = 0,5$
	Arbeitseinkommen (einschl. Eink. aus Ackerbau)					
A ₁	40 000	30 300	26 000	50 300	36 650 ¹⁾	- 325 ²⁾
A ₂	35 200	29 300 ³⁾	29 600	35 900	32 500	- 3 850
A ₃	30 300	27 800	30 300	27 800	29 050	- 3 450
A ₄	37 000	27 000	22 000	52 000 ⁴⁾	34 500	- 1 525

1) Auswahl nach dem Prinzip des unzureichenden Grundes. — 2) Nach dem Prinzip des kleinsten relativen Nachteils. — 3) Auswahl nach Wahl. — 4) Nach Hurwicz, $\beta=0$. — 5) Nach Hurwicz, $\beta=0,5$.

mit der bestmöglichen Alternative zu A₁ in E₁. Im Beispiel wird nach dem Prinzip des kleinsten Nachteils die Alternative A₁ ausgewählt²²⁾.

Das Pessimismus-Optimismus-Kriterium von Wald und Hurwicz²³⁾

Während bei Anwendung des Prinzips des unzureichenden Grundes davon ausgegangen wird, daß die Haltung des Unternehmers weder optimistisch noch pessimistisch ist, gehen Wald und Hurwicz von einer bestimmten pessimistischen bzw. optimistischen Haltung gegenüber Unsicherheit aus.

Wald unterstellt, daß der Unternehmer immer den schlechtesten unter den gleich wahrscheinlichen Ereignissen Rechnung trägt. Dementsprechend werden unter den möglichen Alternativen diejenigen, die bei pessimistischer Erwartung den höchsten Gewinn erbringen, ausgewählt. Statt einer Alternative ist die Auswahl einer Kombination von Alternativen denkbar. Unter der Bedingung, daß nur reine Strategien zulässig sind, wird im

Beispiel nach dem Wald-Kriterium A₂ (Milchviehhaltung, Bullenmast und Schweinehaltung) ausgewählt. Dabei ist hier unterstellt, daß in dem Arbeitseinkommen alle Kosten- (einschl. der Informationskosten) und Einkommensunterschiede zum Ausdruck kommen.

Hurwicz geht statt dessen von der jeweils schlechtesten und der jeweils besten Erwartung für die einzelnen Alternativen aus. Er konstruiert einen Pessimismus-Optimismus-Index β ($0 \leq \beta \leq 1$) und errechnet aus $\beta \min_j a_{ij} + (1 - \beta) \max_j a_{ij}$ einen Entscheidungsindex.

$\min_j a_{ij}$ maximalen Gewinn bei absolut pessimistischer Erwartung,

$\max_j a_{ij}$ maximaler Gewinn bei absolut optimistischer Erwartung.

Wenn der Unternehmer vollkommen optimistisch ist, wird $\beta=0$. Die Auswahl erfolgt auf Grund des Maximums der jeweils maximalen a_{ij} -Werte (im Beispiel A₄). Wenn der Unternehmer vollkommen pessimistisch ist, wird $\beta=1$ und das Auswahlkriterium entspricht demjenigen von Wald. Bei einem β -Wert von 0,5 ergeben sich im Beispiel die in Übersicht 2 ausgewiesenen Werte. In diesem Fall würde gleichfalls die Alternative A₄ (Schweinemast mit Ferkelaufzucht) ausgewählt werden.

Shackles Theorie der potentiellen Überraschungen

Die bislang beschriebenen Theorien gehen vom Tatbestand objektiver Chancengleichheit (bzw.

²²⁾ Vgl. auch Savage, L. J.: The theory of statistical decision. Journ. americ. stat. assoc. 48, S. 238 f.

²³⁾ Wald, A.: Statistical decision functions which minimize the maximum risk. In: Annals of mathematics, Bd. 46 (1945), S. 265 f. — Hurwicz, L.: Optimality criteria for decision making under ignorance. — Cowles Commission paper No. 355, Chicago 1951. — Dillon, J. L. und Heady, E. O.: Theories of choice in relation to farmer decisions. Ames/Iowa Oct. 1960, Res. Bul. 485.

vom Tatbestand objektiv meßbarer Wahrscheinlichkeitskoeffizienten) aus. Sie berücksichtigen jedoch bestimmte Verhaltensweisen, in denen die subjektive Einschätzung der Wahrscheinlichkeit zum Ausdruck kommt. Diese Einschätzung (Optimismus, Pessimismus, Indifferenz) bestimmt die Entscheidung. Sie ist bei gegebener Einschätzung der subjektiven Wahrscheinlichkeit vollkommen rational. Die Rationalität ist nachprüfbar. Anders ausgedrückt kann man sagen, in den bisher beschriebenen Theorien kommt die Wagnisfreudigkeit des Unternehmers ausschließlich in der subjektiven Einschätzung der Wahrscheinlichkeit zum Ausdruck. Individuelle Wagnisfreudigkeit und subjektive Einschätzung der Wahrscheinlichkeit werden auf einen Nenner gebracht.

Im Gegensatz dazu werden subjektive Wahrscheinlichkeit und Wagnisfreudigkeit des Unternehmers in Shackles System der potentiellen Überraschungen als getrennte Einflußgrößen behandelt²⁴⁾.

In Shackles System der potentiellen Überraschungen, das in den neueren Arbeiten über das Unsicherheitsproblem größte Beachtung gefunden hat, werden jeweils die Verlustmöglichkeiten und die Gewinnmöglichkeiten mit der „potentiellen Überraschung“ gewogen, die ihr Eintreffen für den Unternehmer hervorrufen würde. Aus der Wägung von Verlusten und Gewinnen mit ihrer jeweiligen potentiellen Überraschung ergeben sich einander gleichwertige Gewinn- und Verlustpaare. Die Auswahl zwischen diesen Paaren wird durch die Wagnisfreudigkeit des Unternehmers bestimmt. Eine objektive Einschätzung der Rationalität des Verhaltens ist dementsprechend auch dann nicht möglich, wenn die Einschätzung der subjektiven Wahrscheinlichkeit bekannt ist.

Die Rolle des Betriebsleiters im Lichte der Entscheidungstheorie

Außer den hier erwähnten Verhaltensweisen sind in der Entscheidungstheorie noch eine Reihe weiterer möglicher Verhaltensweisen beschrieben worden²⁵⁾. Die dargestellten Entscheidungsregeln mögen jedoch genügen, um zu zeigen, daß es eine objektive rationale Verhaltensweise bei Unsicherheit nicht gibt. Die Rationalität des Verhaltens ist nur bei gegebener Grundhaltung gegenüber dem Tatbestand der Unsicherheit feststellbar. Dementsprechend gibt es bei Vorliegen von Unsicherheit kein objektives, von der Persönlichkeit des Unternehmers unabhängiges Optimum.

