

Kommission der Europäischen Gemeinschaften

**MITTEILUNGEN ÜBER LANDWIRTSCHAFT**

**Ein Prognose- und Simulationsmodell für den  
EG-Getreidemarkt**

**TEIL I: Grundlagen, Modellkonzeption und  
Quantifizierung der Bestimmungsgründe  
von Angebot und Preisbildung**

**BAND I: Theoretische Grundlagen und Konzeption**

**Nr. 43  
Mai 1978**

Series : Information on Agriculture

No. 43

Part I : Bases, conception of the model and quantification of factors determining supply and price formation

Section I : Theoretical bases and conception

The present study which is published in two Sections is the first part of a comprehensive investigation relating to a prognosis and simulation model for the EEC cereals market.

In the first Section an assessment is made first of all of the theoretical bases of systems analysis and simulation in the agricultural sector and, also of available empirical studies relating to the EEC cereals market. In addition, a prognosis and simulation model for the EEC cereals market is roughed out.

In the second Section factors determining supply and price formation are discussed together with corresponding evaluative functions. For the purpose of establishing a prognosis of the supply of cereals, an attempt was made

- to take a more pronounced regional differentiation as a basis for the estimates,
- to investigate the significance of variables which are related to structural developments and
- to take account of prices and price relationships as explanatory factors in the trend of supply.

The subsequent results of the examination (Part II : Analysis and Prognosis of Demand; Part III : Construction of the Total Model) will be published in the same series.

Original language : German

May 1978

---

The study is only published in German

---

Kommission der Europäischen Gemeinschaften

**MITTEILUNGEN ÜBER LANDWIRTSCHAFT**

**Ein Prognose- und Simulationsmodell für den  
EG-Getreidemarkt**

**TEIL I: Grundlagen, Modellkonzeption und  
Quantifizierung der Bestimmungsgründe  
von Angebot und Preisbildung**

**BAND I: Theoretische Grundlagen und Konzeption**

*Manuskript im März 1978 abgeschlossen*

**Nr. 43**  
**Mai 1978**

KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN  
GENERALDIREKTION LANDWIRTSCHAFT  
Direktion: Agrarwirtschaft – Abteilung: "Bilanzen, Studien, Statistische Information"  

---

Bibliographische Daten befinden sich am Ende der Veröffentlichung

© Copyright EGKS–EWG–EAG, Brüssel–Luxemburg, 1978  
*Printed in Belgium*

Der vollständige oder auszugsweise Nachdruck von Beiträgen dieser Veröffentlichung  
ist kostenlos und mit Quellenangabe gestattet.

ISBN 92-825-0365-8

Katalognummer: CB-NA-78-043-DE-C

## Vorwort

Die Studie "Ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt - Teil I: Grundlagen, Modellkonzeption und Quantifizierung der Bestimmungsgründe von Angebot und Preisbildung auf den Getreidemärkten der EG" ist Teil des Studienprogramms der Generaldirektion Landwirtschaft der Kommission der Europäischen Gemeinschaften. Sie wird von den Herren

Prof. Dr. H. Weindlmaier, Universität Bonn und

Prof. Dr. G. Weinschenk, Universität Stuttgart-Hohenheim

erstellt. Der vorliegende Bericht ist der erste Teil dieser umfassenden Untersuchung und enthält neben den theoretischen Grundlagen der Systemanalyse und Simulation den Entwurf eines Prognose- und Simulationsmodells für den EG-Getreidemarkt sowie Analysen der Bestimmungsgründe und Schätzgleichungen des Angebots und der Preisbildung. Weitere Ergebnisse der Untersuchung sollen in der gleichen Reihe veröffentlicht werden.

\*

\*

\*

An den Arbeiten waren die Abteilungen "Bilanzen, Studien, Statistische Information", "Landwirtschaftliche Preis- und Einkommenspolitik, allgemeinwirtschaftliche Probleme in der Landwirtschaft" und "Getreide und Getreideerzeugnisse" der Generaldirektion Landwirtschaft beteiligt.

\*

\*

\*

Die Studie gibt nicht zwangsläufig die Meinung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften auf diesem Gebiet wieder und greift in keiner Weise der künftigen Haltung der Kommission auf diesem Gebiet vor.

Original: Deutsch

Band I

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Vorwort	
Einleitung	1
Abschnitt I : Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von System- analyse und Simulation in der landw. Sektoranalyse	4
1. Systemtheorie, Systemanalyse und Simulation	4
1.1 Systemtheorie	5
1.2 Systemanalyse	7
Der allgemeine Rahmen empirischer Systemforschung (Systemanalyse)	10
Versuch einer Systematik der wichtigsten Systemmodelle	20
1.3 Simulation	27
2. Die Verwendung von Systemforschung und Simulation in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse	31
2.1 Die Fortschritte in der angewandten Ökonometrie	32
2.2 Die Verwendung komplexer Prozessanalyse- modelle	34
2.3 Die Verwendung von Simulationsmodellen	39
Die wichtigsten Modellgruppen	40
Die Grundstruktur der Modelle	42
Die wichtigsten Simulationsstudien	45
Zielsetzung und Ergebnisse	52
Aggregationsgrad	53
Ermittlung von Produktion, Nachfrage und Marktgleichgewicht	55
Überprüfung der Realitätsnähe der Modelle	57
Durchführung von Simulationsexperimenten	59
3. Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Prozessanalyse- und Simulationsmodellen in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse	61
4. Schlussfolgerungen für Vorausschätzungen von Angebot und Nachfrage auf den EG-Agrarmärkten	71

