



**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](mailto: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.*

---

Buchholz, H.E.: Entscheidungsmodelle. In: Rintelen, P.: Grenzen und Möglichkeiten einzelstaatlicher Agrarpolitik. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 1, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1964), S. 20-42.

---



# »Entscheidungsmodelle«

VON H. E. BUCHHOLZ, M. S., GÖTTINGEN

	Seite
1 Einführung und methodischer Aufbau .. .. .	20
2 Wissenschaftliche und praktische Agrarpolitik .. .. .	21
3 Der wirtschaftliche Modellbegriff .. .. .	22
3.1 Der modelltheoretische Ansatz .. .. .	22
3.2 Klassifikation von Modellen .. .. .	24
4 Zielvariablen und Instrumentvariablen im Sektor Landwirtschaft .. .. .	26
5 Typen von Modellen .. .. .	28
5.1 Das Cowles Commission Modell .. .. .	28
5.2 Das Modell der linearen Programmierung .. .. .	33
5.3 Das Modell des räumlichen Gleichgewichts .. .. .	37
6 Schlußbemerkungen .. .. .	40
Literaturverzeichnis .. .. .	42

## 1 Einführung und methodischer Aufbau

»Entscheidungsmodell« ist zur Zeit ein sehr in Mode gekommener Ausdruck, der insofern nicht sehr glücklich gewählt ist, als letztlich alle wirtschaftlichen Modellkonstruktionen auf eine Erklärung des Wirtschaftsgeschehens abzielen, um dadurch eine bessere Grundlage für wirtschaftliche Entscheidungen zu erlangen. Im Verlaufe dieser Ausführungen soll später eine genauere Definition des Begriffs Entscheidungsmodell gegeben werden. Grundsätzlich werde ich den Begriff »Entscheidungsmodell« jedoch im weitesten Sinne gebrauchen als einen Sammelbegriff für Methoden numerischer Wirtschaftstheorie, die für den Prozeß des Entscheidungen-Treffens in wirtschaftlichen Situationen von Nutzen sein können [44]. Auf den Themenkreis dieser Tagung bezogen, handelt es sich also um analytische Werkzeuge der wissenschaftlichen Agrarpolitik zur Beurteilung und Prüfung von Entscheidungen, die in der praktischen Agrarpolitik zu treffen sind.

Es mag verfrüht sein, in Deutschland über Entscheidungsmodelle als *Grundlage* der Agrarpolitik zu sprechen. Denn einerseits steht die wissenschaftliche Agrarpolitik den Konstruktionen und dem Gebrauch numerischer Wirtschaftstheorien offenbar noch recht zurückhaltend gegenüber. Von der praktischen Agrarpolitik ist andererseits bisher wenig Anregung erfolgt, numerische Ergebnisse aus empirisch verifizierten Modellen für Entscheidungsprozesse heranzuziehen, wenn man von verhältnismäßig einfachen Projektionsmethoden absieht. Es ist auch nicht erkennbar, daß eine engere Verbindung von Wirtschaftsforschung und Wirtschaftspolitik im agraren Bereich in Aussicht steht, wie sie etwa in den USA im US Department of Agriculture mit seinem umfangreichen wissenschaftlichen Forschungsstab und seiner Zusammenarbeit mit den

Land-Grant-Colleges oder auch in den Forschungs- und Planungsinstituten in den Niederlanden praktiziert wird. Das gestellte Thema kann aber dazu dienen, die Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Synthese von Wirtschaftstheorie und -praxis im Agrarsektor aufzuzeigen. Es soll dazu im folgenden kurz das Verhältnis von wissenschaftlicher und praktischer Agrarpolitik zueinander umrissen werden. Darauf folgen einige grundsätzliche Betrachtungen über die Entwicklung und Anwendung von wirtschaftstheoretischen Modellen. Spezifische Aufgaben und Probleme der Agrarpolitik werden dann dargestellt in der Formulierung von Ziel- und Instrumentvariablen, die in ein Modell für die Landwirtschaft eingehen können oder sollen. Da ein Sektormodell für die Landwirtschaft in Deutschland bisher nicht entwickelt wurde, kann dies nur in allgemeiner Form erfolgen.

Zum Verständnis der modelltheoretischen Arbeitsweise werden die Grundzüge einiger Modelle skizziert, wobei insbesondere auf die im einzelnen unterstellten Bedingungen und Annahmen und die Aussagefähigkeit für agrarpolitische Fragestellungen hingewiesen wird. Es ist dazu nicht erforderlich, auf die Vielzahl der bereits bestehenden Modelle im einzelnen einzugehen. Eine Unterscheidung soll jedoch gemacht werden zwischen makroökonomischen und mikroökonomischen Modellen. Das Cowles Commission Modell wird als repräsentativ für den makroökonomischen Bereich angesehen. Das Modell der linearen Programmierung dagegen kann als grundlegender Typ für den mikroökonomischen Bereich betrachtet werden<sup>1)</sup>. Am Modell des räumlichen Gleichgewichts soll weiterhin die Möglichkeit der Kombination verschiedener Modelltypen gezeigt werden. Die Verwendung der verschiedenen Modelle für agrarpolitische Zwecke wird jeweils durch eine kurze Besprechung einiger Beispiele ergänzt.

## 2 Wissenschaftliche und praktische Agrarpolitik

Die Landwirtschaft ist ein Teilbereich der gesamten Volkswirtschaft, der mit den übrigen Bereichen der Volkswirtschaft unlöslich verbunden ist. Daraus folgt, daß die Agrarpolitik als ein Teilbereich der allgemeinen Wirtschaftspolitik auf denselben Grundlagen wie diese aufbauen muß. In einer Diskussion über wissenschaftliche und praktische Agrarpolitik ist es deshalb angebracht, von einer Definition der allgemeinen Wirtschaftspolitik auszugehen. Die Grundsätze rationaler Wirtschaftspolitik sollen, idealtypisch formuliert, »auf die Verwirklichung eines umfassenden, wohlgedachten und in sich ausgewogenen Zielsystems gerichtet sein und dabei den höchsten Erfolgegrad anstreben« [16] und der Gegenstand der Wirtschaftspolitik ist »die Gesamtheit aller Bestrebungen, Handlungen und Maßnahmen, die darauf abzielen, den Ablauf des Wirtschaftsgeschehens in einem Gebiet oder Bereich zu ordnen, zu beeinflussen oder unmittelbar festzulegen« [16]. Die Begründung für die Abgrenzung der Agrarpolitik als selbständigen Bereich innerhalb der Wirtschaftspolitik ergibt sich aus der Geschlossenheit der Problemkreise, die aus den Besonderheiten des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses, der Institutionen des Landvolks und der Landbevölkerung resultiert<sup>2)</sup>. Die oben angeführten Definitionen über Gegenstand und Grundsätze

<sup>1)</sup> Eine Übersicht und detaillierte Darstellung über die im mikroökonomischen Bereich bestehenden Modelle vermittelt [3].

<sup>2)</sup> Vergleiche [1].

der Wirtschaftspolitik können sinngemäß auf die Agrarpolitik übertragen werden. Das Anliegen der Agrarpolitik ist vorwiegend auf die Belange des landwirtschaftlichen Sektors der Volkswirtschaft gerichtet und bei der Formulierung eines Zielsystems ist den Besonderheiten des agraren Bereichs Rechnung zu tragen. Es gilt jedoch die Einschränkung, daß die Ziele der Agrarpolitik sich in Übereinstimmung befinden müssen mit den Zielen der Gesamtwirtschaftspolitik, die, da Wirtschaftspolitik selbst nur einen Teilbereich der allgemeinen Politik darstellt, von den verschiedensten Einflüssen bestimmt werden. Andererseits können von der Agrarpolitik Impulse von großer Bedeutung für die allgemeine Politik ausgehen, wie im Verlaufe der Entstehung des gemeinsamen Wirtschaftsraumes der EWG deutlich demonstriert wird.

Innerhalb des so abgesteckten Rahmens ist es Aufgabe der wissenschaftlichen Agrarpolitik, die Grundlagen für die Formulierung von Zielsetzungen rationaler Politik zu erarbeiten. Das beinhaltet zunächst eine Erforschung und Beschreibung der Fakten und des Geschehens innerhalb der drei klassischen Arbeitsgebiete der wissenschaftlichen Agrarpolitik, der Agrarökonomik, der ländlichen Institutionenlehre und der Agrarsoziologie. Darüber hinaus erfordert die Analyse möglicher Zielsetzungen, daß alle für die Lösung eines Problems relevanten Aspekte erkannt und bewertet werden, und daß Methoden verfügbar sind, aus einer Reihe konkurrierender Einzelziele ein optimales Ziel zu bestimmen und die Wirkungen auf andere komplementäre Zielsetzungen abzuschätzen.

Die tatsächliche Gestaltung der Agrarpolitik ist Aufgabe der praktischen Agrarpolitik. In der praktischen Agrarpolitik werden in legislativer und exekutiver Arbeit die Entscheidungen getroffen und die Maßnahmen durchgeführt, die »die Voraussetzungen für die Lebens- und Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft als Glied des volkswirtschaftlichen Gesamtorganismus schaffen und erhalten sollen« [21]. Diese Aufgabe ist letztlich nur zu lösen, wenn der praktische Agrarpolitiker auf die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Agrarpolitik zurückgreift, denn »rationale Wirtschaftspolitik ist im Kern angewandte Sozialökonomik, d. h. angewandte Wissenschaft von der gesellschaftlichen Wirtschaft« [16]. Aus diesem Grunde verlangt die praktische Agrarpolitik auch in zunehmendem Maße von der wissenschaftlichen Agrarpolitik nicht nur Ratschläge, die Prinzipien oder Ideale zum Inhalt haben, sondern Vorschläge, die in der agrarpolitischen Praxis ausführbar sind. Dafür muß von der Messung und der Interpretation der tatsächlichen wirtschaftlichen Daten ausgegangen werden.