Mit dieser Erkenntnis erfährt die Rolle der Persönlichkeit des Betriebsleiters in der Wirtschaftstheorie eine grundlegende Wandlung. War sie bislang im wesentlichen ein Faktor, auf den alle Abweichungen von der rationalen Verhaltensweise bei Geltung des Erwerbsprinzips zurückgeführt wurden, so wird sie im Lichte der modernen Entscheidungstheorie zu einer unabhängigen Variablen, die außer den Preis- und Ertragsersparungen auch bei rationaler, ausschließlich am Erwerbs-

prinzip orientierter Betrachtungsweise einen selbständigen Einfluß auf das Betriebsoptimum hat. Geht man beispielsweise von dem entscheidungstheoretischen Ansatz von Hurwicz aus und unterstellt, daß der Optimismus-Pessimismus-Index β (der genau genommen eine subjektive Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines Ereignisses $E_1 \dots E_n$ ausdrückt) für jeden Unternehmer ein anderer ist, so gibt es zwischen den Alternativen, die das Maximum bei minimalem Risiko bezeichnen (Wald), über die nach dem Prinzip des unzureichenden Grundes gewählte Alternative bis hin zu dem Maximum bei maximalem Risiko eine Vielzahl von „jeweils optimalen“ Entscheidungen.

In der Wirtschaftstheorie wird diese Erkenntnis der Entscheidungstheorie künftig zu berücksichtigen sein. Um die hier skizzierten Ansätze der allgemeinen Entscheidungstheorie zu einer Theorie der wirtschaftlichen Entscheidungen umzuformen, bedürfen sie jedoch einiger wesentlicher Erweiterungen.

Notwendige Erweiterungen des entscheidungstheoretischen Ansatzes

Die erforderlichen Erweiterungen des entscheidungstheoretischen Ansatzes betreffen die Berücksichtigung der Beziehungen, die zwischen der Größe des Unsicherheitsbereiches, der Länge des Planungszeitraumes und der Anpassungsfähigkeit (Elastizität) des Betriebsplanes bestehen. Die Berücksichtigung dieser Faktoren leitet zu einer dynamischen Betrachtung über²⁶⁾.

In Übersicht 1 ist die Entscheidungssituation des Unternehmers als statisches Problem (ohne Berücksichtigung des Zeitfaktors) dargestellt. Die statische Betrachtungsweise schließt zwei Hypothesen ein:

1. Die Ereignisse $E_1 \dots E_n$ und die ihnen jeweils zugeordneten Erwartungswerte sind von der Zeit unabhängig.
2. Nachdem eine der Alternativen $A_1 \dots A_n$ gewählt worden ist, bestehen im Betrieb keine Anpassungsmöglichkeiten mehr.

Beide Annahmen entsprechen der Wirklichkeit in der Mehrzahl der Fälle nicht. Wenn der Planungshorizont eines Unternehmers im Zeitpunkt t_0 die Zeitpunkte $t_1 \dots t_n$ einschließt, so gibt es im Zeitpunkt t_0 für jeden der Zeitpunkte $t_1 \dots t_n$ einen spezifischen Unsicherheitsbereich. Die praktischen Unsicherheitsbereiche zu verschiedenen Zeitpunkten unterscheiden sich im allgemeinen durch ihre Größe und (oder) durch die den einzelnen Ereignissen zugeordneten Erwartungswerte.

In vielen Fällen kann man davon ausgehen, daß die Preiserwartungen für einen Zeitpunkt t_n von den Preisen bzw. Preiserwartungen in den t_n vorangehenden Zeitpunkten abhängen. So wird beispielsweise in den einfachen Schätzungsmodellen für die Ermittlung der Preiserwartungen unterstellt, daß der erwartete Preis in einem bestimmten Zeitpunkt t_0 entweder von den Preisen in den t_0 vorausgehenden Zeitpunkten $t_{-1} \dots t_{-n}$ oder von

²⁴⁾ Shackles, G. L. S.: Expectations in economics, 2. Aufl., Cambridge 1952.

²⁵⁾ Vgl. auch Simon, H. A.: Models of Man. New York 1957.

²⁶⁾ Hart, A. G.: Anticipations, Uncertainty and Dynamic Planning. Chicago 1940, Neue Ausgabe New York 1951.

den Differenzen zwischen den erwarteten Preisen und den tatsächlichen Preisen in diesen Zeitpunkten abhängt²⁷⁾.

Die Größe des Unsicherheitsbereichs und damit im engen Zusammenhang stehend der Wahrscheinlichkeitsgrad von Preis- und Ertragserwartungen sind eine Funktion der Zeit. Genauer: die Größe des praktischen Unsicherheitsbereichs und die Erwartungswerte der in diesen Unsicherheitsbereich fallenden Ereignisse lassen sich immer nur an einem Zeitpunkt t_0 für einen bestimmten Zeitpunkt t_x angeben. Mit fortlaufender Annäherung an t_x sind die Größe des Unsicherheitsbereichs (unter Umständen seine „Lage im Möglichkeitsbereich“) und die Erwartungswerte der in den jeweiligen Unsicherheitsbereich fallenden Ereignisse (Preise und Erträge) ständigen Veränderungen unterworfen. Diese Erkenntnis macht es erforderlich, die Anpassungsfähigkeit des Betriebsplanes als einen Faktor zu berücksichtigen, der das Verlustrisiko (das Risiko des Gewinnentgangs) entscheidend beeinflusst.

Unterstellt man beispielsweise, daß es sich bei den in Übersicht 1 dargestellten Ereignissen um bestimmte Preisrelationen handelt, so ist bei sicheren Erwartungen jeder dieser Preisrelationen $E_1 \dots E_n$ eine der für die Gestaltung des Betriebes bestehenden Alternativen optimal zugeordnet. Anders ausgedrückt: zu jeder Preisrelation $E_1 \dots E_n$ gibt es jeweils eine optimale Betriebsorganisation $A_1 \dots A_n$. Die Möglichkeit, daß im Zeitpunkt t_1 ein Gewinnentgang (Verlust) in Kauf genommen werden muß, weil von den Preisen, die in t_0 mit gleicher Wahrscheinlichkeit erwartet werden, nur einer realisiert wird, ist offenbar dann nicht vorhanden, wenn die Betriebsorganisation im Zeitpunkt t_1 den tatsächlichen Preisen ohne zusätzliche Kosten und ohne zeitlichen Verlust optimal angepaßt werden kann.

Die Verlustmöglichkeiten erreichen die Höhe der Differenz zwischen den a-Werten der Übersicht 1 bzw. 2, wenn eine Anpassung der im Zeitpunkt t_0 gewählten Alternativen an die tatsächlichen Preise in t_1 nicht vorgenommen werden kann.

In der Wirklichkeit sind vollständige Anpassungsfähigkeit und vollständiges Fehlen jeder Anpassungsmöglichkeit selten zu finden. Die Betriebsorganisation kann in den meisten Fällen einer Veränderung der Preiserwartungen in Zeitpunkt t_1 mit einer gewissen Verzögerung und unter Inkaufnahme bestimmter Umstellungskosten angepaßt werden.

Zeitliche Verzögerung und Umstellungskosten bestimmen die Elastizität des Betriebsplanes²⁸⁾.

Man kann von vollkommener Elastizität sprechen, wenn eine Umstellung des Betriebsplanes auf alle im praktischen Unsicherheitsbereich

denkbaren Preisrelationen ohne zeitliche Verzögerung und ohne Umstellungskosten möglich ist.

Vollkommene Starrheit (Unelastizität) liegt vor, wenn während der gesamten Betrachtungs-(Planungs-)periode keine Möglichkeit besteht, eine einmal gewählte Betriebsorganisation den Veränderungen von Preisen und Erträgen anzupassen.

Unvollkommene Elastizität bezeichnet die zwischen diesen Extremen liegende Möglichkeit.