	Seite
Abschnitt II : Konzeption eines Prognose- und Simulationsmodells des EG-Getreidemarktes	72
1. Voraussetzungen für die Erfassung des Einflusses von agrarpolitischen Massnahmen und von Strukturentwicklungen in einem Prognosemodell	72
2. Grundstruktur des rekursiven Prognose- und Simulationsmodells des EG-Getreidemarktes	75
2.1 Modellaufbau	75
2.2 Räumliche Untergliederung und Differenzierung des Getreidemarktes nach Getreidearten	79
3. Darstellung und Analyse ökonometrischer Studien des EG-Getreidemarktes	83
3.1 Methoden und Ergebnisse der Vorausschätzungen für die "Projektion 1985"	83
3.1.1 Angebotsanalyse und -prognose	84
3.1.2 Nachfrageanalyse und -prognose	87
3.2 Sonstige empirische Getreidemarktanalysen in den Ländern der EG	89
3.3 Eignung der Ergebnisse vorhandener empirischer Studien für die Erstellung eines Prognose- und Simulationsmodells	106

Band II

Abschnitt III : Die Entwicklung und die Bestimmungsgründe des Angebots von Getreide in den Ländern der EG-9	109
1. Die Entwicklung der Getreideproduktion in der EG	109
2. Bestimmungsgründe für die Veränderungen der Getreideproduktion	114
3. Schätzmodelle und Ergebnisse der Angebotsanalysen nach Regionen und Ländern	119
3.1 Bundesrepublik Deutschland	119
3.1.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in der Bundesrepublik	119
3.1.2 Schätzfunktionen	123
3.2 Frankreich	146
3.2.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in Frankreich	146
3.2.2 Schätzfunktionen	149

	Seite
3.3 Italien	161
3.3.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in Italien	161
3.3.2 Schätzfunktionen	164
3.4 Niederlande	175
3.4.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in den Niederlanden	175
3.4.2 Schätzfunktionen	177
3.5 Belgien-Luxemburg	186
3.5.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in Belgien-Luxemburg	186
3.5.2 Schätzfunktionen	188
3.6 Vereinigtes Königreich	195
3.6.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion im Vereinigten Königreich	195
3.6.2 Schätzfunktionen	197
3.7 Irland	206
3.7.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in Irland	206
3.7.2 Schätzfunktionen	207
3.8 Dänemark	213
3.8.1 Die Entwicklung der Getreideproduktion in Dänemark	213
3.8.2 Schätzfunktionen	216
4. Zusammenfassung	222
 Abschnitt IV : Die Entwicklung und die Bestimmungsgründe der Getreideerzeugerpreise in den Ländern der EG-6	 227
1. Die Entwicklung der Getreidepreise in der EG-6	227
2. Die wesentlichsten Einflussfaktoren	229
3. Schätzfunktionen für die Entwicklung der nominalen Getreideerzeugerpreise nach Ländern	233
3.1 Bundesrepublik Deutschland	235
3.2 Frankreich	237
3.3 Italien	237
3.4 Niederlande	240
3.5 Belgien-Luxemburg	242
4. Zusammenfassung	242

	Seite
ANHANG	246
1. Variable zur Schätzung der Getreideertrags- funktionen	247
2. Variable zum Schätzen der Funktionen zur Erklärung der Getreideflächenentwicklung	273
3. Variable zum Schätzen der Funktionen zur Erklärung der Anteile der Getreidearten an der Getreidefläche	295
4. Variable zum Schätzen der Funktionen zur Erklärung der Entwicklung der nominalen Erzeugerpreise von Getreide	316
5. Regressionskoeffizienten für die Prognose der Anteile der Getreidearten an der Getreidefläche. Ergebnisse der Simultanschätzung bei Berück- sichtigung von Restriktionen	331

## Einleitung

Die Verwirklichung des gemeinsamen Agrarmarktes in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft führte für den Großteil der Agrarprodukte zur Einführung und laufenden Modifizierung von Marktordnungen. Mit Hilfe dieser Instrumentarien ist es den politischen Entscheidungsträgern möglich, entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf den Agrarmärkten auszuüben. Die Veränderungen auf den Agrarmärkten wurden in den letzten Jahren darüber hinaus durch einen umfangreichen Strukturwandel sowohl im Bereich der Produktion (Arbeitskräfte-, Betriebsgrößen- und sozialökonomische Struktur) als auch der Nachfrage (Bevölkerungs-, Verbrauchs- und Marktstruktur) beeinflusst.