### 3 Der wirtschaftliche Modellbegriff

#### 3.1 *Der modelltheoretische Ansatz*

»In manchen Kreisen wird mit dem Wort Modell nicht mehr als die Vorstellung abstrakter, schulmäßiger Übungen verbunden, die nur zu rein illustrativen Zwecken entworfen werden. Die Vielfalt des realen Geschehens in Form einer Reihe von Gleichungen darzustellen, erscheint ihnen vermessen und der Gedanke, politische Empfehlungen auf derartige »Modelle« zu gründen, mutet naiv an.« Mit diesen Worten charakterisiert K. A. Fox [15] die Haltung vieler Ökonomen gegenüber den neuentwickelten Methoden modelltheoretischer und numerischer Forschung in den Wirtschaftswissenschaften. Die Gründe für eine solche Haltung sind durchaus beachtenswert und

sollen als Ausgangspunkt für die folgende Diskussion hier noch einmal zusammengefaßt werden:

1. Die wirtschaftlichen Vorgänge sind das Ergebnis menschlicher Reaktionsweisen, die von unterschiedlichen Motiven und Erwartungen abhängen und räumlich und zeitlich starken Veränderungen unterliegen können. Die in der Ordnungsform der Marktwirtschaft den Wirtschaftssubjekten überlassene Entscheidungsfreiheit läßt sich nicht in starren Formeln und Gesetzen ausdrücken.
2. Die Zahl der Einflüsse und Bedingungen, die zur Erklärung wirtschaftlicher Vorgänge herangezogen werden müssen, ist sehr groß. Eine im Hinblick auf die Manipulierbarkeit von Modellen erforderliche Beschränkung auf einige wenige Relationen eröffnet ernste Fehlerquellen.
3. Es ist im ökonomischen Bereich in der Regel nicht möglich, kontrollierte Experimente durchzuführen, mit denen Wirkungen erfaßt werden können, die von den Veränderungen eines Faktors ausgehen, wenn alle übrigen Faktoren konstant gehalten werden. Aus statistischen Ermittlungen verfügbare Beobachtungen können nur als Resultate unkontrollierter Experimente angesehen werden, bei deren Auswertung häufig mehrere Interpretationen zulässig sein können.

Aus diesem Tatbestand ist vielfach die Folgerung gezogen worden, daß die mathematische Darstellungsweise für die Ableitung ökonomischer Gesetze nicht geeignet ist, und in den Wirtschaftswissenschaften der sogenannten Methode des »Verstehens« der Vorzug zu geben sei. Obwohl über diese Ansicht viel diskutiert worden ist, sollte sie heute jedoch als veraltet und überwunden betrachtet werden [45]. Darauf soll hier auch nicht eingegangen werden. Es genügt festzustellen, daß die Möglichkeit der Anwendung der Mathematik in der Wirtschaftswissenschaft kein grundsätzliches Problem, sondern einzig eine Frage der Zweckmäßigkeit ist [19]. Mathematik ist im Grunde systematisierte und symbolisierte Logik, und jede Beziehung zwischen zwei Größen läßt sich in der Formelsprache der Mathematik ausdrücken. Die Verwendung der Mathematik in der Wirtschaftswissenschaft grundsätzlich abzulehnen, würde somit bedeuten, die Möglichkeit von gesetzmäßigen Aussagen überhaupt zu verneinen. Die Frage nach der Zweckmäßigkeit der Anwendung mathematischer Verfahren kann weiterhin dahingehend beantwortet werden, daß sie gerade wegen der Komplexität der wirtschaftlichen Vorgänge gegeben ist<sup>1)</sup>. Mit mathematischen Verfahren ist es möglich, simultane Zusammenhänge zu analysieren, denen die Vorstellungs- und Ausdruckskraft verbaler Ausdrucksformen nicht gewachsen ist. Außerdem erfordert die mathematische Methode eine objektive Forschungsmethodologie, wodurch subjektive Elemente in der Beurteilung von Problemen weitgehend eliminiert werden. Diese Methodologie setzt vor allem voraus, daß am Anfang des Untersuchungsprozesses das Problem eindeutig definiert und die verschiedenen Fragestellungen klar herausgearbeitet werden. Es ist weiterhin erforderlich, alle die notwendigen Annahmen zu spezifizieren, mit denen die Ausmaße der Analyse auf ein erträgliches Maß reduziert werden. Nach solchen notwendigen Abstraktionen ist es dann möglich, zur Erklärung des Problems aufgrund theoretischer Überlegungen eine Reihe von Hypothesen zu formulieren, die der empirischen Nachprüfung zugänglich gemacht werden können.

<sup>1)</sup> Vergleiche [7].

Ein solches System von Hypothesen über Probleme der realen Welt, die quantifizierbare Größen darstellen, wird als mathematisches Modell bezeichnet [2]. Die Grundforderung, die ein Modell erfüllen soll, ist, daß es die wesentlichen Züge eines Problems oder einer Anzahl von Problemen in vereinfachter und überschaubarer Form repräsentiert. Dies könnte auch in anderer als in mathematischer Form erreicht werden, z. B. als verbales, physisches oder graphisches Modell. Die Spezifizierung eines Modells in mathematischer Ausdrucksweise erbringt jedoch eine Reihe von Vorteilen, die von Modellen anderer Art nicht annähernd erreicht werden<sup>1)</sup>:

1. Es stellt ein eindeutiges Bezugssystem dar und zwingt zu genauer Definition.
2. Es erlaubt, logische Ableitungen vorzunehmen und bildet eine objektive Grundlage für Vergleiche.
3. Der Gebrauch der mathematischen Formelsprache erhöht die Manipulierbarkeit der im System enthaltenen Größen.
4. Etwaige Verbesserungen im Problemansatz können leichter erkannt und ausgeführt werden.
5. Der Grad der Abstraktion wird offengelegt und durch schrittweises Aufheben der gesetzten Annahmen kann in einem Prozeß abnehmender Abstraktion wieder eine zunehmende Annäherung an das reale Geschehen erreicht werden.

Mit der Konstruktion von Modellen ist die Möglichkeit irrelevanter Abstraktionen nicht ausgeschlossen. Ein Modell muß deshalb ständig mit der Wirklichkeit konfrontiert werden, und wenn sich Übereinstimmungen nicht erzielen lassen, muß das Modell verworfen oder modifiziert werden. Es darf nicht in den Fehler verfallen werden, ein Modell für die Wirklichkeit anzusehen. Ein Modell ist notwendigerweise immer eine Vereinfachung, und der Forscher, der mit Modellen arbeitet, muß sich dessen stets bewußt bleiben.

### 3.2 *Klassifikation von Modellen*

Im gegenwärtigen ökonomischen Schrifttum findet man eine Vielfalt von verschiedenen Modellen. Ein brauchbarer Ansatzpunkt für eine Klassifikation ist von seiten der Zweckbestimmung her gegeben. So werden vielfach unterschieden: 1. Erklärungsmodelle, 2. Verlaufsmodelle oder auch Verifikationsmodelle genannt und 3. Entscheidungsmodelle [3].

Erklärungsmodelle sind abstrakte Denkmodelle, in denen wirtschaftliche Abhängigkeiten in einem formalen, logischen Zusammenhang dargestellt werden. Für ein solches Modell genügt es, wenn die darin enthaltenen Relationen in sich folgerichtig und schlüssig sind, es kommt noch nicht darauf an, ob das Modell auch numerisch verifizierbar ist. Erklärungsmodelle sind die notwendige Vorstufe für Verlaufs- und Entscheidungsmodelle. In Verlaufsmodellen wird der Versuch unternommen, die im Modell postulierten Beziehungen mit den Daten der Wirklichkeit zu verifizieren. Es wird angestrebt, die historischen Bewegungen wirtschaftlicher Abläufe möglichst genau zu erklären, um so die Richtigkeit des theoretischen Erklärungsmodells unter Beweis zu stellen und das Modell für die Prognose zukünftiger Entwicklungen nutzen zu können.

<sup>1)</sup> Vergleiche dazu [8].



Eine formale Unterscheidung zwischen Verlaufsmodellen und Entscheidungsmodellen besteht nicht, vielmehr werden Entscheidungsmodelle ausschließlich durch die Natur der im Modell enthaltenen Variablen charakterisiert. Ein Entscheidungsmodell muß mindestens eine Variable enthalten, die kontrollierten Änderungen unterworfen werden kann. Dies gilt für makroökonomische Modelle ebenso wie für Modelle, die vorwiegend im mikroökonomischen Bereich entstanden sind.

Makroökonomische Entscheidungsmodelle sind dadurch gekennzeichnet, daß sie gestatten »die Auswirkungen wirtschaftspolitischer Eingriffe festzustellen« [19], und müssen somit »ex definitione, wirtschaftspolitisch direkt oder indirekt einflußbare Größen enthalten« [19]. Gemäß dieser Definition ist eine klare Trennung von Verlaufs- und Entscheidungsmodellen insofern nicht möglich, als auch in Modellen, die nur der Erklärung und der Prognose beobachteter Wirtschaftsprozesse dienen, wirtschaftspolitisch einflußbare Größen enthalten sein können. Bei Entscheidungsmodellen wird jedoch stets eine strenge kausale Abhängigkeit zwischen endogenen und exogenen Variablen gefordert, die bei reinen Verlaufsmodellen nicht immer erfüllt zu sein braucht [19].

Im Entscheidungsmodell werden die wirtschaftspolitisch einflußbaren exogenen Variablen als Instrumentvariablen und die endogenen Variablen als Zielvariablen bezeichnet. Unter Verwendung dieser Bezeichnungen können grundsätzlich zwei Anwendungsmöglichkeiten von Entscheidungsmodellen unterschieden werden. Einmal können Wirkungen, die von Veränderungen der Instrumentvariablen ausgehen, untersucht werden. Das läuft darauf hinaus, die Anwendungsmöglichkeiten alternativer wirtschaftspolitischer Instrumente im Hinblick auf die optimale Erfüllung wirtschaftspolitischer Ziele zu prüfen. Es kommt darauf an, den simultanen Einfluß verschiedener wirtschaftspolitischer Instrumente auf verschiedene Zielkonstellationen zu bestimmen. Eine solche Situation ist beispielsweise gegeben, wenn Änderungen bestehender Einfuhrregulierungen erwogen werden und die sich daraus ergebenden Änderungen der Agrarpreise, der Einkommen der Landwirte und der Nahrungsmittelversorgung abgeschätzt werden sollen.

Aber es kann auch die Änderung einer wirtschaftspolitischen Zielvariablen gewünscht werden, und es ist zu fragen, wie die Instrumentvariablen variiert werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen. Das bedeutet, die mit einer gegebenen Zielkonstellation konsistenten wirtschaftspolitischen Alternativen so zu wählen, daß das Ziel mit dem geringsten Aufwand erreicht und einander widersprechende Handlungen vermieden werden. Ein aktuelles Beispiel für diese Art der Fragestellung ist die Bestimmung der wirksamsten Maßnahmen, die auf eine Anhebung der landwirtschaftlichen Einkommen abzielen.