Der Grad der Elastizität (der Grad der Unvollkommenheit der Elastizität) ist ein Faktor, der die Gewinn- und Verlustmöglichkeiten und das Entscheidungsrisiko bei gegebener Wahrscheinlichkeit der Erwartungen wesentlich beeinflusst.

Zusammenfassend läßt sich sagen, die Entscheidung des Unternehmers bei Unsicherheit wird durch vier Faktoren wesentlich beeinflusst.

1. Durch die Größe des praktischen Unsicherheitsbereichs und damit im engen Zusammenhang stehend durch die objektive und subjektive Einschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens bestimmter Preise und Erträge.
2. Durch die Wagnisfreudigkeit des Unternehmers, soweit diese nicht bereits in der subjektiven Einschätzung der Wahrscheinlichkeit zum Ausdruck kommt.
3. Durch die Gewinn- und Verlustmöglichkeiten der in Betracht kommenden Alternativen im praktischen Unsicherheitsbereich von Preisen und Erträgen.
4. Durch die Elastizität der alternativen Pläne im Hinblick auf die Anpassungsmöglichkeiten im praktischen Unsicherheitsbereich.

Da eine Ermittlung der quantitativen Größe des Unsicherheitsbereiches und der Elastizität der Betriebsorganisation im Hinblick auf diesen Unsicherheitsbereich nur in einem bestimmten Zeitpunkt t_0 für einen bestimmten Zeitpunkt t_x möglich ist, und da sich beide Werte im Zeitablauf ständig verschieben, lassen sich die Theorie der Entscheidung und die Theorie des wirtschaftlichen Optimums nur bei dynamischer Betrachtung integrieren.

Der Integration von Entscheidungstheorie und wirtschaftlicher Optimumstheorie stehen dabei unter anderem folgende Schwierigkeiten entgegen: In Übersicht 1 und 2 sind unter den Preisen (Ereignissen) ganz bestimmte Preise (Preisrelationen) als gleich wahrscheinlich betrachtet worden. Tatsächlich sind jedoch alle in den praktischen Unsicherheitsbereichen fallende Preise (Ereignisse) möglich. Genauer: bei den Ereignissen (Preisen und Erträgen) handelt es sich um kontinuierliche Variable, die in Übersicht 1 und 2 als ganzzahlige Größen behandelt werden. Der jeweils in Betracht gezogene Unsicherheitsbereich ist jedoch ein n-dimensionaler Raum, der eine praktisch unbegrenzte Fülle von Möglichkeiten und Möglichkeitskombinationen einschließt. Jeder dieser Möglichkeiten ist unter neoklassischen Annahmen (unbegrenzte Teilbarkeit der Produktionsmittel innerhalb bestimmter Grenzen, unbegrenzte Substitutionsmöglichkei-

²⁷⁾ Vgl. hierzu Nerlove, M.: Time-Series Analysis of the Supply of Agricultural Products. In: Heady, Baker, Diesslin, Kehrberg and Staniforth: Agricultural Supply Functions — Estimating Techniques and Interpretation, Ames (Iowa) 1961. — Weinschenck, G.: Probleme der quantitativen Angebotsanalyse auf Agrarmärkten. — Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 120. Bd. 2, H. 1964.

²⁸⁾ Hart, A. G.: Anticipations, Uncertainty and Dynamic Planning. Chicago 1940, a.a.O.

ten) eine optimale Alternative zugeordnet. Das Entscheidungsproblem ist unter solchen Bedingungen wegen der Fülle der bestehenden Alternativen nur schwer zu überschauen.

Im Gegensatz zu den neoklassischen Voraussetzungen liegt den Programmierungsmodellen bekanntlich im allgemeinen die Annahme zugrunde, daß die Produktions-(Kosten-)funktionen diskontinuierlich linear verlaufen. Statt unbegrenzter Substitutionsmöglichkeiten wird unterstellt, daß aus technischen Gründen nur eine begrenzte Zahl von Faktorkombinationen möglich sei. Die Wahlmöglichkeiten des Unternehmers beschränken sich auf eine begrenzte Zahl von Produktionsverfahren.

Unter solchen Bedingungen läßt sich das Entscheidungsproblem trotz der n-dimensionalen Form des Unsicherheitsbereichs durch Unterscheidung von stabilen und unstabilen Elementen der Betriebsorganisation auf ein in der Regel überschaubares Ausmaß reduzieren²⁹⁾.

Stabile und instabile Elemente der Betriebsorganisation

Die Möglichkeit, stabile und instabile Elemente der Betriebsorganisation zu unterscheiden, beruht auf folgendem Zusammenhang. Bei Vorherrschen diskontinuierlich linearer Kostenfunktionen läßt sich für jedes Prozeßniveau ein bestimmter Preisbereich festlegen, dem es optimal zugeordnet ist³⁰⁾.

Unter stabilen Elementen werden diejenigen Prozeßniveaus verstanden, die dem gesamten „praktischen Unsicherheitsbereich“ der Preise (Erträge) optimal zugeordnet sind.

Beispiel

In dem in Schaubild 4 beschriebenen Beispiel sind alle im praktischen Unsicherheitsbereich denkbaren Preise (die den in Betracht gezogenen Preisänderungen näherungsweise gleichgesetzt werden können) 20 ha Getreide optimal zugeordnet. Dementsprechend kann der Getreidebau mit einem Prozeßniveau von 20 ha zu den stabilen Elementen der Betriebsorganisation gezählt werden.

Unter unstabilen Elementen sind diejenigen Prozeßniveaus zu verstehen, die nur einem Teil der Preise im praktischen Unsicherheitsbereich optimal zugeordnet sind.

Im Beispiel Schaubild 4 ist die Sauenhaltung in nur drei Fällen mit jeweils unterschiedlichem Niveau vorhanden. Die Sauenhaltung zählt dementsprechend zu den unstabilen Elementen der Betriebsorganisation.

Zwischen stabilen und unstabilen Elementen sind natürlich alle Übergänge denkbar. Jedem Prozeßniveau kann ein bestimmter Stabilitätsgrad zugeordnet werden.

Der Stabilitätsgrad eines bestimmten Prozeßniveaus hängt einerseits von der Größe des praktischen Unsicherheitsbereichs und andererseits von den Erwartungswerten der Preis-(Ertrags-)erwartungen im Unsicherheitsbereich ab. Dabei sind alle

Grade von Stabilität denkbar. Für praktische Zwecke ist es daher sinnvoll, die Definition von stabilen und unstabilen Elementen etwas zu lokalisieren und zu sagen, zu den stabilen Elementen der Betriebsorganisation zählen diejenigen Prozeßniveaus, die über den größeren Bereich oder in dem Bereich mit einem bestimmten Mindestniveau der Erwartungswerte der Preiserwartungen in den optimalen Lösungen enthalten sind. Zu den unstabilen Elementen zählen diejenigen Prozeßniveaus, die in dem größeren Bereich oder im Bereich eines bestimmten Mindestniveaus der Erwartungswerte der Preiserwartungen nicht in den Optimumsplänen enthalten sind.

Bei Verwendung dieser an sich unscharfen Definition wird die Abgrenzung von stabilen und unstabilen Elementen in gewissen Grenzen einem subjektiven Urteil unterworfen. Das entspricht dem Charakter von Entscheidungen unter Unsicherheit.