Auf Grund der zunehmenden Bedeutung der genannten Einflußgrößen ergibt sich die Notwendigkeit diese, bei Vorausschätzungen von Angebot und Nachfrage im Agrarbereich zu berücksichtigen.

Bei vielen potentiellen Einflußgrößen handelt es sich jedoch um Variable, die

- a) schwierig zu quantifizieren sind,
- b) denen komplexe Zusammenhänge zugrunde liegen und
- c) über deren Wirkungen nur beschränkte Erfahrungen vorliegen.

Ein methodisches Instrumentarium, das in Fällen komplexer Zusammenhänge, beschränkter Information und einer Vielzahl möglicher Aktionsalternativen eingesetzt werden kann, um mögliche Ergebnisbereiche bestimmter Aktionen auszuloten, stellt die Systemanalyse und Simulation dar.

Als Teil der von der EG-Kommission in Brüssel veranlaßten "Vorausschätzungen für den Agrarsektor 1985" beschäftigt sich daher die Studie "Möglichkeiten der Erfassung der Wirkungen agrarpolitischer Maßnahmen bei langfristigen Vorausschätzungen von Angebot und Nachfrage im Agrarbereich" mit folgenden Problem-  
bereichen:

- 1) Den Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der System-  
analyse und Simulation in der Agrarsektoranalyse und insbe-  
sondere als Instrumentarium für Marktvorausschätzungen.
- 2) Dem notwendigen Aufbau eines Prognosemodells für den Ge-  
treidemarkt. Dieses Modell soll die Möglichkeit eröffnen,  
bei Vorausschätzungen agrarpolitische Maßnahmen und Struktur-  
entwicklungen adäquat zu berücksichtigen bzw. deren Wirkungen  
zu simulieren.
- 3) Den Konzeptionen und Ergebnissen empirischer Studien  
über den EG-Getreidemarkt sowie deren Eignung für die Er-  
stellung eines Prognosemodells. Dabei wird insbesondere  
untersucht, inwieweit die für die "Projektion 1985" durchge-  
führten Vorausschätzungen einen entsprechenden Ansatzpunkt  
bieten.
- 4) Den Ursachen von Veränderungen von Angebot, Nachfrage und  
Preisen von Getreide in den verschiedenen EG-Ländern sowie  
den Möglichkeiten für deren Quantifizierung. Es wird versucht,  
Schätzfunktionen zu ermitteln, die als Ausgangspunkt für  
ein simultanes Prognosemodell für den Getreidemarkt brauchbar  
erscheinen.

5) Der Erstellung und Programmierung des Prognose- und Simulationsmodells auf der im Rahmen dieser Studie ermittelten bzw. der aus anderen Arbeiten übernommenen empirischen Ausgangsbasis sowie den Vorausschätzungen der exogenen Modellvariablen. Mit Hilfe des Modells soll schließlich versucht werden, Marktprognosen bei Unterstellung alternativer Entwicklungen wichtiger Strukturmerkmale sowie von verschiedenen Maßnahmen der Wirtschafts- und Marktpolitik durchzuführen.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse zu Punkt 1-3 des skizzierten Untersuchungsprogramms sowie die Ergebnisse der Schätzmodelle zur Ermittlung der Bestimmungsgründe des Angebots und der Preisbildung auf den EG-Getreidemärkten.

Im Abschnitt I dieser Arbeit erfolgt eine ausführliche Analyse bisheriger Arbeiten mit Systemanalyse- und Simulationsmodellen in der Agrarsektoranalyse. Daran anschließend werden im Abschnitt II ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt konzipiert und dargestellt sowie die vorhandenen empirischen Studien über den EG-Getreidemarkt bzw. über Teilen desselben auf ihre Eignung für das konzipierte Prognosemodell untersucht. Die Abschnitte III und IV der Arbeit schließlich beschäftigen sich mit den Bestimmungsgründen des Angebots und der Preisbildung auf den EG-Getreidemärkten sowie mit der Diskussion entsprechender Schätzfunktionen.

I. Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Systemanalyse und Simulation in der landw. Sektoranalyse

1. Systemtheorie, Systemanalyse und Simulation

Im Bereich der wissenschaftlichen Forschung ist seit etwa 25 Jahren eine weitgreifende Strukturänderung im Gange. Neben die Forschung in den klassischen Fachgebieten tritt in zunehmendem Maße fachgebietsübergreifende problem- oder projektorientierte Forschung, die sich dann in vielen Fällen allerdings ihrerseits wieder als eigenes Fachgebiet zu konstituieren trachtet. Als bekannte Beispiele aus vielen sei hier nur an Umweltforschung, Regionalforschung oder Entwicklungsländerforschung erinnert, aber auch an so spektakuläre Projekte wie Jay W. Forresters World Dynamics und die daraus hervorgegangene Arbeit Meadows über die Grenzen des Wachstums. Den wissenschaftstheoretischen Hintergrund für diese Veränderungen der Forschungslandschaft bildet eine Entwicklung, die mit der allgemeinen Systemtheorie ihren Anfang nahm.