Im Hinblick auf mikroökonomische Modelle wird ebenfalls betont, daß die in ein Entscheidungsmodell eingehenden Daten »ihrer Natur nach den Charakter von Lenkungsparametern haben« [3]. Mikroökonomische Modelle sind vornehmlich für unternehmerische Planungszwecke entwickelt worden. Dadurch kommt dem Entscheidungscharakter von Modellen von vornherein größere Bedeutung zu, und die Unterscheidung von Verlaufs- und Entscheidungsmodellen ist mehr oder weniger irrelevant. Die Nomenklatur und die Art der Fragestellung sind dieselben wie bei makroökonomischen Modellen. Der wesentliche Unterschied gegenüber Makromodellen liegt in der Begrenzung der Probleme auf einen genauer bestimmbareren Personen- und Objektkreis,

wie es in folgender Definition für mikroökonomische Entscheidungsmodelle deutlich zum Ausdruck kommt: »Bei Entscheidungsmodellen hat man eine Anzahl von Personen, die als wollende und als handelnde auftreten. Für jede Person gibt es eine Menge zulässiger Entscheidungen. Für jede Kombination von Entscheidungen hat man ein Ergebnis (deterministische Modelle) oder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für mögliche Ergebnisse (stochastische Modelle)« [32]. Bei Auftreten von nur einer Person lassen sich solche Modelle zumeist als Extremumaufgaben formulieren, und die Ergebnisse sind normativ zu interpretieren. Treten zwei oder mehr Personen auf, so sind mögliche Interessenkonflikte zu berücksichtigen. Modelle dieser Art werden deshalb auch als strategische Spiele bezeichnet. Während es sich bei makroökonomischen Modellen durchweg um stochastische Modelle handelt, erlaubt es die Überschaubarkeit des Objektkreises, im mikroökonomischen Bereich deterministische Modelle zu entwickeln, d. h. Modelle, deren Ergebnis genau determiniert ist, wenn bestimmte Prämissen über die im Modell enthaltenen Variablen erfüllt sind. Stochastische Modelle werden in speziellen Fällen angewendet, in denen zu erwarten ist, daß das Ergebnis einer Entscheidung nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreffen wird. Die Ungewißheit über das Ergebnis einer Entscheidung, die in einem bestimmten Zeitpunkt getroffen wird und von dem die folgenden Entscheidungen abhängig sind, wird dadurch ausdrücklich im Modell berücksichtigt.

Außer den genannten übergeordneten Klassifikationskriterien gibt es eine große Anzahl anderer Modellbezeichnungen. Diese nehmen entweder Bezug auf Inhalt und Aussage oder auf methodische Besonderheiten von Modellen<sup>1)</sup>. Darauf soll hier nicht eingegangen werden.

#### 4 Zielvariablen und Instrumentvariablen im Sektor Landwirtschaft

Es wurde davon ausgegangen, daß die Agrarpolitik ein Sektor der allgemeinen Wirtschaftspolitik ist, daß jedoch die Besonderheiten des agraren Bereichs eine getrennte Behandlung rechtfertigen bzw. erfordern. Bei der Formulierung von ökonomischen Modellen kann nun so vorgegangen werden, daß ein Gesamtmodell (Master Model) entwickelt wird, in dem die einzelnen Sektoren der Wirtschaft in irgendeiner Form berücksichtigt sind. Ein solches Modell muß dann entweder sehr umfassend sein, oder es ist für einzelne Sektoren nur beschränkt aussagefähig. Für eine gründliche Analyse eines Sektors ist es deshalb zu empfehlen, ein Modell für diesen speziellen Sektor zu entwickeln, in dem jedoch die übergeordneten gesamtwirtschaftlichen Zusammenhänge berücksichtigt werden und das nötigenfalls in ein Gesamtmodell eingebaut werden kann. So kann ein Sektormodell für die Landwirtschaft entstehen. In gleicher Weise können Subsektorenmodelle für die einzelnen Bereiche innerhalb des Sektors Landwirtschaft, etwa für die Viehwirtschaft, die Getreidewirtschaft oder noch enger abgegrenzt für ein einziges Produkt, gebildet werden.

Unabhängig von der Reichweite des im Modell angeschnittenen Problemkreises sind bei der Formulierung des Modells zunächst die Charakteristika des zu untersuchenden Bereiches zu analysieren, um dann die möglichen Ziele zu definieren und die in Anwendung zu bringenden Instrumente bestimmen zu können.

<sup>1)</sup> Vergleiche [5].

Die Charakteristika der landwirtschaftlichen Produktion und der landwirtschaftlichen Märkte sind hinlänglich bekannt, und nur die für quantitative Untersuchungen besonders relevanten Kriterien sollen hier angedeutet werden:

1. Infolge der vielfältigen Abhängigkeit von der Natur unterliegt die landwirtschaftliche Produktion Zufallsschwankungen, die nicht vorausgesehen werden und beträchtliche Abweichungen zwischen beabsichtigter und tatsächlicher Produktion zur Folge haben können.
2. Der Produktionsfaktor Boden ist gekennzeichnet durch Unbeweglichkeit und Unvermehrbarkeit und erfordert außerdem ständig bestimmte Aufwendungen zur Erhaltung der Fruchtbarkeit.
3. Alle landwirtschaftlichen Produktionsprozesse sind mehr oder weniger zeitgebunden. Daraus ergibt sich auf kurze Sicht eine verminderte oder verzögerte Reagibilität des Angebots auf wirtschaftliche Datenänderungen, insbesondere Preisänderungen. Des weiteren ergeben sich saisonale Angebotsschwankungen verschieden starker Ausprägung.
4. Die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten ist in der Regel wenig elastisch, d. h. Preisänderungen bewirken auf kurze Sicht nur geringe Änderungen der nachgefragten Mengen. Langfristig ist die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten begrenzt durch physiologische Faktoren.
5. Die Marktstruktur der Landwirtschaft erfüllt in größerem Maße die Voraussetzungen atomistischer Konkurrenz als dies bei ihren Marktpartnern der Fall ist.
6. Für die Mehrzahl landwirtschaftlicher Produkte bestehen internationale Märkte. Die marktpolitischen Maßnahmen anderer Länder können für die einheimische Landwirtschaft von großer Bedeutung sein.

Diese Charakteristika, die im einzelnen noch weit eingehender spezifiziert werden können, sind für die Durchführung agrarpolitischer Maßnahmen von entscheidender Bedeutung und sollten deshalb schon bei der Formulierung der agrarpolitischen Ziele berücksichtigt werden. Dies trägt dazu bei, realistische Zielsetzungen zu entwickeln. Als übergeordnetes Ziel, wie es etwa einem Master Modell zugrundegelegt werden kann, wäre von der Landwirtschaft zu fordern, einen maximalen Beitrag zum wirtschaftlichen Wachstum und der Stabilität der Gesamtwirtschaft zu liefern.

Unter Beachtung dieser übergeordneten Zielsetzung können dann mehr ins einzelne gehende Ziele definiert werden.

1. Von größter Bedeutung für die internen Belange der Landwirtschaft ist dabei das Ziel der Einkommenssicherung, verbunden mit einer ausgeglichenen Einkommensverteilung innerhalb der Landwirtschaft. Dieses Ziel wird häufig so ausgedrückt, daß der Landwirtschaft eine Einkommensentwicklung zu sichern ist, die der anderer Wirtschaftszweige vergleichbar ist<sup>1)</sup>.

Mit der Einkommensfrage ist eine Fülle anderer Probleme verbunden, deren wichtigste wohl

2. die Bestimmung der optimalen Zahl der in der Landwirtschaft Beschäftigten und
3. die Erreichung und Beibehaltung einer hohen Produktivität sind.

<sup>1)</sup> Vgl. Landwirtschaftsgesetz vom 5. Sept. 1955, § 1 und Art. 39 des EWG-Vertrages.

4. Im Hinblick auf die Aufgaben der Landwirtschaft innerhalb der Gesamtwirtschaft ist das primäre Ziel im Rahmen des Möglichen zu angemessenen Preisen den Hauptbedarf an Nahrungsgütern zu decken, um gegen Krisenzeiten gesichert zu sein. Eng verknüpft mit dieser Zielsetzung stehen als weitere Ziele
5. die Stabilisierung einzelner Märkte,
6. die Bemessung des Umfangs des Agrarschutzes und
7. die Vermeidung der Akkumulation von Überschüssen.

Solche noch sehr allgemein gehaltenen Zielsetzungen müssen weiter verfeinert und präziser definiert werden. Insbesondere sollte angestrebt werden, die Skala der Präferenzen, die für solche und ähnliche Zielsetzungen besteht, in numerischer Form auszudrücken, um eine konsistente Politik durchführen zu können [47]. Angesichts des weiten Bereichs möglicher Zielsetzungen im Sektor Landwirtschaft dürfte das leichter zu fordern als durchzuführen, und wohl auch nicht ohne Vermeidung subjektiver Momente zu verwirklichen sein. Tatsächlich bestehen kaum Sektormodelle für die Landwirtschaft in irgendeinem Land, in denen die wirtschaftspolitischen Zielsetzungen einer strengen Analyse unterzogen werden. Die bisher vorliegenden Arbeiten haben in der Regel Teilbereiche der Landwirtschaft zum Gegenstand.

Die Instrumente zur Durchführung so vielfältiger Ziele sind ebenfalls zahlreich. Am bekanntesten sind hier die umfangreichen Mittel der Preispolitik, wie Import- und Exportzölle, Einfuhrbeschränkungen, Ausgleichszahlungen, Erzeuger- oder Verbrauchersubsidien, Vorratsakkumulation und -liquidation u. a. Ähnliche Aufzählungen wirtschaftspolitischer Instrumente lassen sich fortsetzen in der Absatz-, Struktur-, Steuer- und Kreditpolitik bis hin zu den sehr komplexen und weit in das Gefüge der Gesellschaft hineinreichenden Maßnahmen der Sozialpolitik wie Krankheits- und Alterssicherung, Bildung, Erziehung und Ausbildung und gegebenenfalls Umschulung. Infolge der großen Anzahl vorhandener Instrumente sollte es leicht sein, der Bedingung nachzukommen, in Entscheidungsmodelle möglichst viele wirtschaftspolitisch beeinflussbare Variablen einzubauen. Es sind hier jedoch von zwei Seiten her Grenzen gesetzt. Einmal sind viele der möglichen Instrumente gar nicht oder nur bedingt in meßbaren Größen darstellbar. Andererseits können aus operationalen und aus statistischen Gründen (Interkorrelationen) nur eine beschränkte Anzahl von Variablen in ein Modell aufgenommen werden. Dadurch wird eine Auswahl und gegebenenfalls eine Zusammenfassung von Variablen erforderlich. In diesem Punkt hängt die Konstruktion von operationalen Modellen weitgehend vom Geschick und von der Sachkenntnis des Bearbeiters ab.

## 5 Typen von Modellen

### 5.1 *Das Cowles Commission Modell*

Die theoretischen Grundlagen der neueren ökonometrischen Methoden sind insbesondere von den Mitgliedern der Cowles Commission vorangetrieben worden<sup>1)</sup>. Der Ein-

<sup>1)</sup> Cowles Commission for Research in Economics, Yale University. Die Ergebnisse dieser Forschungen sind vor allem in folgenden beiden Veröffentlichungen zusammengefaßt worden [23, 28].

fluß dieser Arbeiten auf die ökonometrische Forschung ist tatsächlich so weitgehend, daß vielfach der in dieser Gruppe entwickelte Modellansatz als *das ökonometrische* Modell schlechthin bezeichnet wird. Dies würde jedoch eine zu enge Abgrenzung des Arbeitsgebietes der Ökonometrie bedeuten, und es erscheint deshalb angebracht, diese Art von Modellen als Cowles Commission Modell zu kennzeichnen.