Die Ermittlung von stabilen und unstabilen Elementen mit Hilfe von Simulationsmodellen

Die Ermittlung von stabilen und unstabilen Elementen der Betriebsorganisation erfolgt durch Kombination von Programmierungs- mit Simulationsmodellen. Simulationsmodelle sind in Forschung und Lehre für die Durchführung von „Unternehmensspielen“ entwickelt worden³¹⁾. Bei den Unternehmensspielen, die nicht mit der Spieltheorie in Zusammenhang gebracht werden dürfen, handelt es sich um eine Art von Modellkalkulation unter wechselnden Umweltbedingungen, wie sie beispielsweise in Völkenrode entwickelt wurde³²⁾. Der Unterschied zu der in Völkenrode entwickelten Modellkalkulation besteht im wesentlichen darin, daß die Unternehmensspiele mit Hilfe von Elektronenrechnern durchgeführt werden.

Die größere Rechenkapazität und die größere Rechengeschwindigkeit elektronischer Rechenmaschinen ermöglicht es, einen größeren Teil der Umweltbedingungen zu simulieren, zugleich kann die Betrachtung, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, dynamisch gestaltet werden, indem die Simulation während des Rechenprozesses erfolgt. Der Erkenntniswert solcher „Unternehmensspiele“ in seiner bisherigen Form ist allerdings gering, weil die Auswahl der Anpassungsmöglichkeiten an die jeweils durch Simulation veränderten Umweltbedingungen nicht nach dem Rationalprinzip erfolgt.

Die Beziehungen zwischen einer Veränderung der Umweltbedingungen und einer Veränderung der Betriebsorganisation lassen sich bei rationaler Anpassung unter bestimmten Voraussetzungen durch Kopplung von Simulation und linearer Pro-

²⁹⁾ Renborg, U.: Studies on the planning environment of agricultural firm. Uppsala 1962.

³⁰⁾ Weinschenck, G.: Die optimale Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes. Hamburg 1964, S. 22 f.

³¹⁾ Eisgruber, L. M. und Hesselbach, J. L.: Möglichkeiten und Grenzen von Unternehmensplanspielen und Betriebssimulatoren in der landwirtschaftlichen Betriebslehre und Forschung. — Agrarwirtschaft, Jg. 13 (1964), S. 88 f. — Dieselben: Farm Management Game. IBM Agricultural Symposium, Endicoll, New York 1963, S. 299 f. — Luce, R. D. und Raiffa, H.: Games and decisions, Introduction and critical Survey. New York 1957.

³²⁾ Bergmann, H.: Aufbau und Berechnung eines Betriebsmodells. Agrarwirtschaft Jg. 3 (1954), S. 304.

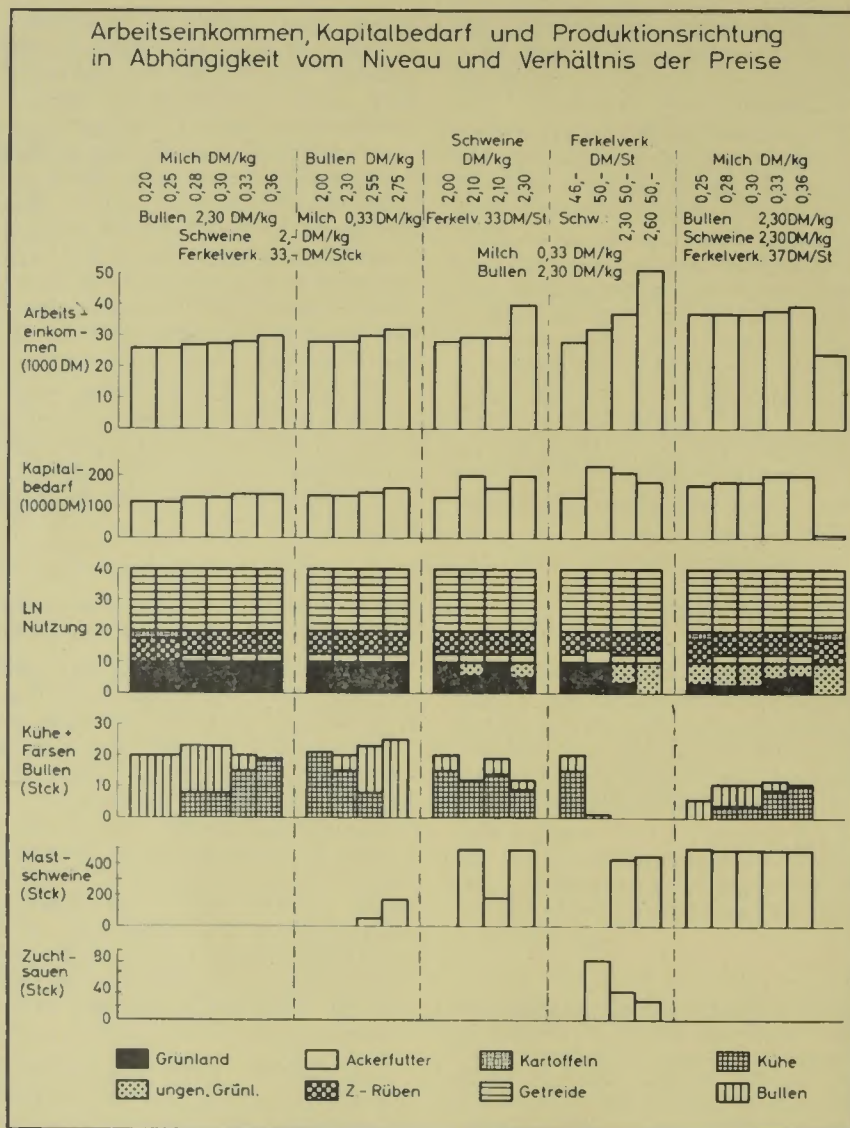


Schaubild 4

grammierung ohne Schwierigkeiten ermitteln. Unter statischen Voraussetzungen und im Hinblick auf die Fragen der Planung unter Unsicherheit läßt sich dieses Verfahren wie folgt beschreiben: Im praktischen Unsicherheitsbereich der Preise (Erträge) wird eine Reihe von Punkten fixiert. Jeder Punkt stellt ein bestimmtes Niveau und Verhältnis der Preise dar. Für jeden Punkt wird dann der diesem zugeordnete optimale Plan errechnet.

Wenn der Abstand der Punkte im Unsicherheitsbereich richtig gewählt ist, können durch einen Vergleich der Pläne die stabilen und instabilen Elemente der Betriebsorganisation ermittelt werden. Diese Aussonderung gestattet es, den Bereich, in dem eine objektive rationale Entscheidung wegen der herrschenden Unsicherheit nicht möglich ist, beträchtlich einzugrenzen.