Inzwischen ist diese Entwicklung unter Stichworten wie Systemanalyse, Simulation, Kybernetik, Informationstheorie, Operations Research u.a. in vielfältige, schwer überschaubare Forschungsrichtungen eingemündet. Die hier vorgelegte Arbeit hat das Ziel, zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß Ergebnisse dieser Forschungen für die Prognose der Wirkung agrarpolitischer Maßnahmen auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf den Agrarmärkten nutzbar gemacht werden kann.

Der folgende Abschnitt beschränkt sich auf eine knappe Beschreibung der wichtigsten Arbeitsgebiete und Begriffe der Systemforschung,

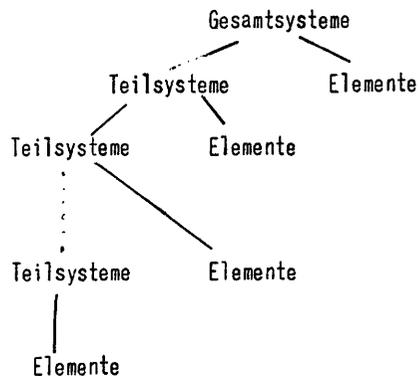
deren Kenntnis für den hier behandelten Themenbereich von Bedeutung ist.

## 1.1 Systemtheorie

"Systeme sind Ganze, organische Gesamtheiten, deren Bestandteil nach Art der Organisation des Ganzen sowie der Art der Beziehungen der Bestandteile untereinander und zum Ganzen als Elemente 'Teile, Glieder etc.' bezeichnet werden" <sup>1)</sup>, oder etwas kürzer und prägnanter, in Anlehnung an Ackoff<sup>2)</sup>, ein System ist eine Gesamtheit, die aus  $n$  Elementen besteht ( $n \geq 2$ ), die durch zwischen ihnen bestehende Beziehungen direkt oder indirekt miteinander verbunden sind.

Die Elemente eines Gesamtsystems können ihrerseits wieder Systeme sein (Sub- oder Teilsysteme), die wieder aus weiteren Teilsystemen bestehen können. Schematisch ergibt sich daraus der in Übersicht 1 skizzierte Aufbau.

Übersicht 1



---

1) Flechtner, H.J.: Grundbegriffe der Kybernetik. 5. Auflage, Stuttgart 1970.

2) Ackoff, R.L.: Towards a System of Systems Concepts. Management Science, Vol. 17, No. 11, July 1971, S. 661 f.

Ob ein bestimmter Sachverhalt als Element oder als Teilsystem dargestellt wird, hängt im wesentlichen von der Betrachtungsweise und dem Ziel der Betrachtung ab. In der Analyse eines landwirtschaftlichen Betriebes beispielsweise wird der Betriebswirt geneigt sein, die Kuh als Element des Systems "Betrieb" zu betrachten, während Tierzüchter oder Tierernährer bestrebt sein werden, die Kuh als ein aus bestimmten Teilsystemen zusammengesetztes Subsystem des Systems "Betrieb" aufzufassen.

Im Sinne der o.g. Definition läßt sich fast jedes wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Problem als System darstellen. Die allgemeine Systemtheorie kann daher kaum als eigenes Wissenschaftsgebiet gelten, vielmehr muß sie als eine bestimmte Richtung der Wissenschaftsphilosophie aufgefaßt werden, die an die lange Tradition der Ganzheitsphilosophie anknüpfend versucht, den Gedanken der Einheit der Wissenschaft neu zu beleben.<sup>1)</sup>

---

1) von Bertalanffy, L.: Allgemeine Systemtheorie. Wege zu einer neuen Mathesis Universalis. Deutsche Universitätszeitung, Jg. 1957. H. 5/6, S. 8 f.

Zur Illustration dieses Anspruchs empfiehlt Churchman (Churchman, C.W.: Einführung in die Systemanalyse (The Systems Approach, New York 1960). Deutsche Übersetzung, München 1970, S. 240 f) folgende Lektüre zur Einarbeitung in die Gedankengänge der Systemanalyse:

Platon: Der Staat ("ein ausgezeichnetes Buch über Systemwissenschaften. Hier unternimmt der Autor einen Versuch, die politische Struktur des Staates zu skizzieren und von da Folgerungen auf die Justiz zu ziehen - ein sehr wichtiges Thema in den Systemwissenschaften").

Thomas von Aquin: Summa Theologica ("ein Monumentalwerk im Hinblick auf die Systemanalyse").

Hobbes: Leviathan und Descartes: Abhandlungen über die Methode ("die den klaren Beweis für die Notwendigkeit eines Systembürgen liefern").