Das Cowles Commission Modell ist auf makroökonomischer Ebene entwickelt worden. Ausgangspunkt war das Bestreben, die theoretisch erkannten Zusammenhänge und Abhängigkeiten ökonomischer Größen quantitativ zu erfassen, um damit eine Grundlage zu schaffen für wirtschaftspolitische Einflußnahmen im öffentlichen wie im privaten Bereich. Das erklärte Ziel ist es, dem Wirtschaftspolitiker, der Entscheidungen zu treffen hat, Mittel an die Hand zu geben, mit denen es ihm möglich ist, die Auswirkungen alternativer Handlungsweisen im vorhinein zahlenmäßig abzuschätzen [36]. Dies soll ermöglicht werden durch die Erforschung wirtschaftlicher Strukturen<sup>1)</sup>. Der Weg, der dabei beschritten wird, ist die empirische Schätzung der Parameter, welche eine gegebene Struktur determinieren. In diesem Prozeß ist den Besonderheiten des verfügbaren Informationsmaterials Rechnung zu tragen. In den Wirtschaftswissenschaften ist im allgemeinen der Weg des Experiments nicht gangbar. Daraus folgt, daß Beobachtungen nicht aktiv erzeugt, sondern nur passiv gesammelt werden können. Es kann also nicht, wie in experimentellen Wissenschaften, so vorgegangen werden, daß ein Modell aufgestellt und mit diesem Daten produziert werden, sondern das Modell muß in Übereinstimmung mit den verfügbaren Daten entwickelt werden. Das bedeutet, daß dem simultanen, dynamischen und stochastischen Charakter der wirtschaftlichen Variablen schon bei der Konstruktion des Modells Rechnung getragen werden muß. In Erfüllung dieser Aufgabe werden drei Informationsquellen miteinander kombiniert: Die statistischen Daten, die Wirtschaftstheorie und die mathematisch-statistische Methodenlehre.

Die statistischen Daten liegen entweder in Form von Zeitreihen vor oder können aus Querschnittserhebungen stammen. Um den Voraussetzungen für die Verwendung in einem ökonometrischen Modell zu genügen, sind etwa folgende Anforderungen an die Daten zu stellen.

1. Es muß eine hinreichend große Zahl von Beobachtungen vorliegen. Dies ist das Problem der Freiheitsgrade. Je größer die Zahl der Beobachtungen, desto sicherer werden die statistischen Aussagen und desto mehr Variablen können in das Modell einbezogen werden.
2. Die Daten sollen nur geringe Meßfehler enthalten.
3. Die für eine Variable gewonnenen Beobachtungen sollen gleichen Erhebungs- und Definitionskriterien während des Beobachtungszeitraumes unterliegen.
4. Die Daten müssen ergiebig sein in dem Sinne, daß sie während des Beobachtungszeitraumes möglichst starke Veränderungen in beiden Richtungen aufweisen.

Wirtschaftstheoretische Erkenntnisse und a priori Sachkenntnis werden herangezogen zur Auswahl und Klassifikation der Variablen und zur Bestimmung der Beziehungen

<sup>1)</sup> Gemeint ist hier der »ökonometrische Strukturbegriff«, der auf die numerischen Relationen zwischen den wichtigsten Einflußfaktoren und Veränderungsgrößen in einer gewissen Zeitperiode bezogen ist. Vergleiche [17].

zwischen den Variablen innerhalb des Modells. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei die Klassifizierung von endogenen und exogenen Variablen. Als endogen werden alle jene Variablen bezeichnet, die im Modell selbst erklärt werden. Exogene Variablen beeinflussen die im Modell enthaltenen endogenen Variablen, werden aber umgekehrt nicht selbst von diesen beeinflusst [30]. Die in ein Modell eingehenden Relationen werden als Gleichungen folgender Art spezifiziert [31].

1. Reaktions- oder Verhaltensgleichungen, in denen das Verhalten von Wirtschaftssubjekten auf individueller Ebene oder im Aggregat erfaßt wird.
2. Institutionelle Gleichungen, in denen spezielle institutionelle Gegebenheiten einer Volkswirtschaft dargestellt werden.
3. Technische Gleichungen, die rein technische Zusammenhänge ausdrücken.
4. Definitorische Gleichungen, die sich aus der definitorischen Begriffsbildung der Variablen ergeben und bei denen infolgedessen das Problem der Parameterschätzung nicht existiert.

Mit der Spezifizierung der Variablen und Gleichungen entsteht ein ökonomisches Erklärungsmodell. Für die statistische Schätzung der Parameter des Modells bedarf es zusätzlicher Annahmen. Die in den Gleichungen des ökonomischen Erklärungsmodells postulierten Beziehungen sind, abgesehen von Definitionsgleichungen, nicht exakt, sondern enthalten unerklärte Restgrößen. In der Restgröße addiert sich der gemeinsame Einfluß aller derjenigen Variablen, deren Einfluß im einzelnen unbedeutend ist oder die aus anderen Gründen nicht spezifiziert werden können. Abweichungen solcher Art werden Störungen, Schocks oder »Fehler in den Gleichungen« genannt. Weiterhin können in der Restgröße Meßfehler der beobachteten Variablen enthalten sein. Bei Modellen mit Fehlern in den Gleichungen und Fehlern in den Variablen (Schock-Fehler-Modelle) ergeben sich erhebliche methodische Schwierigkeiten bei der Schätzung [29]. Es wird daher zumeist mit der Annahme gearbeitet, daß es sich um reine Schockmodelle handelt. Die Schocks werden als Zufallsvariablen aufgefaßt, deren gemeinsame Dichtefunktion ein wesentlicher Bestandteil des Modells ist. Es müssen jedoch eine Reihe weiterer Annahmen über die Zufallsvariablen gemacht werden.

1. Es sind Zufallsvariablen mit dem Erwartungswert Null.
2. Die Varianz-Kovarianz Matrix ist konstant.
3. Die Zufallsvariablen sind unabhängig voneinander.
4. Sie sind *multinormal* verteilt.
5. Sie sind von den exogenen Variablen stochastisch unabhängig.

Inwieweit diese Voraussetzungen tatsächlich erfüllt sind, ist in jedem einzelnen Fall zu prüfen [39]. Die Umformung zum statistischen Schätzungsmodell erfordert als letzten Schritt die Bestimmung der algebraischen Form der Gleichungen. Diese erfolgt in der Regel aufgrund der Ergebnisse von Voruntersuchungen des statistischen Datenmaterials. Die Wirtschaftstheorie liefert kaum Anhaltspunkte für die Auswahl der Funktionsform.

Bevor zur Schätzung der Parameter übergegangen werden kann, ist das Problem der Identifizierbarkeit zu prüfen. Dabei handelt es sich, allgemein ausgedrückt, darum, für jede einzelne Gleichung des Modells festzustellen, ob die in der Gleichung enthaltenen Parameter mathematisch eindeutig bestimmbar sind [39]. Da bei der Schätzung der

Parameter die Simultaneität der Gleichungen berücksichtigt werden soll, bestimmt das Ergebnis der Prüfung auf Identifizierbarkeit die Wahl der Schätzmethode. Die traditionelle Methode der kleinsten Quadrate ergibt dann nur in den Spezialfällen unverzerrte (unbiased) Schätzwerte der Parameter von Strukturgleichungen, wenn in den Gleichungen unilaterale Kausalitätsbeziehungen vorliegen. Wenn dies nicht der Fall ist, kann die Methode der kleinsten Quadrate jedoch zur Schätzung der Parameter der reduzierten Form<sup>1)</sup> des Modells benutzt werden, aus denen bei exakter Identifizierbarkeit die Parameter der Strukturgleichungen durch arithmetische Transformation ermittelt werden können. Überidentifizierte Gleichungen werden mit besonderen Methoden, die die Überidentifikation berücksichtigen, wie die Limited Information- oder die Full Information Maximum Likelihood Methode oder die Theil-Basman-Methode, geschätzt<sup>2)</sup>.

An die Schätzung der Parameter schließen sich die statistischen Prüfungen und die Interpretation der Ergebnisse. Der endgültige Test für die Brauchbarkeit eines Modells erfolgt in der Gegenüberstellung der Ergebnisse des Modells mit den Daten der Wirklichkeit. Ist es mit Hilfe des Modells möglich, die Tatbestände, zu deren Erklärung das Modell entwickelt wurde, in befriedigender Weise zu approximieren, dann ist eine weitere Verwendung des Modells für wirtschaftspolitische Zwecke sinnvoll. Die wirtschaftspolitischen Anwendungen liegen in der Hauptsache darin, mit Hilfe des Modells zukünftige Entwicklungen zu projizieren. Dabei kann einmal unterstellt werden, daß eine im Modell festgehaltene Struktur konstant bleibt, während die auftretenden exogenen Instrumentvariablen in verschiedener Richtung modifiziert werden. Dies ermöglicht bereits eine numerische Bewertung der Auswirkungen, die sich durch verschiedene Handhabung der gegebenen Instrumente ergeben. Andererseits kann die Struktur selbst kontrollierten Änderungen unterworfen werden durch Änderung struktureller Parameter, und die daraus resultierenden Auswirkungen auf das Gesamtmodell können beobachtet werden. In der letzteren Möglichkeit besteht der Vorteil der Projektion mit einem Strukturmodell, wie es das Cowles Commission Modell darstellt, gegenüber elementaren Projektionsmethoden. Projektionen der endogenen Variablen sind auch dann möglich, wenn wirtschaftspolitische Entscheidungen sich nicht nur in Änderungen der exogenen Variablen auswirken, sondern durch Beeinflussung struktureller Parameter auch Änderungen der bestehenden Struktur bewirken [37].

Eines der bekanntesten Modelle vom Cowles Commission Typ im landwirtschaftlichen Sektor ist das Modell für die Viehwirtschaft in den USA von HILDRETH und JARRETT [22]. Das Modell spezifiziert in sieben simultanen Gleichungen die strukturellen Relationen für Erzeugung, Angebot und Nachfrage von Vieh, Erzeugnissen der Viehwirtschaft, Futtergetreide und Kraftfuttermitteln. Darauf aufbauend wird eine theoretische Analyse von Entscheidungssituationen auf der Ebene des Einzelbetriebes der Erzeugerstufe entwickelt [22]. In analoger Weise könnte das Modell zur Analyse agrarpolitischer Fragestellungen herangezogen werden.

- 1) In der reduzierten Form wird jede der endogenen Variablen des Modells als Funktion der exogenen Variablen dargestellt.
- 2) Die letztgenannten Methoden liefern bei Vorliegen exakter Identifikation identische Ergebnisse, wie die Methode der reduzierten Form. Für nicht identifizierbare Gleichungen sind unverzerrte Schätzungen nicht möglich.