Schaubild 4 zeigt ein Beispiel³³⁾. Es handelt sich

³³⁾ Das Beispiel ist entnommen, Meinhold, K., Skomroch, W.: Investitionsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb. Zur Veröffentlichung bestimmtes Manuskript, Stuttgart-Hohenheim 1964.

um einen 40 ha großen Ackerbaubetrieb mit 10 ha absolutem Grünland und 2 Arbeitskräften, für den das „langfristige Optimum“ zu ermitteln ist. Der praktische Unsicherheitsbereich, für den die Preise simuliert worden sind, ist in Schaubild 4 ersichtlich. Unter dem Gesichtspunkt der Gliederung in stabile und instabile Elemente ergibt sich:

1. Zuckerrüben- und Getreidebau zählen zu den stabilen Elementen.
2. Allen übrigen Produktionsverfahren kann nur ein bestimmter Stabilitätsgrad zugeordnet werden. Im einzelnen ergibt sich:
 - a. wenn Milchpreise unter 0,30 DM/kg und das Zusammentreffen von Schweinepreisen von über 2,60 DM je kg Lebendgewicht mit Milchpreisen von weniger als 0,33 DM/kg als langfristig sehr unwahrscheinlich betrachtet werden, können auch 7 Kühe zu den stabilen Elementen gezählt werden,
 - b. die Summe aus Kühen und Bullen addiert sich in allen Fällen zu 10 bis 12 Tieren außer bei

WEINSCHENCK: BETRIEBSPLANUNG BEI UNVOLLKOMMENER INFORMATION
 Schweinepreise
 gewicht, die mit
 als 2,60 DM je kg
 sind. Ein Stück
 kann ebenfalls
 ist werden.
 c. wenn bei dem
 ein Schweinepreis
 Lebendgewicht
 ist wird kann
 einer Aussonde-
 stabiles Element
 d. Stabilitätsgrad
 nur in wenigen
 ein. Sie zählen
 Zusammenfassend
 duse von Simulation
 die Gefahr einer
 liehen von Unsicher-
 werden. Die Einschä-
 Einzelbetrieb beinhal-
 seiner Umweltbeding-
 Die Anwendung von
 daher die zur Ziel-
 praktischer Wirtschaft-
 schaftlicher Theorie.
 Simulationsmodelle
 Die Anwendung
 praktischen Betrieb-
 produkt³⁴⁾. Sie läßt
 praktische Landwirt-
 dem Zahl - erwei-
 Diese entsprechen
 Preis- und Ertrags-
 punkt. Gleichzeitig
 schen und Milchschä-
 Jeder der vorzeleb-
 praxis orientierte
 jeweils bestimmte,
 räumen. Aus diesen
 Kosten der Durch-
 Ziele und die Planung
 Melze ersehen. Er
 nen rundher 2 bis 3
 betriebswirtschaftl., Fu-
 sowie den Geld- und
 Finanzierungsver-
 zur eingehenden Zähl-
 Simulationsmodelle
 etzel, die Entschei-
 können zu machen
 Verhaltensweise
 orientiert ist. Darü-
 rationale Entschei-
 unternehmensmäßig
 die Gewinnmaximie-
 Simulationsmodelle
 Zielfunktion³⁵⁾
 Am Anfang wurde
 daß die Meistert-
 Zielsetzung nicht

Schweinepreisen über 2,30 DM je kg Lebendgewicht, die mit Bullenpreisen von weniger als 2,30 DM je kg Lebendgewicht verbunden sind. Ein Stall mit 10 bis 12 Standplätzen kann gleichfalls als stabiles Element betrachtet werden,

- c. wenn bei dem Niveau der übrigen Preise ein Schweinepreis von weniger als 2,10 DM/kg Lebendgewicht als unwahrscheinlich betrachtet wird, kann auch die Schweinehaltung mit einer Ausdehnung von 200 Standplätzen als stabiles Element betrachtet werden,
- d. Sauenhaltung und Bullenmast gehen dagegen nur in wenigen Fällen in die optimale Lösung ein. Sie zählen zu den unstabilen Elementen.

Zusammenfassend ergibt sich: durch die Verbindung von Simulation und Programmierung kann die Gefahr einer falschen Entscheidung bei Vorliegen von Unsicherheit beträchtlich vermindert werden. Die Entscheidungssituation, in der sich der Einzelbetrieb befindet, wird durch die „Simulation seiner Umweltbedingungen“ besser durchschaubar. Die Anwendung von Simulationsmodellen bildet daher die zur Zeit wichtigste Brücke zwischen praktischer Wirtschaftsberatung und betriebswirtschaftlicher Theorie.

Simulationsmodelle in der Wirtschaftsberatung

Die Anwendung von Simulationsmodellen in der praktischen Betriebsberatung wird gegenwärtig erprobt³⁴⁾. Sie läßt sich wie folgt beschreiben: Der praktische Landwirt wird zunächst mit einer größeren Zahl — etwa 20 — Plänen konfrontiert. Diese entsprechen den Optimumsplänen bzw. den Preis- und Ertragsersparungen im Planungszeitpunkt. Gleichzeitig tragen sie besonderen Wünschen und Möglichkeiten des Landwirts Rechnung. Jeder der vorgelegten Pläne stellt die am Rationalprinzip orientierte Lösung für bestimmte Preis- und Ertragsersparungen dar und berücksichtigt jeweils bestimmte, nicht wirtschaftliche Zielsetzungen. Aus diesen Plänen kann der Landwirt die Kosten der Durchsetzung nicht wirtschaftlicher Ziele und die Risiken der einzelnen Pläne unmittelbar ersehen. Er wählt aus den vorgelegten Plänen zunächst 2 bis 3 aus, die im Hinblick auf Arbeitsvoranschlag, Futter- und Düngervoranschlag sowie den Geld- und gegebenenfalls den Dünger- und Finanzierungsvoranschlag durchgerechnet und zur endgültigen Entscheidung vorgelegt werden.

Simulationsmodelle sind jedoch nicht nur geeignet, die Entscheidungssituation besser durchschaubar zu machen, wenn die unternehmerische Verhaltensweise ausschließlich am Erwerbsprinzip orientiert ist. Darüber hinaus erleichtern sie eine rationale Entscheidung auch dann, wenn sich die unternehmerischen Ziele nicht ausschließlich auf die Gewinnmaximierung richten.

Simulationsmodelle und unternehmerische Zielfunktion³⁵⁾

Am Anfang wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Mehrdeutigkeit der unternehmerischen Zielfunktion nicht ausschließlich auf den Zustand

unvollkommener Information zurückzuführen ist. Theoretische und empirische Untersuchungen zeigen, daß die Gewinnmaximierung nicht als einziges Ziel der Unternehmung betrachtet werden darf³⁶⁾. Die Gewinnmaximierung ist vielmehr in das Ziel eingeschlossen, „einen maximalen Sättigungsgrad der angestrebten Erlebnisarten“ zu erreichen³⁷⁾.

Statt Gewinnmaximierung wird Nutzenmaximierung angestrebt, wobei das Nutzenmaximum schwierig zu definieren und schon gar nicht zu quantifizieren ist. Auf diese Problematik kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden.

Die Schwierigkeit, das „Nutzenmaximum“ (den maximalen Sättigungsgrad der angestrebten Erlebnisarten) zu ermitteln, beruht im wesentlichen darauf, daß einerseits die Preise der nicht monetären Wünsche im allgemeinen unbekannt sind und daß dementsprechend die Beziehungen zwischen Nutzenerhöhung und Kostenzuwachs bzw. Gewinnentgang, insbesondere im landwirtschaftlichen Bereich, keineswegs im Bewußtsein der Betriebsinhaber verankert sind. Andererseits sind die nicht auf den Gelderwerb gerichteten Ziele dem Gewinnstreben auch nicht von vornherein übergeordnet³⁸⁾. Genauer, in vielen Fällen besteht weder eine eindeutige Vorstellung über die Rangordnung der Bedürfnisse, noch werden die Beziehungen zwischen Bedürfnisbefriedigung und den dafür entstehenden Kosten in die Betrachtung einbezogen.