Spinoza: Abhandlung über das Verständnis ("eines der besten Bücher, das je zum Thema "wie man denken soll" geschrieben wurde")

Bentham: Einführung in die Prinzipien der Moral und der Gesetzgebung ("eines der ersten und vermutlich am besten durchdachten Programme für das, was ich die Methode des Wirtschaftlers und Planers zur Lösung von Sozialsystemen genannt habe").

Kant: Kritik der reinen Vernunft ("wenn Sie die schwierige Lektüre nicht abschreckt").

Es folgen dann die "Systemtheoretiker" des 19. und 20. Jahrhunderts (Hegel, Marx, Schopenhauer, Nietzsche, Spengler etc).

Die auf die Systemtheorie sich berufende Forschung läßt sich in zwei Bereiche gliedern (Übersicht 2):

- 1) Die allgemeine Systemtheorie oder allgemeine Systemforschung (general system theory oder general system research. Das Hauptanliegen dieser Richtung besteht in der Suche nach isomorphen Strukturen verschiedener Wissenschaftsgebiete mit dem Ziel der Erarbeitung einer allgemeinen Systemtheorie. "General System Theory is the methodology of searching for the general system".<sup>1)</sup> Bahnbrechend und zugleich kennzeichnend für dieses Arbeitsgebiet sind die Arbeiten von Bertalanffy und Wiener.<sup>2)</sup>
- 2) Die angewandte Systemforschung ist objektbezogene, an der jeweiligen Problemstruktur orientierte Forschung, an der häufig - aber keineswegs immer - Vertreter verschiedener Fachdisziplinen beteiligt sind oder sein sollten.

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf die empirische Systemforschung (Systemanalyse).

## 1.2 Systemanalyse

Kosiol, Szyperski und Chemielewicz haben vorgeschlagen, empirische Systemforschung als interdisziplinäre Forschung zu bezeichnen und sie so gegen die fachgebietsgebundene Forschung abzugrenzen.<sup>3)</sup>

- 
- 1) Churchmann, C.W.: An approach to General System Theory. In: Mesarovic, M.V. (ed) Views on General System Theory, New York 1964, reprint 1974.
  - 2) von Bertalanffy, L.: An Outline of General System Theory. "The British Journal for the Philosophie of Science", Bd.I,1950, S. 134-165. Wiener, N.: Cybernetics- or Control and Communication in the Animal and the Machine. New York 1948.
  - 3) Kosiol, E., Szyperski, N., Chemielewicz, K.: Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wirtschaftswissenschaften. ZfbF 1965, H. 7, S. 337 ff.

Obwohl in Forschungsarbeiten, die sich der empirischen Systemforschung zurechnen, interdisziplinäre Zusammenarbeit häufig zu finden ist, läßt sich diese Abgrenzung zwischen Systemforschung und fachgebietsgebundener Forschung kaum aufrechterhalten.

Sie würde praktisch eine Abgrenzung aufgrund der Komplexität der Forschungsprobleme bedeuten. Eine Abgrenzung zwischen komplex strukturierten Problemen als Arbeitsgebiet der Systemforschung und einfachen oder speziell strukturierten Problemen als Arbeitsgebiet der Fachdisziplinen ist jedoch schon aus praktischen Gründen kaum möglich. Abgesehen davon würden ihr die Fachdisziplinen aus naheliegenden Gründen und die Systemforschung deswegen widersprechen, weil ihr Denkansatz den Anspruch erhebt, auf alle, also auch auf einfache Probleme, anwendbar zu sein.

Tatsächlich lassen sich - wie noch im einzelnen zu zeigen sein wird - angewandte Systemforschung und anwendungsbezogene objektorientierte, aber fachgebietsgebundene Forschung gar nicht gegeneinander abgrenzen, weil sie sich in weiten Bereichen überschneiden und dementsprechend auch in ihren methodischen Ansätzen weitgehend deckungsgleich sind.

Die anwendungsbezogene Systemforschung läßt sich wieder in zwei Bereiche untergliedern:

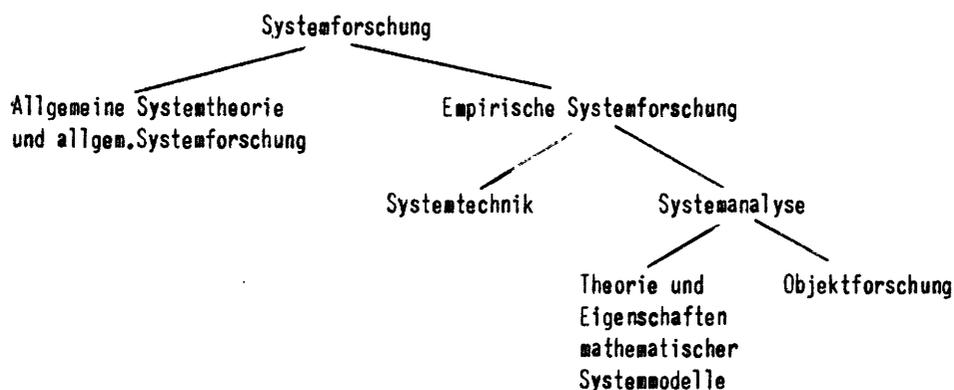
- a) Die "Systemtechnik". Das Arbeitsgebiet der sogenannten "Systemtechnik" untersucht Probleme, die mit der "Mechanisierung" im Bereich der Datenerfassung, Datenverarbeitung und Informationsvermittlung zusammenhängen. Es handelt sich um Probleme, die im Bereich der Informationswissenschaften inzwischen ein eigenes Fachgebiet gefunden haben.