Ein ökonomisches Modell für den gesamten Sektor der Landwirtschaft ist ebenfalls in den USA geschätzt worden [11]. Das Modell ist so konstruiert, daß es in das Modell der Gesamtwirtschaft (Master Model) von KLEIN und GOLDBERGER [27] einbezogen werden kann, um so die wechselseitigen Beziehungen zwischen der Landwirtschaft und anderen Bereichen der Volkswirtschaft erfassen zu können. Das Modell von CROMARTY ist zusammengesetzt aus sechs Subsektormodellen für

1. die Vieh- und Futterwirtschaft,
2. Weizen,
3. Sojabohnen,
4. Baumwolle,
5. Tabak und
6. Gemüse.

Im Modell sind eine erhebliche Anzahl wirtschaftspolitisch beeinflussbarer Größen enthalten wie Anbauregulierungen, Stützpreise, Lagerhaltung und Exporte. Anwendungsmöglichkeiten des Modells für wissenschaftliche und praktische Zwecke werden aufgezeigt, aber es wird hervorgehoben, daß für konkrete Anwendungen das Modell noch weiterer Prüfung, Neuformulierung und Erweiterung bedarf.

Eine solche Erweiterung ist vom selben Verfasser [12] für die Weizen- wie für die Futtergetreidewirtschaft vorgenommen worden, mit der ausdrücklichen Zielsetzung, die Auswirkungen alternativer Entscheidungen in der Preisstützungspolitik im Hinblick auf Erzeugerpreise und -einkommen zu analysieren. Dabei wird der Weizen Sektor durch ein in sich geschlossenes Modell dargestellt, in dem eine Angebots- und vier Nachfragerelationen (für Nahrungszwecke, Futterzwecke, staatliche und private Lagerhaltung) enthalten sind. Das Modell für den Futtergetreidesektor ist in analoger Weise aufgebaut, doch macht hier die enge Verflechtung mit der Viehwirtschaft die Aufnahme der Angebots- und Nachfragerelationen der wichtigsten Kategorien tierischer Produkte erforderlich.

Das Weizenmodell wird zur Prüfung folgender alternativer agrarpolitischer Entscheidungen herangezogen:

1. Das Preisstützungsprogramm und Anbaurestriktionen werden aufgegeben und die staatliche Einlagerung auf dem Niveau von 1958 fixiert.
2. Zusätzlich zu den Maßnahmen unter 1. wird die Verfütterung von Weizen subventioniert.
3. Zusätzlich zu den Maßnahmen unter 2. soll die Hälfte der Exporte der staatlichen Lagerhaltung entnommen werden.

Für diese drei Alternativen werden mit dem Modell bestimmt der Erzeugerpreis für Weizen, die private Lagerhaltung und die Mengen, die in die Verfütterung gehen.

Für die Futtergetreide- und Viehwirtschaft werden vier Alternativen untersucht:

1. Anbaubeschränkungen werden aufgegeben, der Stützpreis für Mais wird im Verlaufe von vier Jahren von 1,40 Dollar je bushel auf 0,65 Dollar je bushel gesenkt, keine Verkäufe aus staatlicher Lagerhaltung, Exporte aus der laufenden Produktion von 12 Mill. t Futtergetreide jährlich.
2. Anbaubeschränkungen werden aufgegeben, völliger Abbau der Preisstützung für Mais, Exporte von 2 Mill. t Futtergetreide jährlich aus staatlicher Lagerhaltung.



3. Zusätzlich zu den Maßnahmen unter 2. werden 7 Mill. t Futtergetreide jährlich auf dem einheimischen Markt angeboten.
4. Der Stützenspreis für Mais wird auf 1,20 Dollar je bushel festgesetzt, die Anbaufläche wird um 12 vH eingeschränkt, aus staatlicher Lagerhaltung werden 5 Mill. t Futtergetreide jährlich im einheimischen Markt angeboten.

Für jede dieser Alternativen werden die Auswirkungen auf die verfütterten Mengen, die staatliche und private Lagerhaltung, das mengenmäßige Angebot tierischer Erzeugnisse und die Preise für tierische Erzeugnisse numerisch bestimmt.

## 5.2 *Das Modell der linearen Programmierung*

Das Modell der linearen Programmierung unterscheidet sich in Zielsetzung und Methode wesentlich vom Cowles Commission Modell. Es dient nicht wie jenes der Erklärung wirtschaftlicher Strukturen. Entsprechend seiner Entstehung im mikroökonomischen (und militärischen) Planungsbereich ist das Modell auf das Auffinden optimaler Lösungen ganz spezifischer Fragestellungen gerichtet, und die Ergebnisse des Modells sind normativ. Die Voraussetzungen und Annahmen des Modells sind für ökonomische Probleme nicht weniger restriktiv als im Cowles Commission Modell. Dennoch erfordert das Modell der linearen Programmierung einen geringeren theoretischen Aufwand. Einmal spielen bei der Modellkonstruktion Erfahrungstatsachen und technische Relationen eine größere Rolle als wirtschaftstheoretische Erkenntnisse. Zum anderen handelt es sich um ein deterministisches Modell, und die theoretischen Anforderungen an die Lösungsmethode sind damit geringer. Einfache Probleme sind zudem sehr leicht zu manipulieren. In bestimmten Fällen lassen sich sehr schnell graphische Lösungen finden. Ein einfaches Modell kann jedoch durch Aufnahme weiterer Variablen sehr rasch zu rechentechnisch langwierigen Operationen führen. Die Standardform des Modells kann außerdem auf verschiedene Weise variiert werden, so daß eine Reihe erweiterter Modelle möglich werden. Dadurch ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für Programmierungsmodelle. Weiterhin hat sich gezeigt, daß eine Verwandtschaft besteht zwischen der linearen Programmierung und Modellen, die aus anderem Ansatz heraus entwickelt wurden, wie das Input-Output-Modell und spieltheoretische Modelle. Das Input-Output-Modell ist tatsächlich ein Spezialfall des Linear Programming Modells, während zu den spieltheoretischen Modellen nur eine formale, rechentechnische Beziehung besteht [14]. Häufig wird der Ausdruck »activity analysis« für den Gesamtbereich der Probleme gebraucht, für die Lösungen mittels mathematischer Verfahren erzielt werden können, die auf der linearen Programmierung aufbauen.

Der erste Schritt in der Konstruktion eines Modells der linearen Programmierung ist die exakte Definition des Problems. Dabei kommt es namentlich darauf an, die Variablen genau zu definieren. Das Problem wird als Extremumaufgabe formuliert, d. h., es wird nach einer Lösung gesucht, die für eine bestimmte Größe den größt- bzw. den kleinstmöglichen Wert ergibt. Dabei wird davon ausgegangen, daß zwischen wirtschaftlichen Variablen häufig lineare oder annähernd lineare Beziehungen bestehen. Es müssen ferner eine Reihe von Restriktionen berücksichtigt werden. Einmal stehen wirtschaftliche Güter und Dienstleistungen nicht in unbeschränkter Menge zur Ver-

fügung, sondern sind, ex definitione, dadurch gekennzeichnet, daß sie knapp sind. Zum anderen kann es erforderlich sein, daß bestimmte Minimumforderungen erfüllt werden. Solche quantitativen Restriktionen können in Form von Ungleichungen in das Modell aufgenommen werden. Die Berücksichtigung dieser Art von Restriktionen wirkt sich dahingehend aus, daß im Ergebnis nicht die absoluten Extremwerte ermittelt werden, sondern die unter gegebenen Bedingungen erreichbaren Werte. Schließlich muß beim Rechnen mit wirtschaftlichen Größen berücksichtigt werden, daß die Mehrzahl der wirtschaftlichen Variablen im negativen Bereich nicht definiert sind. Diese Restriktionen gehen ebenfalls als Ungleichungen in das Modell ein.

Die drei Eigenschaften, Linearität der Relationen, quantitative Beschränkungen und nicht negative Variablen und die Zielsetzung, sich so zu verhalten, daß eine bestimmte Größe ein Maximum oder ein Minimum wird, machen den Kern des Linear Programming Modells aus. Das Modell kann somit formal definiert werden als Maximierung (Minimierung) einer linearen Funktion unter einer Reihe von linearen Nebenbedingungen und Vorzeichenbeschränkungen [20].

Die zu maximierende (minimierende) Funktion heißt die Zielfunktion. In der Zielfunktion werden die Variablen spezifiziert; die Parameter der Zielfunktion sind in der Regel bekannt. Die numerischen Werte der Variablen einer Lösung zeigen an, auf welchem Niveau ein Prozeß durchgeführt wird. In den linearen Nebenbedingungen sind die technischen Koeffizienten enthalten, die für jeden Prozeß den Bedarf an Faktoreinsatzangeben, sowie die Kapazitätsbegrenzungen der Prozesse. Ein Prozeß im Modell der linearen Programmierung ist durch konstante Faktoreinsatzkoeffizienten gekennzeichnet. Ein bestimmter Punkt eines Prozesses wird Prozeßniveau oder Aktivität genannt. Die Lösung eines Linear Programming Modells besteht darin, optimale Aktivitäten für die verschiedenen Prozesse zu bestimmen.

Eine brauchbare oder realisierbare Lösung ist gegeben, wenn die Lösung sämtliche Nebenbedingungen erfüllt. Wenn eine realisierbare Lösung gleichzeitig die Zielfunktion maximiert, dann ist eine optimale Lösung gefunden. Das Auffinden einer optimalen Lösung wird dadurch erschwert, daß durch die Beseitigung der Ungleichungen ein Gleichungssystem entsteht, in der die Zahl der unbekannt Variablen größer ist als die Zahl der Gleichungen. Es gibt eine Anzahl von Lösungsmethoden [24], von denen die Simplex Methode die heute gebräuchlichste ist. Alle Lösungsmethoden bestehen in einem systematischen Probieren. Sie zerfallen in zwei Bestandteile:

- a) Suchverfahren für eine Lösung und
- b) Kriterien, die angeben, wann eine gewünschte Lösung gefunden ist.

Die Durchführung der Lösungsverfahren besteht damit in einer Folge von Wiederholungen (Iterationen). Am brauchbarsten sind dabei jene Methoden, die, wie die Simplex Methode, bei jeder Iteration erkennen lassen, in welcher Richtung eine weitere Annäherung an die Optimallösung zu suchen ist [14].

Für die Ausführung der Rechnung ist von Bedeutung, daß in jedem Linear Programming Problem ein Dual Problem enthalten ist. Die Lösung eines Linear Programming Problems ist unter Umständen wesentlich einfacher, wenn statt des primären Problems zunächst das dazugehörige duale Problem gelöst und dann aus diesem Ergebnis die Lösung des primären Problems bestimmt wird. Darüber hinaus ist für die duale Lösung in vielen Fällen eine ökonomische Interpretation möglich, zum Beispiel in der Bestimmung von Renteneinkommen [6].