Die Kosten nicht monetärer Bedürfnisse, die direkt durch die Erwerbswirtschaft befriedigt werden sollen, sind Nutzungskosten (opportunity costs). Sie errechnen sich aus dem Gewinnverzicht, der mit ihrer Befriedigung verbunden ist. Dementsprechend lassen sie sich durch den Vergleich von Optimalplänen, in denen diejenigen Bedürfnisse, die durch die Erwerbswirtschaft direkt befriedigt werden, berücksichtigt sind, mit Optimalplänen errechnen, die diese Bedürfnisse unberücksichtigt lassen. Auf diesem Zusammenhang beruht die Möglichkeit der Verwendung von Simulationsmodellen. Simuliert man nämlich statt der Preise die verschiedenen, nicht monetären Bedürfnisse und die unterschiedliche Intensität ihrer Befriedigung, so lassen sich für eine ganze Skala von Bedürfnissen und Sättigungsintensitäten die Kosten ihrer jeweiligen Befriedigung ermitteln. Eine derartige Skala ist nicht nur Voraussetzung für die rationelle Befriedigung bestehender Bedürfnisse, sie ist darüber hinaus erforderlich, um die Rang-

³⁴⁾ Skomroch, W.: Lineare Programmierung und Betriebsberatung. Stuttgart-Hohenheim, in Vorbereitung.

³⁵⁾ Vgl. hierzu vor allem: Meinhold, K.: Die Ziele des Unternehmers als Problem der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. Unveröffentlichtes Manuskript, Stuttgart 1964.

³⁶⁾ Bareiß, G., Hruschka, E., Rheinwald, H.: Probleme des Beispielbetriebes. Stuttgart 1962. — v. Blankenburg, P.: Die Persönlichkeit des landwirtschaftlichen Betriebsleiters in der ökonomischen Theorie und der sozialen Wirklichkeit. Berichte über Landwirtschaft 35, 1957. — Boulding, K. E., Spivey, W. A.: The present position of the theory of the firm. In: Linear programming and the theory of the firm, New York 1960. — Katona, G.: Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer. Hrsg. v. E. Boettcher, Tübingen 1960.

³⁷⁾ Koch, H.: Theorie der Unternehmung als Globalanalyse, a.a.O.

³⁸⁾ Meinhold, K.: Die Ziele des Unternehmers als Problem der landwirtschaftlichen Betriebsplanung, a.a.O.

ordnung der Ziele der jeweils angestrebten „Erlebnisart“ rational anzupassen.

Man kann daher sagen, daß Simulationsmodelle die vielleicht wichtigste, bislang allerdings noch kaum genutzte Möglichkeit der Verknüpfung von „Haushalt“ und „Erwerbswirtschaft“ bieten. Ihre Anwendung macht es möglich, die gerade im landwirtschaftlichen Bereich wenig befriedigende Isolierung der Erwerbswirtschaft bis zu einem gewissen Grad aufzuheben.

Begrenzung des Aussagewertes

Die beschriebenen Möglichkeiten der kombinierten Anwendung von Simulation und Programmierung dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Entwicklung dieses Verfahrens noch in den Anfängen steckt. Sein Aussagewert ist zwar erheblich größer als derjenige einer einfachen Programmierungsrechnung, er ist jedoch gleichfalls noch Einschränkungen unterworfen.

Zunächst ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Unterscheidung von stabilen und unstabilen Elementen lediglich die Gefahr einer falschen Entscheidung verringert. Die Unsicherheit bezüglich der Einkommensschwankungen bleibt bestehen. Die Tatsache, daß eine Lösung in dem oben definierten Sinne stabil ist, besagt nicht, daß sie nicht größeren Einkommensschwankungen unterworfen sein kann, sondern sie besagt lediglich, daß diese Lösung im gesamten praktischen Unsicherheitsbereich als optimale Lösung für alle in diesen Unsicherheitsbereich fallende Preise und Preisrelationen zu betrachten ist.

Stabile Pläne sind daher stets unelastische Pläne, die innerhalb des Unsicherheitsbereiches keine wirtschaftlich sinnvollen Anpassungsmöglichkeiten bieten. Dementsprechend sind stabile Pläne häufig risikoreiche Pläne, wenn Kapitalbedarf und Liquidität in die Betrachtung einbezogen werden müssen.

Das Ausmaß der Einkommensschwankungen, das bei Verwirklichung von einem der Pläne zu erwarten ist, kann aus Schaubild 4 nicht unmittelbar abgelesen werden. Schaubild 4 gibt die für die angenommenen Preisrelationen jeweils optimale Lösung wieder. Dementsprechend weist es die Einkommensstreuung nur für die Annahme aus, daß die Organisation vollkommen elastisch ist.

Um die Folgen der Wahl einer Lösung vollkommen durchschaubar zu machen, muß Schaubild 4 daher durch eine Entscheidungsmatrix nach dem Muster der Übersicht 1 und durch eine Tabelle ergänzt werden, die die Kosten erkennen läßt, die jeweils bei Umstellung von einem unstabilen Element auf ein anderes entstehen.

Die wichtigsten Unzulänglichkeiten beruhen jedoch auf dem statischen Charakter der Betrachtungsweise. Die Zahl der stabilen Elemente einer Lösung hängt von der Betriebsorganisation im Zeitpunkt t_0 , insbesondere von der Ausrüstung mit dauerhaften Produktionsmitteln einerseits und von der Größe des praktischen Unsicherheitsbereichs für die Preis- und Ertragserwartungen sowie von der Höhe und den Unterschieden der Erwartungswerte für die Preise und Erträge im Unsicherheits-

bereich andererseits ab. Die Größe des Unsicherheitsbereichs und die Erwartungswerte der in den Unsicherheitsbereich fallenden Ereignisse werden durch den zeitlichen Abstand vom Betrachtungszeitpunkt t_0 beeinflusst. Sie lassen sich daher nur von einem Zeitpunkt t_0 für einen Zeitpunkt t_x bestimmen.

Dementsprechend läßt sich auch die Stabilität eines Prozeßniveaus nur an einem Zeitpunkt t_0 für einen Zeitpunkt t_x ermitteln. Das gilt in gleicher Weise für die Elastizität (Anpassungsfähigkeit) der Betriebsorganisation.

Stabilität eines Prozeßniveaus und Elastizität eines Betriebsplanes sind Begriffe, die erst bei dynamischer Betrachtung ihren vollen Sinn gewinnen.

Ansatz für eine dynamische Betrachtung

In der quantitativen Forschung ist der dynamischen Betrachtung betriebswirtschaftlicher Probleme vor allem in den letzten Jahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden. Im Hinblick auf den Aussagewert sind voll befriedigende Lösungen dabei nach Wissen des Verfassers bislang nicht erzielt worden. Jedoch sind einige Ansätze erkennbar, deren Weiterführung eine Verbesserung der erzielbaren Ergebnisse erhoffen läßt. Unter diesen Ansätzen sind vor allem zu nennen:

1. Die dynamische Programmierung. Die theoretischen und analytischen Grundlagen dieser Methode, die nicht mit der „dynamisch linearen“ Programmierung zu verwechseln ist, sind vor allem von Bellmann, Arrow, Carlin, Scarf und Dreyfus erarbeitet worden³⁹). Bei der dynamischen Programmierung handelt es sich um eine Methode, deren Ziel es ist, für einen mehrstufigen Produktionsprozeß nach einer optimalen Entscheidung für die Produktionsperioden $t_1 \dots t_n$ in Abhängigkeit von der Entscheidung für die t_1 vorgelagerte Produktionsperiode zu suchen.