b) Die Systemanalyse oder empirische Systemforschung. Es handelt sich im wesentlichen um objektbezogene Forschung, die dementsprechend auch als Systems Development, Systems Engineering oder ähnlich bezeichnet wird.<sup>1)</sup>

Es liegt nahe, diesen Bereich nach den bisher wichtigsten Anwendungsgebieten im Bereich der verschiedenen Fachdisziplinen weiter zu untergliedern. Eine solche Untergliederung ist auch häufig vorgenommen worden, sie widerspricht jedoch dem Anspruch "über den Fächern zu schweben" oder mindestens ein eigenes Arbeitsgebiet außerhalb der Fachdisziplinen zu bilden.

Man unterscheidet daher nach Übers.2 dem Anspruch der Systemforschung gemäßer zwischen einem Arbeitsbereich, der sich mit der Theorie und den Eigenschaften meist mathematischer Systemmodelle befaßt und einem Bereich, der sich auf objektbezogene Forschung im weitesten Sinne richtet.

Übersicht 2 : Gliederung der Systemforschung



---

1) Vgl. dazu auch Phillip, Th.R.: Konzepte der Systemanalyse und ihre Anwendung in der landwirtschaftlichen Betriebsführung. Dissertation, Hohenheim 1977.

## Der allgemeine Rahmen empirischer Systemforschung (Systemanalyse)

In allgemeiner Form läßt sich der in der Systemanalyse verwendete Rahmen für die Durchführung objektbezogener Forschung als ein in mehreren Phasen gegliederter Prozeß bezeichnen, in dem die einzelnen Phasen direkt und (oder) durch Rückkoppelung und miteinander verbunden sind (s. Übersicht 3).

### Phase 1

#### Festlegung des vorläufigen und später endgültigen Zieles der Untersuchung - Abgrenzung des Untersuchungsobjektes:

In dieser Phase müssen zunächst vorläufig und später endgültig festgelegt werden:

- a) das Ziel der Untersuchung,
- b) die Abgrenzung des Untersuchungsobjektes.

### Phase 2

#### Die Analyse der Struktur des Untersuchungsobjektes:

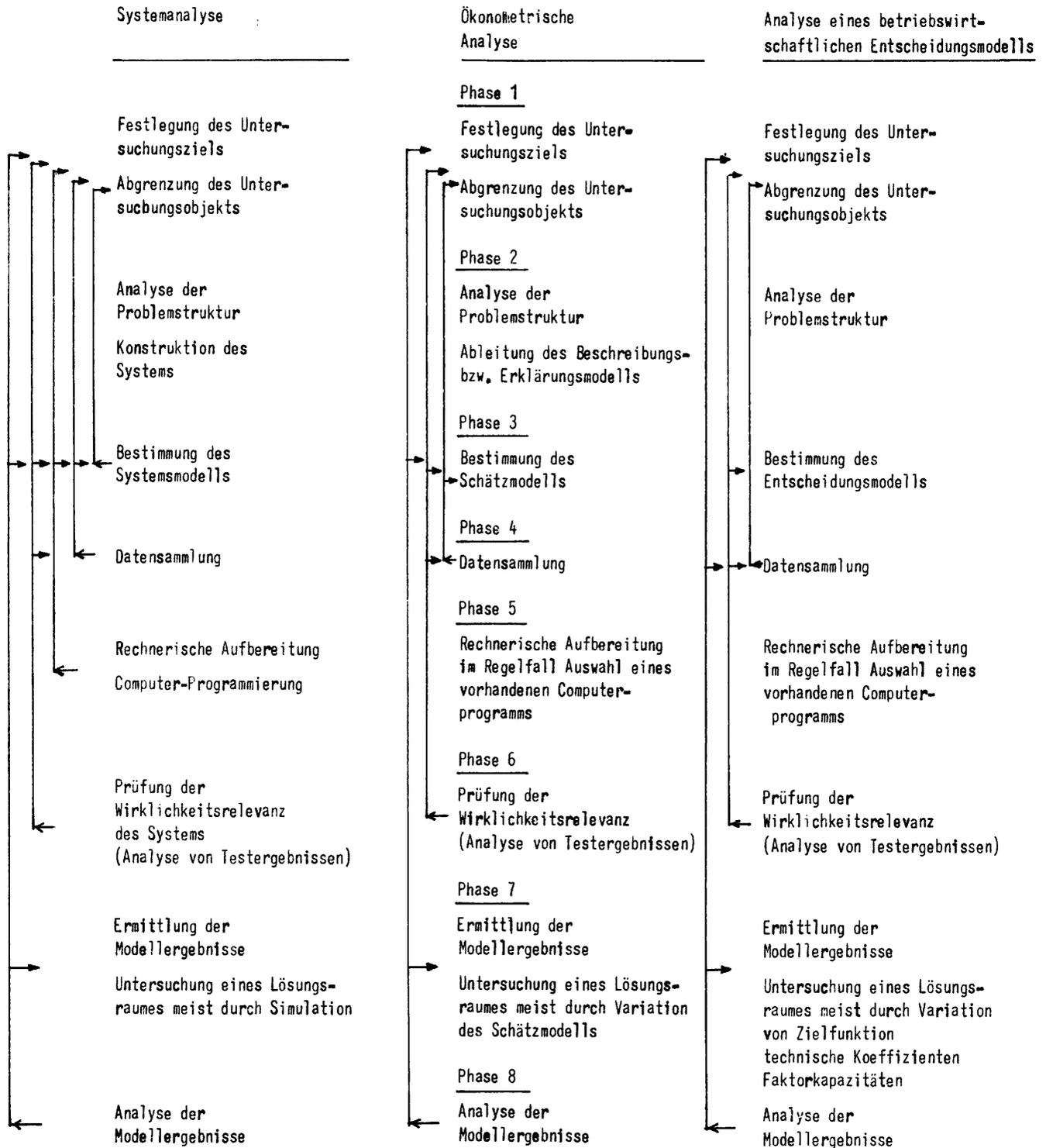
In dieser Phase sind zu bestimmen:

- a) die Untergliederung des Untersuchungsobjektes (Systems) in Teilsysteme und Elemente,
- b) die grundsätzliche Natur der Beziehungen, die zwischen den Elementen des Systems bestehen, ohne daß diese schon quantifiziert werden müssen.

In Entscheidungssystemen gehört die Analyse der Ziele und der entscheidungsfähigen Elemente in diesen Abschnitt.

- c) Die Umweltbeziehungen des Systems oder in der Sprache der herkömmlichen quantitativen Theorie, die exogenen Variablen

Übersicht 3: Rahmenplan für Untersuchungen von Objekt-Problemen in verschiedenen Richtungen quantitativer Forschung



dieses Systems, ohne daß diese schon quantifiziert werden müssen.

### Phase 3

#### Die Aufstellung zunächst des vorläufigen und später des endgültigen Systemmodells und die Auswahl der Untersuchungsmethode:

Bei komplexen Problemen, deren Untersuchung erklärtes Ziel der Systemanalyse ist, ergibt die Analyse der Problemstruktur in Phase 2 häufig ein System, das sich nicht in allen seinen Aspekten und Strukturen betrachten läßt, entweder weil eine solche Betrachtung mit dem verfügbaren Untersuchungsinstrumentarium überhaupt nicht möglich ist, oder aber - gemessen am Untersuchungsaufwand - zu aufwendig würde. Die Phase 3 erfordert daher in den meisten Fällen die Formulierung eines Systemmodells, das im Regelfall einen Kompromiß zwischen Zielvorstellungen, den verfügbaren Untersuchungsinstrumenten und Methoden, den vorhandenen Daten und dem noch als tragbar empfundenen Arbeitsaufwand darstellt.

Mit der Formulierung des Systemmodells erfolgt im allgemeinen eine Auswahl der exogenen Variablen aus Phase 2, die in die Untersuchung mit einbezogen werden sollen. Die Reduzierung des Systems zu einem den Möglichkeiten der Untersuchung angepaßten Systemmodell erfolgt in ständiger Rückkoppelung mit der Phase 1 und kann bereits zu einer ersten Revision der Zielsetzung führen.

#### Phase 4

##### Die Beschaffung der erforderlichen Daten:

Die Datensammlung und die Begrenzungen, denen die Möglichkeiten der Datenbeschaffung unterworfen sind, kann u.U. zu einer erneuten Revision der Zielvorstellungen in Phase 1, der Aufstellung des Systemmodells und der Auswahl der exogenen Variablen (Phase 3) führen.

#### Phase 5

##### Die rechnerische Aufbereitung des Modells, sofern es sich um eine quantitative Untersuchung handelt:

Im Regelfall ist diese Phase mit der Auswahl oder Erstellung eines geeigneten Computer-Programms verbunden. Die verfügbaren Rechenhilfsmittel, die vorhandenen Programme und der mögliche Programmieraufwand können zu einer erneuten Revision der Zielvorstellung und der Wahl des Systemmodells führen.

#### Phase 6

##### Die Prüfung der Wirklichkeitsrelevanz oder Realitätsnähe des Systemmodells:

Die Bestimmung der Wirklichkeitsnähe bzw. Wirklichkeitsrelevanz eines Modells hängt im wesentlichen von dem Modellcharakter ab. Man unterscheidet zweckmäßig zwischen Entscheidungsmodellen (zielsuchenden Modellen) und Prognose- oder Entwicklungsmodellen, die bestimmte Veränderungen vorhersagen oder erklären wollen.