Für ein gut definiertes Problem ist stets eine Lösung vorhanden. Die Lösung wird wesentlich bestimmt durch die Anzahl der im Modell enthaltenen Nebenbedingungen. Die optimale Lösung enthält stets ebensoviele Prozesse wie Nebenbedingungen im Modell enthalten sind<sup>1)</sup>. Dieser Eigenart des Modells kommt deshalb so große Bedeutung zu, weil hier deutlich wird, daß bei der Auswahl und Bestimmung der Nebenbedingungen bereits Einfluß auf das Ergebnis genommen werden kann.

Für die Beurteilung des Modells der linearen Programmierung und seiner Anwendungsmöglichkeiten muß von den im einzelnen getroffenen Annahmen des Modells ausgegangen werden.

1. Die weitreichendste der Annahmen ist die Annahme der Linearität der Zielfunktion, der Restriktionen und der Prozesse. Von dieser Annahme hängt die einfache rechnerische Manipulierbarkeit des Modells ab. Die ökonomischen Konsequenzen dieser Annahme wurden schon angedeutet, es sind dies die Unterstellung konstanter Profitabilitätskoeffizienten, direkt proportionaler Faktor-Faktor-Beziehungen und konstanter Grenzerträge.
2. Aus der Annahme der Linearität folgt die weitere Annahme der Additivität der Prozesse. Das besagt, die einzelnen Prozesse sind unabhängig voneinander in dem Sinne, daß die Summe der Faktoreinsätze, die in verschiedenen Prozessen verwendet werden, gleich ist der Summe der in den einzelnen Prozessen verwendeten Faktoreinsätze. Es besteht keine Interaktion zwischen den Prozessen.
3. Es wird unbegrenzte Teilbarkeit der Güter und Dienstleistungen angenommen.
4. Die Anzahl der Prozesse ist begrenzt. Es ist dies eine aus praktischen Gesichtspunkten erforderliche Annahme. Aus der sehr großen Zahl möglicher Prozesse werden nur einige wenige als in Frage kommende Alternativen betrachtet.
5. Die technischen Koeffizienten, die Preise und Kosten werden als mit Sicherheit bekannt angenommen. Ungewißheit und Risiko werden im Modell nicht berücksichtigt.

Diese Bedingungen sind in der wirtschaftlichen Wirklichkeit nicht immer und nicht gleichzeitig erfüllt. Durch abstrahierende Vereinfachung des Problems oder durch zweckentsprechende Einschränkungen des Untersuchungsbereiches lassen sich jedoch in vielen Fällen geeignete Annäherungen an diese Bedingungen erreichen. Wird dem vorliegenden Untersuchungsmaterial dadurch zu sehr Gewalt angetan, dann müssen Änderungen des Standardmodells vorgenommen werden. Eine Anzahl von Variationsmöglichkeiten des Standardmodells, insbesondere im Hinblick auf landwirtschaftliche Probleme sind von REISCH [41] beschrieben worden. Es seien hier genannt das Programmieren mit Transfer-Aktivitäten, mit endogen bestimmten Produktionskapazitäten, mit variablen Preisen, Restriktionen oder Input-Koeffizienten. Diese letzteren Verfahren sind auch als parametrisches Programmieren bekannt. Die Annahmen von Linearität und Additivität werden fallen gelassen bei den Methoden nichtlinearer Programmierung, wie konvexes Programmieren [50] und quadratisches Programmieren [42]. Durch ganzzahliges Programmieren [18] wird die vielfach unrealistische

<sup>1)</sup> Dies ist der Inhalt des sog. grundlegenden Theorems der linearen Programmierung (Basic theorem of linear programming). In modifizierter Form gilt das Theorem auch bei Auftreten von Degeneration. Vergleiche [4].

Annahme der unbegrenzten Teilbarkeit ausgeschaltet. Unsicherheit und Risiko können durch stochastisches Programmieren [48] in das Modell eingeführt werden.

Es ist mit diesen erweiterten Verfahren möglich, den wirtschaftlichen Gegebenheiten näherzukommen, doch muß dieser Vorteil erkauft werden mit wesentlich komplizierteren Lösungsverfahren.

Die Anwendungsmöglichkeiten des Linear Programming Modells und der daraus abgeleiteten Modelle in der Agrarpolitik sind zweifacher Art. Es sind unmittelbare Anwendungen des Linear Programming Modells auf spezifisch agrarpolitische Fragen möglich, während indirekt die Agrarpolitik auch Nutzen ziehen kann aus den für einzelne Betriebe durchgerechneten Modellen. Die Ergebnisse, die bei der Analyse von Einzelbetrieben mit dem Linear Programming Modell gewonnen werden, lassen für den Agrarpolitiker erkennen, wie sich bestimmte Maßnahmen der Agrarpolitik (Kreditpolitik, preispolitische Maßnahmen) im Einzelbetrieb auswirken. Es läßt sich daran bis zu einem gewissen Grade die Effizienz solcher Maßnahmen beurteilen. Außerdem ergeben sich auf dieser Grundlage Möglichkeiten, die Betriebsberatung mit den agrarpolitischen Zielen abzustimmen. Direkte Anwendungen der linearen Programmierung für agrarpolitische Fragestellungen sind möglich für Teilbereiche der Landwirtschaft bzw. der Volkswirtschaft wie auch für die gesamte Wirtschaft. Dazu werden im folgenden einige Beispiele angeführt.

Vorstellungen über optimale Betriebsgrößen sind für die Agrarpolitik von außerordentlicher Bedeutung im Hinblick auf Entscheidungen, die bei der Durchführung von Siedlungsvorhaben zu treffen sind, sowie ganz allgemein hinsichtlich notwendiger Differenzierungen von Unterstützungsmaßnahmen. Das Problem der Ermittlung optimaler Betriebsgrößen unter den gegenwärtigen Bedingungen des wirtschaftlichen Wachstums (Verteuerung der Arbeitskraft, technische Produktionsfortschritte, sinkende oder stagnierende Erzeugerpreise) ist von v. URFF mit einem parametrischen Linear Programming Ansatz analysiert worden [49]. Es wird ausgegangen von einem Grundmodell eines Familienbetriebes mit 25 Aktivitäten und 23 Restriktionen. Die Arbeitskapazität ist konstant. Der Produktionsfaktor Land ist variabel. Durch Einführung alternativer Annahmen über Preise, Kälberzukauf, Getreidezukauf und Vorhandensein nichtständiger Arbeitskräfte sind 16 Varianten des Grundmodells möglich, von denen 4 durchgerechnet worden sind. Die unter der Zielsetzung der Einkommensmaximierung resultierenden Anpassungen in den Betriebsgrößen von 10 ha, 20 ha und 40 ha werden miteinander verglichen. In Holland ist die Bestimmung optimaler Betriebsgrößen für die Besiedlung der neuen Poldergebiete gleichfalls mit parametrischer Linear Programming Modellen versucht worden [38].

In der Studie von MEIJERMAN wird ein sehr hoher Mechanisierungsgrad und ein konstanter Arbeitskräftebesatz angenommen. Es werden Varianten mit wechselndem AK-Besatz von 2—4 ständigen AK plus Betriebsleiter durchgerechnet. Die optimale Betriebsgröße wird durch das Verhältnis von Betriebseinkommen und Lohnaufwand unter den angenommenen Bedingungen ermittelt.

Probleme, die im Gefolge von Überschußproduktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse auftreten, sind ebenfalls der Analyse mit Linear Programming Modellen zugänglich und namentlich in den USA auch unternommen worden<sup>1)</sup>. Hier soll eine niederländi-

<sup>1)</sup> Vgl. Literaturverzeichnis bei [41].

sche Studie angeführt werden, die die optimale Verwendung von Milch zum Gegenstand hat [35]. Die Milcherzeugung wird als vorherbestimmt betrachtet. Es wird gefragt, wie groß die Anteile von Frischmilch und Werkmilch sein sollten und bei welchem Preis die Erzeugerlöhne maximiert werden unter der Beschränkung, daß sehr hohe Preise aus sozialpolitischen Gründen nicht akzeptiert werden können. Das Modell führt zu einem quadratischen Programmierungsansatz.

Wie die lineare Programmierung auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene eingesetzt werden kann, zeigt schließlich ein im wirtschaftswissenschaftlichen Institut der Universität Zürich im Entstehen begriffenes Modell [40]. Es handelt sich dabei um die Aufstellung eines landwirtschaftlichen Produktions- und Ernährungsplanes, der in Notzeiten eine Versorgung der schweizerischen Bevölkerung mit Lebensmitteln ermöglichen soll. Das ursprüngliche Modell umfaßte 700 Variablen und 350 Restriktionen. Die Durchführung der Berechnungen scheiterte bei der Formulierung des Modells in dieser Größenordnung zunächst (Degeneration), und es wird deshalb vorläufig ein mehr komprimiertes Modell bearbeitet. Neben der Zielsetzung der Planung für Notzeiten werden die Möglichkeiten der Erweiterung des Modells zur Untersuchung von Strukturfragen der schweizerischen Landwirtschaft geprüft.

Die Bedeutung der Input-Output-Analyse für die Landwirtschaft geht aus einer in den USA durchgeführten Studie hervor [9]. Eine erste Anwendung eines spieltheoretischen Modells auf agrarpolitische Probleme befaßt sich mit der Frage, ob Reisfarmer in den USA eine Erhöhung der Anbauzuteilungen (acreage allotments) verlangen sollten [33].

### 5.3 *Das Modell des räumlichen Gleichgewichts*

Das Modell des räumlichen Gleichgewichts gehört in die Gruppe der Linear Programming Modelle [43]. In das Modell gehen jedoch Daten ein, die häufig nur aus Schätzungen mit Hilfe makroökonomischer Sektormodelle gewonnen werden können. Es wird hier somit besonders gut deutlich, wie verschiedene Modelltypen miteinander kombiniert werden können. Außerdem lassen sich mit diesem Modell eine Reihe von Problemen behandeln, die gerade agrarpolitisch von großem Interesse sind. Aus diesen Gründen soll gesondert auf dieses Modell eingegangen werden, obwohl methodisch nichts wesentlich Neues darin enthalten ist.

Das allgemeine Problem des Modells ist die Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen in räumlich getrennten Märkten. Es zielt damit ab auf die Analyse der strukturellen Bedingungen, durch die der Standort und das Niveau von Erzeugung und Verbrauch, die Marktpreise und die Warenströme in verschiedenen geographischen Regionen bestimmt werden. Im einzelnen umfaßt diese Zielsetzung die Ermittlung

1. der regionalen Gleichgewichtspreise,
2. der regionalen Export- und Importmärkte und
3. der mengenmäßigen Exporte und Importe, sowie die Bestimmung
4. des gesamten interregionalen Handels für bestimmte Waren und
5. des Handelsvolumens und der -richtung zwischen jedem einzelnen Paar der regionalen Märkte [25].