Die mathematische Struktur dieses Verfahrens läßt sich in einfachster Form wie folgt beschreiben⁴⁰). Verfügbar sei ein Produktionsmittel x , das in zwei Teile geteilt werden kann (y und $x - y$). Die Gewinnfunktion habe die einfache Form

$$G(x, y) = g(y) + h(x - y) \tag{1}$$

Für die erste Produktionsperiode (Ausgangsperiode) gilt dann

$$G_0 = G(x_0, y_0) = g(y_0) + h(x_0 - y_0) \tag{2}$$

Unterstellt man, daß am Ende der Produktionsperiode t_0 die ursprünglich vorhandene Menge y_0 reduziert wird auf $a y_0$ und die ursprünglich vorhandene Menge $x_0 - y_0$ auf $b(x_0 - y_0)$ so

³⁹) Bellmann, R.: Dynamic programming. Princeton 1957. — Arrow, K. J., Carlin, S. und Scarf, H.: Studies on the mathematical theory of inventory and production. Stanford 1958. — Dreyfus, S. E.: A comparison of linear programming and dynamic programming. RAND Corporation, Paper No. P 885, June 1956. — Bellmann, R. E. und Dreyfus, S. E.: Applied dynamic programming (Princeton: Princeton University Press) 1962. — Howard, R.: Dynamic programming and markov processes. New York, Technology Press and Wiley, 1960.

⁴⁰) Bellmann, R.: Dynamic programming, a.a.O., S. 4 f.

sind am Beginn der zweiten Produktionsperiode verfügbar

$$a y_0 + b (x_0 - y_0) = x_1 = g (y_1) + h (x_1 - y_1) \quad (3)$$

Wiederholt man den Produktionsprozeß, so erhält man als Ergebnis der zweiten Produktionsperioden

$$G_1 = g (y_1) + h (x_1 - y_1) \quad (4)$$

Die Gewinngleichung für den 2-stufigen Produktionsprozeß lautet dann

$$G_{s2} (x_0, y_0, y_1) = g (y_0) + h (x_0 - y_0) + g (y_1) + h (x_1 - y_1) \quad (5)$$

$$0 \leq y_0 \leq x_0$$

$$0 \leq y_1 \leq x_1$$

Nimmt man statt eines 2-stufigen einen n-stufigen Produktionsprozeß an, so ergibt sich für den Gesamtgewinn über n Produktionsstufen

$$G_{sn} (x_0, y_0, y_1 \dots y_{n-1}) = g (y_0) + h (x_0 - y_0) + g (y_1) + h (x_1 - y_1) \dots + g (y_{n-1}) + h (x_{n-1} - y_{n-1}) \quad (6)$$

Die verfügbaren Mengen an x_i für die jeweils nachfolgenden Produktionsperioden ergeben sich dann wie folgt:

$$x_1 = a y_0 + b (x_0 - y_0)$$

$$x_2 = a y_1 + b (x_1 - y_1)$$

$$\vdots$$

$$x_{n-1} = a y_{n-2} + b (x_{n-2} - y_{n-2}) \quad (7)$$

Dabei ist jeweils

$$0 \leq y_i \leq x_i$$

Das Ziel besteht darin, das Maximum G_{sn} in Gleichung (6) zu suchen.

Zweifelloos bietet dieser Ansatz gewisse Möglichkeiten, dem Unsicherheitsproblem Rechnung zu tragen⁴¹⁾.

Die Schwierigkeit für eine generelle Anwendung besteht darin, einen Algorithmus für ein umfangreiches Problem mit der Struktur der Gleichung (6) zu finden⁴²⁾.

Dieses Problem ist bisher erst für einfache Fälle gelöst. Dementsprechend gibt es bislang auch erst wenige Probleme mit relativ einfacher Struktur, die mit Hilfe der dynamischen Programmierung gelöst werden könnten⁴³⁾.

2. Die dynamische, lineare Programmierung⁴⁴⁾. Die dynamische, lineare Programmie-

rung geht unmittelbar von dem Simplexansatz bei statischer Betrachtung aus. Für jede Produktionsperiode t_i wird ein normaler Ansatz nach der Simplexmethode aufgestellt. Dabei stehen in jeder Produktionsperiode die Kapazitäten $R_{1ti} \dots R_{nti}$ zur Verfügung. Um ihre Ausnutzung konkurrieren die Produktionsverfahren $P_{1ti} \dots P_{nti}$.

Unter den Begrenzungen (Kapazitäten) sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

- a. spezielle Produktionsbegrenzungen, die nur in einzelnen Produktionsperioden als wirksam betrachtet werden. Sie resultieren aus der Kapazität der dauerhaften Produktionsfaktoren, Boden, Arbeit und Sachkapital, das am Beginn der Planungsperiode vorhanden ist,
- b. gemeinsame Produktionsbegrenzungen, die in der gesamten Planungsperiode wirksam werden. Sie resultieren aus der begrenzten Verfügung über in der „Zeit bewegliche“ Faktoren, in erster Linie also aus der Kapitalknappheit. Die Verteilung dieser Faktoren kann auf die einzelnen Produktionsperioden auf Grund von Entscheidungen gefällt werden, die nach rationalen Grundsätzen getroffen werden.

Durch die gemeinsamen Begrenzungen, und durch die Möglichkeit, die einzelnen Produktionsperioden durch Transferaktivitäten zu verbinden, wird die simultane Betrachtung der gesamten Planungsperiode sichergestellt.

Dieser „mehrstufige“ Simplexansatz wird nach der üblichen Methode mit dem Ziel gelöst, den Gewinn, bezogen auf den Kalkulationszeitpunkt t_0 , zu maximieren.

Die Verwendung des Simplexverfahrens für die Lösung dynamischer Probleme steckt genau wie die Entwicklung der dynamischen Programmierung noch in den Anfängen. Die Schwierigkeiten sind auch hier im wesentlichen kalkulatorischer Natur. Mit der Zunahme der Zahl der Produktionsperioden wächst der Umfang des Kalkulationsproblems so schnell an, daß auch bei größeren Elektronenrechnern Kapazitätsprobleme auftreten.

Skomroch hat gezeigt, daß durch gewisse Vereinfachungen bei der Formulierung des Problems trotzdem eine befriedigende Breite der Fragestellung erhalten werden kann⁴⁵⁾. Darüber hinaus bieten sich gewisse Möglichkeiten der Anpassung des Lösungsverfahrens an die spezielle Struktur derartiger Probleme. Trotzdem wird der Rechenaufwand voraussichtlich auch weiterhin den Engpaß für die Verwendung dieses Verfahrens bilden. Das gilt insbesondere, wenn zur Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko das gesamte System simuliert werden muß.

3. Die Verbindung von kurzfristiger und langfristiger Betrachtung durch eine lose Folge von Kalkulationsmodellen. Dieses Verfahren ist von Meinhold, Skomroch und dem

41) Vgl. Beispielsweise: Simon, H. A.: Dynamic Programming under Uncertainty with a Quadratic Criterion Function. — *Econometrica*, Vol. 24, No. 1, January 1956, S. 75—81.

42) Bellmann, R.: Some Directions of Research in Dynamic Programming. *Unternehmensforschung*, B 7 (1963), S. 97 f.