Im Modell wird von den Annahmen vollständiger Konkurrenz der Theorie des all-

gemeinen Gleichgewichts ausgegangen. Insbesondere wird angenommen, daß in allen Regionen ein einheitlicher Preis für alle Waren sich durchsetzt, der von Region zu Region nur durch Transportkosten differiert. Es wird unterstellt, daß das Verhalten der Wirtschaftssubjekte bestimmt wird durch das Streben nach Gewinnmaximierung und daß Transportentscheidungen dementsprechend auf Grund der sich bietenden Gewinnmöglichkeiten getroffen werden. Die Waren werden als homogene Güter betrachtet, und es bestehen bei den Marktpartnern keine Präferenzen hinsichtlich Herkunftsort oder Bestimmungsort der Waren. Jede Region stellt einen genau abgegrenzten Markt dar, der jedoch nicht isoliert ist, sondern es bestehen Transportverbindungen mit anderen Märkten und Handelsbeschränkungen sind nicht vorhanden. Das gesamte Angebot einer Region wird in einem zentralen Punkt konzentriert gedacht, da Transportprobleme innerhalb der Region vernachlässigt werden. Es wird vorausgesetzt, daß für jede Region die funktionalen Beziehungen zwischen regionalem Preis und regionalem Angebot bzw. regionaler Nachfrage bestimmbar sind. Dabei kann auch, namentlich bei landwirtschaftlichen Produkten, angenommen werden, daß im Zeitpunkt der Analyse das Angebot vorherbestimmt ist. Andernfalls müssen die Nachfrage- wie auch die Angebotsfunktionen für jede Region ermittelt werden. Diese letzte Forderung stellt erhebliche Ansprüche an das Vorhandensein regionalen Datenmaterials. Es ist dies ein Punkt, der in vielen Fällen bei der Durchführung solcher Untersuchungen noch nicht zufriedenstellend gelöst werden kann.

Die Lösung des Modells vollzieht sich in drei Abschnitten.

1. Ausgegangen wird von der Bestimmung der Angebots- und Nachfragemengen sowie der regionalen Überschüsse bzw. Defizite und der Bestimmung der Transportkosten zwischen jedem einzelnen Paar von Regionen.
2. Aus den durch Transportkosten sich ergebenden Preisunterschieden und den Überschüssen und Defiziten werden dann die regionalen Gleichgewichtspreise und die mit diesen Preisen konsistenten Preisdifferenzen zwischen den Regionen berechnet. Dieser Teil der Untersuchung wird zumeist an einem Zwei-Regionen-Modell entwickelt und dann für den Fall mit  $n$ -Regionen generalisiert [43]. Letzteres erfordert jedoch eine Modifizierung der Bestimmung der Preisdifferenzen.
3. Die Kenntnis der regionalen Preisunterschiede, der Überschüsse und Defizite ist ausreichend, um die Warenströme zwischen Überschuß und Defizitgebieten zu ermitteln, die den geringsten Transportkostenaufwand erfordern. Es ist dies das bekannte Transportproblem, das je nach Umfang entweder nach sehr einfachen Regeln oder mit der Methode der linearen Programmierung zu lösen ist.

Bei Vorhandensein von mehr als zwei Regionen kann die Bestimmung der Gleichgewichtspreise und Preisdifferenzen mehrere Iterationen von Schritt 2 und 3 erforderlich machen, wobei eine interessante Anwendung des dualen Linear Programming Problems gegeben ist [26].

Wie das Modell der linearen Programmierung, so ist auch das Modell des räumlichen Gleichgewichts sehr anpassungsfähig. Es kann von einfachen Fragestellungen ausgehend zu fortschreitend komplizierteren Problemen übergegangen werden. Die einfachste Form des Modells ist gegeben durch einen Markt, in dem nur eine Ware gehandelt wird, deren Angebot kurzfristig völlig unelastisch ist. Das Modell kann dann

in der Weise erweitert werden, daß Verarbeitungsprozesse berücksichtigt werden. Es müssen dann die Verarbeitungskosten und -kapazitäten sowie die technischen Umwandlungskoeffizienten in das Modell eingebaut werden. Eine Erweiterung ist ebenfalls möglich durch gleichzeitige Untersuchung der Märkte mehrerer Waren, wobei es sich um Warenmärkte und die dazugehörigen Produktionsmittelmärkte handeln kann oder auch um Waren in verbundener Produktion. Schließlich wird angestrebt, die Annahme bekannter Angebotsfunktionen fallen zu lassen und ein Modell für die räumliche Verteilung der Produktionsfaktoren und der Produktion der Fertigprodukte zu entwickeln [34]. Dabei können die Fälle unterschieden werden, daß a) die Standorte von Erzeugung und Verbrauch vorherbestimmt sind und es darum geht, die räumlich günstigste Verteilung der Erzeugungs- und Verbrauchsmengen zu bestimmen, oder daß b) die optimale Wahl des Standorts vom Modell bestimmt werden soll, vorausgesetzt, daß bestimmte Annahmen über die Anforderungen, die an günstigste Erzeugungsstandorte zu stellen sind, gemacht werden können.

Mit diesen möglichen Zielsetzungen ist das Modell von größtem Interesse sowohl für die wirtschaftstheoretische Forschung wie auch im Hinblick auf die praktische Auswertung der mit dem Modell erzielbaren Erkenntnisse. Für praktische Anwendungen ist es besonders interessant, die Auswirkungen von Datenänderungen auf die Gleichgewichtslage des Modells zu untersuchen. Das Modell bietet damit Vergleichsmöglichkeiten komparativ-statischer Art, wie sie in Entscheidungssituationen immer dann verlangt werden, wenn es darum geht, die Auswirkungen von Änderungen in den Instrumenten oder den Zielen im voraus zu beurteilen. Untersucht werden kann vor allem, was für Auswirkungen Maßnahmen, welche Änderungen der Transportkosten und der räumlichen Bevölkerungs- und Einkommensverteilung oder der räumlichen Erzeugungsstruktur bewirken, für die regionale Preisbildung und die Struktur des Marktes haben.

Da das Modell von der Annahme vollständigen Wettbewerbs ausgeht, kann ein Vergleich der tatsächlich bestehenden Preise und Handelsbeziehungen mit dem im Modell als optimal ermittelten, Aufschlüsse darüber geben, inwieweit ein bestimmter Markt als leistungsfähig oder nicht leistungsfähig im Verhältnis zu dieser Ausgangsbasis anzusprechen ist. Aus der Diskrepanz zwischen dem »was ist« und dem »was sein könnte« kann die Wirtschaftspolitik Anregungen gewinnen für Entscheidungen, die darauf abzielen, den Beitrag einzelner Märkte zum gesamtwirtschaftlichen Nutzen zu erhöhen. Hierin kommen der normative Charakter und die wohlstandsökonomischen Implikationen des Modells deutlich zum Ausdruck.

In den USA sind räumliche Gleichgewichtsmodelle für mehrere landwirtschaftliche Produkte erstellt worden. Es sind zumeist Modelle, die jeweils ein einzelnes Produkt in Betracht ziehen. Eine Ausnahme ist die Studie von SCHRADER und KING [46]. Darin werden die günstigsten Standorte für die Rindermast ermittelt unter Berücksichtigung der räumlichen Verteilung des Angebots der Rohmaterialien, Heu, Kraftfuttermittel und Magervieh, sowie der Nachfrage nach dem Endprodukt. Mit den Ergebnissen des Modells wird der Versuch einer Beurteilung der Leistungsfähigkeit des bestehenden Systems gemacht.

Ein weiteres Modell von CHUANG [10] analysiert das räumliche Gleichgewicht eines Zwei-Produktmarktes mit Futtergetreide und Kraftfuttermitteln als konkurrierende und substituierbare Produktionsmittel der Viehwirtschaft.

Die Verwendung des Modells zur Analyse wirtschaftspolitischer Entscheidungen wird von JUDGE und WALLACE mit einem räumlichen Gleichgewichtsmodell der Viehwirtschaft der USA gegeben [26]. Im einzelnen werden die Veränderungen der Gleichgewichtslage des Marktes und die dadurch verursachten Kostenänderungen unter folgenden Annahmen geprüft:

1. Erhöhung der Transportkosten um 20 vH.
2. Senkung der Transportkosten um 20 vH.
3. Das gesamte Angebot von Schlachtvieh einer Region wird in der gleichen Region geschlachtet.

Weiterhin wird eine Projektion vorgenommen, wobei unterstellt wird

1. Bevölkerung, Verbrauchereinkommen und Erzeugung steigen,
2. Bevölkerung und Verbrauchereinkommen steigen, die Gesamterzeugung bleibt konstant,
3. Bevölkerung und Verbrauchereinkommen steigen, die Erzeugung je Kopf bleibt konstant,
4. Bevölkerung und Erzeugung steigen, während die Verbrauchereinkommen konstant bleiben.

Für jeden dieser Fälle werden Gleichgewichtspreis und räumliche Struktur des Angebots bestimmt. Die hierbei gewonnenen Informationen können der Wirtschaftspolitik, den Erzeuger- wie den Verarbeitungsbetrieben eine Grundlage in Entscheidungssituationen vermitteln.

## 6 Schlußbemerkungen

Mit den vorstehenden Ausführungen hoffe ich, eine gewisse Übersicht über die Denk- und Arbeitsmethoden modelltheoretischer Forschung in der Agrarökonomie und Agrarpolitik gegeben zu haben. Es soll noch einmal betont werden, daß die Auswahl eines bestimmten Modells aus der Fülle der bereits vorhandenen Modelle in voller Kenntnis der dem Modell zugrundeliegenden Annahmen und der Relevanz dieser in bezug auf das jeweilige Objekt einer Untersuchung sowie der Verfügbarkeit der erforderlichen Daten und der für ein Forschungsvorhaben zur Verfügung stehenden Mittel getroffen werden muß. Alle der verfügbaren Modelle stehen hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit und Vollständigkeit der Kritik offen. Die Kritik muß jedoch sachgemäß, und sie sollte nicht negativ sein, sondern neue und bessere Wege der Erkenntnis weisen. Das erfordert eine genaue Beherrschung der Materie, verbunden mit der Fähigkeit, die Grenzen der modelltheoretischen Analyse zu erkennen. Für das Bemühen, diese Grenzen weiter hinauszuschieben, sind verschiedene Ansatzpunkte gegeben.

1. Die Wirtschaftstheorie muß ständig überprüft und dahingehend erweitert werden, daß sie das reale Geschehen zu erklären vermag. Für den Agrarpolitiker bedeutet das, daß er nicht nur über eine gute Grundlage in der theoretischen Volkswirtschaftslehre verfügen, sondern seinerseits aus seinem Erfahrungsbereich heraus dem Theoretiker Hinweise und Anregungen geben sollte. Im Hinblick auf die überragende Rolle der Wirtschaftstheorie für die praktische Wirtschaftspolitik wäre es



wünschenswert, wenn in der Ausbildung des Agrarpolitikers der Wirtschaftstheorie mehr Raum gegeben würde als es, zumindest in der Studienordnung für Diplomlandwirte, bisher der Fall war.

2. Die mathematischen und statistischen Hilfsmittel können weiter verfeinert und den speziellen wirtschaftlichen Fragestellungen angepaßt werden. Nun haben gerade die letzten beiden Jahrzehnte einen unvorhergesehenen Fortschritt auf diesen Gebieten gebracht. Bei dem gegenwärtigen Stand der Agrarökonomie in Deutschland kommt es deshalb hier m. E. vorwiegend darauf an, die Rezeption dieser neuentwickelten Methoden und Techniken in breiter Front nachzuvollziehen. Das erfordert notwendigerweise eine engere Zusammenarbeit mit den mathematischen Disziplinen, ebenso wie mit der betriebswirtschaftlichen Unternehmensforschung.
3. Ein weiteres Gebiet, auf dem Verbesserungen möglich sind, ist das der statistischen Datenerhebung. Die Bedeutung dieses Gebietes für die Agrarökonomie ist der Gegenstand des Referats von Herrn THIEDE. Hier soll deshalb nur darauf hingewiesen werden, daß die Ergebnisse quantitativer Forschung vielfach verbessert werden könnten, wenn es möglich gemacht wird, Datenerhebungen für spezifisch wissenschaftliche Fragestellungen durchzuführen.

Schließlich sei noch einmal erwähnt, daß Agrarpolitik nicht nur nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgerichtet ist. Dementsprechend muß eine bessere Analyse des Wirtschaftsprozesses sich nicht unbedingt in besseren Erfolgen der Wirtschaftspolitik niederschlagen. Unter politischem Druck mag die Regierung Maßnahmen ergreifen, die den wirtschaftswissenschaftlichen Erkenntnissen zuwiderlaufen. Die Notwendigkeit exakter quantitativer Wirtschaftsforschung wird dadurch nicht geschmälert. Allein das Wissen um bessere Alternativen wird bereits Einfluß haben auf die Entscheidungen, die getroffen werden. Es wird dem Politiker erleichtern, den Forderungen von pressure groups zu widerstehen, und wenn falsche Entscheidungen getroffen werden müssen, so werden sie bewußt und in Kenntnis der entstehenden Kosten gemacht. Das heißt, die Ergebnisse sorgfältiger modelltheoretischer Analysen können zurückgestellt werden, aber sollten nicht unbeachtet bleiben.

Zum Schluß möchte ich bemerken, daß ich mir bewußt bin, daß das Thema »Entscheidungsmodelle« mit diesen Ausführungen nicht erschöpfend behandelt worden ist. Das war jedoch auch nicht angestrebt. Es war meine Absicht, einige der anstehenden Probleme aufzuzeigen, um damit Anregungen für eine Diskussion zu geben und das Eindringen neuer Ideen und Erkenntnisse zu erleichtern.

Augustin COURNOT sagt im Vorwort zu seinem grundlegenden Werk: »Auch glaube ich, wenn diese Abhandlung von einigem praktischen Wert ist, so wird er hauptsächlich darin bestehen, daß wir klar fühlen, wie weit wir davon entfernt sind, in voller Erkenntnis der ursächlichen Zusammenhänge eine Reihe von Fragen lösen zu können, die jeden Tag kühn entschieden werden« [13]. Heute, nach mehr als 100 Jahren, sind diese Worte noch aktuell. Doch ich bin der Auffassung, daß bereits einige beachtliche Fortschritte auf dem von COURNOT aufgezeigten Wege gemacht wurden.

## Literatur

- 1 ABEL, W., Agrarpolitik. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1951, S. 34 ff.
- 2 ACKOFF, R. L., Scientific Method. N. Y. und London 1962, S. 108 ff.
- 3 ANGERMANN, A., Entscheidungsmodelle. Frankfurt/Main 1963, S. 15.
- 4 BAUMOL, W. J., Economic Theory and Operations Analysis. Englewood Cliffs 1961, S. 73 f.
- 5 BEACH, E. F., Economic Models. New York und London 1957.
- 6 BECKMANN, M. J., Lineare Planungsrechnung. Ludwigshafen/Rhein 1959, S. 33 f.
- 7 BREMS, H., Mathematik und Wirtschaftstheorie. »Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik«, 168 (1956), S. 337 ff.
- 8 BROSS, I. D., Design for Decision, N. Y. 1953, S. 169 ff.
- 9 CHARTER, H. O. and E. O. HEADY, An Input-Output-Analysis Emphasizing Regional and Commodity Sectors of Agriculture. Iowa State University, Research Bulletin 469, Sept. 1959.
- 10 CHUANG, Y. H., Estimates of Sector and Spatial Equilibrium Models of the United States Feed Economy. PH. D. THESIS, University of Illinois, August 1961.
- 11 CROMARTY, W. A., An Econometric Model for United States Agriculture. »Journal of the American Statistical Association« 54 (1959), S. 556—574.
- 12 DERS., Predicting the Impact of Alternative Government Programs on the Wheat and Feed-Livestock Economies. Michigan State University, Agric. Exp. Stat. Technical Bulletin 286, 1962.
- 13 COURNOT, A., Untersuchungen über die mathematischen Grundlagen der Theorie des Reichtums. Übersetzung von W. G. Waffenschmidt, Jena 1924, S. XXIII.
- 14 DORFMAN, R., P. A. SAMUELSON and R. M. SOLOW, Linear Programming and Economic Analysis. New York, Toronto, London 1958, S. 4 f.
- 15 FOX, K. A., Econometric Analysis for Public Policy. Ames, Iowa, 1958, S. 154.
- 16 GIERSCH, H., Allgemeine Wirtschaftspolitik. Wiesbaden 1960, S. 22.
- 17 GOLLNICK, H., Verhaltensforschung und makroökonomische Zeitreihenanalyse. »Agrarwirtschaft« 11 (1962), S. 360.
- 18 GOMORY, R. E., Outline of an Algorithm for Integer Solutions to Linear Programs. Bulletin of the American Mathematical Society 64 (Sept. 1958).
- 19 GÜLICHER, H., Ein einfaches ökonomisches Entscheidungsmodell zur Beurteilung der quantitativen Auswirkungen einiger wirtschaftspolitischer Maßnahmen für die Bundesrepublik Deutschland. Köln und Opladen 1961, S. 15.
- 20 HEADY, E. O. and W. CANDLER, Linear Programming Methods. Ames, Iowa, 1958, S. 7.
- 21 HERLEMANN, H. H., Grundlagen der Agrarpolitik. Berlin und Frankfurt 1961, S. 122.
- 22 HILDRETH, C. and F. G. JARRETT, A Statistical Study of Livestock Production and Marketing; in: Cowles Commission Monograph No. 15, New York und London 1955.
- 23 HOOD, W. C. and T. C. KOOPMANS, (Ed.), Studies in Econometric Method. Cowles Commission Monograph 14, New York und London 1953.
- 24 JOKSCH, H. C., Lineares Programmieren. Tübingen 1962, S. 143 ff.
- 25 JUDGE, G. G. and T. D. WALLACE, Estimation of Spatial Price Equilibrium Models. »Journal of Farm Economics«, 40 (1958), S. 802; K. A. Fox, a. a. O., S. 171 f.
- 26 DIES., Spatial Equilibrium Analyses of the Livestock Economy. Oklahoma State University, Technical Bulletin TB-78, June 1959.
- 27 KLEIN, L. R. and A. S. GOLDBERGER, An Econometric Model of the United States 1929—1952. Amsterdam 1955.
- 28 KOOPMANS, T. C., (Ed.), Statistical Inference in Dynamic Economic Models. Cowles Commission Monograph 10, New York und London 1950.
- 29 KOOPMANS, T. C. and W. C. HOOD, Estimation of Linear Relationships; in: Cowles Commission Monograph 14, S. 117 f.
- 30 KOOPMANS, T. C., When is an Equation System Complete for Statistical Purposes; in: Cowles Commission Monograph 10, S. 393—409.
- 31 DERS., Identification Problems in Economic Model Construction; in: Cowles Commission Monograph 14, S. 27.

- 32 KROMPHARDT, W., R. HENN und K. FÖRSTNER, Lineare Entscheidungsmodelle. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962, S. 5 f.
- 33 LANGHAM, M. R., Game Theory Applied to a Policy Problem for Rice Farmers. »Journal of Farm Economics« 45 (Febr. 1963), 151—162.
- 34 LEFEBER, L., Allocation in Space. Amsterdam 1958.
- 35 LOUWES, S. L., J. C. G. BOOT and S. WAGE, A Quadratic Programming Approach to the Problem of Optimal Use of Milk in the Netherlands. »Journal of Farm Economics« 45, (May 1963), 309—317.
- 36 MARSCHAK, J., Statistical Inference in Economics; in: Cowles Commission Monograph 10, S. 2.
- 37 DERS., Economic Measurements for Policy and Prediction; in: Cowles Commission Monograph 14, S. 1—26.
- 38 MEIJERMAN, G. C., De mogelijke oppervlakte van veenkoloniale akkerbouwbedrijven bij sterke mechanisatie. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Medeling 43, 1963.
- 39 MENGES, G., Ökonometrie. Wiesbaden 1961, S. 60 ff.
- 40 ONIGKEIT, D., Probleme der makroökonomischen Anbauplanung in der schweizerischen Landwirtschaft. Vortrag, Seminar Modern Tools and Methods in Farm Economics, IBM European Education Center, Blaricum/Holland, 26.—29. 3. 1963.
- 41 REISCH, E., Die lineare Programmierung in der landwirtschaftlichen Betriebswirtschaft. München 1962, S. 61 ff.
- 42 SAATY, T. L., Mathematical Methods for Operations Research. New York 1959, S. 197 ff.
- 43 SAMUELSON, P. A., Spatial Price Equilibrium and Linear Programming. »The American Economic Review«, 42 (1952), S. 283—303.
- 44 SCHNEIDER, E., Verstehende und instrumentale Wirtschaftstheorie. »Der Volkswirt«, Jg. 13 (1959), H. 51/52, S. 129.
- 45 DERS., Sinn und Grenzen der quantitativen Wirtschaftsforschung. »Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft«, 108 (1952), S. 598.
- 46 SCHRADER, L. F. and G. A. KING, Regional Location of Beef Cattle Feeding. »Journal of Farm Economics« 44 (1962), S. 64—81.
- 47 TINBERGEN, J., Economic Policy, Principles and Design. Amsterdam 1956, S. 27 ff.
- 48 TINTNER, G., Stochastic Linear Programming with Application to Agricultural Economics. Proceedings of the Second Symposium on Linear Programming, Vol. 1, Washington D.C., 1955, S. 197—227.
- 49 v. URFF, W., Anpassungsmöglichkeiten in den Betriebsgrößen. Vortrag, Göttingen 1962.
- 50 VAZSONYI, A., Scientific Programming in Business and Industry. New York 1958, S. 194 ff.
- 51 VEER, J. DE, Die Anwendung der linearen Programmierung bei der Planung von Ackerbaubetrieben in den neuen Ijsselmeerpoldern. Vortrag, Stuttgart-Hohenheim 1961.