43) Burt, O. A. und Allison, J. R.: Farm Management Decisions with Dynamic Programming. — *Journal of Farm Economics*, Vol. 45, No. 1, February 1963, S. 121—136. — Candler, W.: The Optimum Fodder Reserve - an Inventory Problem. *Journal of Farm Economics*, Vol. 41, No. 2, May 1959, S. 257—262. — Dillon, J. L. und Lloyd, A. G.: Inventory Analysis of Drought Reserves for Queensland Graziers: some Empirical Analytics. — *Australian Journal of Agric. Econ.* Vol. 6, No. 1, Sept. 1962, S. 50—67. — Throsby, C. D.: Some Dynamic Programming Models for Farm Management Research. — *Journal of Agric. Econ.*, Vol. XVI (1964), S. 98.

44) Vgl. Meinhold, K. und Skomroch, W.: Investitionsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, a.a.O.

45) Meinhold, K. und Skomroch, W.: Investitionsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, a.a.O.

Verfasser entwickelt worden⁴⁶⁾. Es beruht auf folgendem Prinzip: Im ersten Abschnitt werden die stabilen und unstabilen Elemente der Betriebsorganisation im Hinblick auf das langfristige Optimum durch Kombination von Simulation und Programmierung errechnet. Die langfristige Betrachtung richtet sich auf das Ende der gesamten Planungsperiode. Sie kommt im Planungsansatz in der Größe des Unsicherheitsbereichs und in dem Anteil der als voll variabel betrachteten dauerhaften Produktionsmittel zum Ausdruck.

Im zweiten Abschnitt wird die Annäherung an das langfristige Optimum in einer losen Folge von kurzfristigen Produktionsmodellen ermittelt, die jeweils nur eine Produktionsperiode umfassen. Dabei wird zur Vermeidung von Fehlinvestitionen sichergestellt, daß die Prozeßniveaus, die im Abschnitt eins als stabil ermittelt wurden, nicht überschritten werden. Die Ausrüstung mit dauerhaften Produktionsmitteln und mit flüssigem Kapital am Ende jeder Produktionsperiode geht in die Ausgangslösung der jeweils folgenden Produktionsperioden ein. Möglichkeiten zur Ausdehnung der Produktionskapazität oder zur Verminderung von Teilkapazitäten (auch Ersatzinvestitionen) werden durch Einführung von Zukaufs- und Verkaufsaktivitäten berücksichtigt.

Auch dieses hier nur grob beschriebene Verfahren ist bislang kaum erprobt worden. Zweifellos fehlt ihm die mathematische Eleganz der unter 1 und 2 beschriebenen Lösungen. Dafür ist es elastischer und kann jedenfalls bei dem gegenwärtigen Stand der Forschung der Wirklichkeit komplexerer Probleme besser angepaßt werden.

An der Weiterentwicklung aller beschriebenen Ansätze wird gegenwärtig in vielen Teilen der Welt gearbeitet. Bei der vielseitigen Struktur dynamischer Probleme unter unsicheren Erwartungen stehen der Entwicklung einer generellen Lösungsmethode jedoch sehr große Schwierigkeiten entgegen. Man wird daher damit zu rechnen haben, daß man sich vorerst mit pragmatischen Lösungsverfahren begnügen muß, die jeweils nur zur Bearbeitung bestimmter Fragenkomplexe geeignet sind.

⁴⁶⁾ Meinhold, K. und Skomroch, W.: Investitionsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, a.a.O.

Zusammenfassung

Die in der Betriebskalkulation bei Verwendung moderner Verfahren benutzten Modelle beruhen auf den Annahmen der Erklärungsmodelle der Grenzwerttheorie. Die Hypothesen, von denen die Erklärungsmodelle der Grenzwerttheorie ausgehen, sind jedoch in der Wirklichkeit des Einzelfalles nur selten erfüllt.

Die Wirklichkeit des Einzelfalles läßt sich nur bei dynamischer Betrachtung unter Berücksichtigung des Tatbestandes der unvollkommenen Information und der Mehrdeutigkeit der unternehmerischen Zielfunktion annähernd zutreffend erfassen.

Während sich bei Vorliegen von Risiko noch objektiv rationale Verhaltensweisen definieren lassen, ist es bei Vorliegen von Unsicherheit lediglich möglich, subjektive rationale Verhaltensweisen aufzuzeigen. Dafür sind in der Entscheidungstheorie eine Reihe von Ansätzen entwickelt worden, die sich durch verschiedene Annahmen über die Wagnisfreudigkeit der Unternehmer und die subjektive Einschätzung eines objektiv gegebenen Tatbestandes unterscheiden. Zur Integration dieser in der Entscheidungstheorie entwickelten Ansätze in die Theorie des wirtschaftlichen Optimums müssen Anpassungsfähigkeit und Stabilität der Betriebsorganisation berücksichtigt werden.

Die Durchschaubarkeit der Entscheidungssituation bei Unsicherheit kann durch die Verbindung von Simulation und Programmierung beträchtlich verbessert werden. Eine vollständige rationale und kalkulatorische Bewältigung des Problems wirtschaftlicher Entscheidung unter Unsicherheit ist jedoch erst bei dynamischer Betrachtung möglich. Für die dynamische Betrachtung sind gegenwärtig lediglich Ansätze vorhanden, die eine voll befriedigende Lösung des Problems vorerst nicht ermöglichen.

Business planning in the face of incomplete information

The models used in modern business planning rest on the assumptions of the models the marginal value theory. The hypotheses on which these models were based are, however, not often fulfilled in the real conditions governing the individual case.

Only a dynamic interpretation considering the fact of incomplete information and the multiple significance of the goal function of the enterprise can provide an approximately appropriate understanding of the real conditions governing the individual case.

When risk is present, it is quite possible to define objectively rational modes of behavior; when uncertainty is present, however, the sole possibility is to indicate subjectively rational modes of behaviour. Consequently, decision theory has developed a range of propositions differentiated by a variety of assumptions regarding the willingness of managers to accept risks, and the subjective interpretation of an objectively presented set of facts. Before these propositions developed for decision theory can be integrated into the economic optimum theory, it is necessary to take into account the stability of the business organization and its capacity for adaptation.

The decision situation where uncertainty is present may be considerably clarified by a combination of simulation and programming. But complete rational and planning mastery of the problem of economic decision in the face of uncertainty is impossible until a dynamic appreciation has been made. The only tools at present available for dynamic appreciation are propositions which do not so far offer a completely satisfactory solution of the problem.

Der Kalkulationszinsfuß in der Kostenkalkulation

Dipl.-Landwirt M. Köhne

Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Göttingen

Investitionen sind mit zwei Zahlungsströmen verbunden, einem Ein- und einem Auszahlungsstrom; Kosten sind in dieser Betrachtungsweise der unter Berücksichtigung des Zinses auf die Nutzungsjahre bzw. darüber hinaus auf die Leistungseinheiten (Std-ha) bezogene Auszahlungsstrom einer Investition. Während die Wirtschaftlichkeitsrechnung sowohl die Einzahlungen als auch die Auszahlungen

einer Investition analysiert, betrachtet die Kostenkalkulation lediglich den Auszahlungsstrom. Ein solches Vorgehen ist nur für spezielle Zwecke sinnvoll und darüber hinaus nur möglich, wenn die Kosten eines Investitionsvorhabens unabhängig sind von den Renditen anderer Vorhaben oder anders ausgedrückt, wenn keine innerbetrieblich verursachten Opportunitätskosten mit einzukalku-