Die Wirklichkeitsrelevanz eines Entscheidungsmodells bezieht sich nicht auf die Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit der Wirklichkeit, die das Gesamtmodell abbildet, sondern im wesentlichen auf folgende Punkte:

- a) auf die Übereinstimmung der Ziele des Systemmodells mit den Zielen der entscheidungsfähigen Elemente des Systems,
- b) damit in engem Zusammenhang stehend auf die Wirklichkeitsrelevanz der Annahmen über den Autonomiegrad der entscheidungsfähigen Elemente und die ihnen zur Verfügung stehenden Informationen,
- c) auf die wirklichkeitsgerechte Erfassung der übrigen Daten des Systems, u.a. auf die Input-Output-Relationen und auf die Ermittlung der Abgrenzung der exogenen Variablen.

Die Überprüfung der Wirklichkeitsrelevanz dieser Daten mit Hilfe einer der weiter unten erwähnten "quantitativen Methoden" ist nur im Ausnahmefall, etwa für die Input-Output-Relationen, möglich. Die Wirklichkeitsrelevanz der übrigen Punkte läßt sich meist nur durch die Prüfung auf Konsistenz und Plausibilität festlegen. Das gilt entsprechend dann auch für die Ergebnisse, die sich schon deswegen an der Wirklichkeit nicht sinnvoll messen lassen, weil das Ziel der Untersuchung auf die Ermittlung optimaler Ergebnisse im Hinblick auf bestimmte Ziele gerichtet ist und man im Regelfall davon ausgehen muß, daß die Wirklichkeit diesen Zielen nicht voll angepaßt ist.

Die Wirklichkeitsrelevanz bzw. Realitätsnähe eines (im allgemeinen

dynamischen) Erklärungs-, Beschreibungs- oder Prognosemodells bezieht sich auf die Übereinstimmung von Wirklichkeit und Systemmodell in zweifacher Hinsicht:

- a) auf die Übereinstimmung der dem Modell zugrunde liegenden Annahmen, Verhaltensweisen, Entscheidungskriterien und dgl. mit der Realität,
- b) auf die Fähigkeit des Modells, das Verhalten des erfaßten Systems - zumindest hinsichtlich jener Variablen, denen das primäre Interesse der Untersuchung gilt - realitätsnah widerzugeben.

Dementsprechend wird häufig ein mehrstufiger Prozeß der Prüfung auf Wirklichkeitsrelevanz unterschieden<sup>1)</sup>, in dessen erster Stufe im wesentlichen eine Überprüfung der Annahmen und Hypothesen des Modells erfolgt und in dessen zweiter Stufe die Ergebnisvariablen auf ihre Übereinstimmung mit der Realität hin untersucht werden.

Die Prüfung selbst kann auf beiden Stufen sowohl mit quantitativen als auch mit qualitativen Methoden erfolgen.

Bei den quantitativen Methoden handelt es sich im wesentlichen um Verfahren, welche die Annahmen und Hypothesen des Modells an empirischen Daten prüfen, bzw. solche, die die Übereinstimmung von durch das Systemmodell erzeugten Variablen mit korrenspon-

---

1) Vgl. dazu und für Quellen zu den einzelnen Methoden: Naylor, Th.H. und J.M. Finger: Validation. In: Naylor, Th.H. (Hrsg.): Computer Simulation Experiments with Models of Economics Systems. John Wiley & Sons, New York-London-Sydney-Toronto, 1971, S. 153-164 und von Horn, R.L.: Validation of Simulation Results. Management Science, Vol. 17 (1971), S. 247-258.

dierenden historischen Daten untersuchen. Voraussetzung für die Anwendbarkeit der verschiedenen Methoden ist, daß für die Systemvariablen, deren Verhalten besonders interessiert, ausreichend lange Zeitreihen historischer Daten zur Verfügung stehen.

Diese Prüfung auf Übereinstimmung (goodness of fit) kann zum einen durch graphische Vergleiche historischer Daten mit den Modellergebnissen erfolgen. Daneben stehen jedoch eine Reihe statistischer Tests zur Verfügung, die sich vor allem durch die ihnen zugrunde liegenden Annahmen und damit in ihrer Anwendbarkeit unterscheiden:

- a) Tests, bei denen die Übereinstimmung von Mittelwerten, Varianzen oder Häufigkeitsverteilungen untersucht werden. Dazu zählen vor allem die Normalverteilung unterstellende Varianzanalyse und der Chi-Quadrat-Test sowie der verteilungsunabhängige Kolmogorov-Smirnov-Test.
- b) Methoden, welche die Beziehungen zwischen den beobachteten und den im Simulationsmodell errechneten Größen analysieren. Hier sind vor allem die Ermittlung von Einfachkorrelationen, das Rechnen von Einfachregressionen sowie die Anwendung der Faktoranalyse zu nennen.
- c) Spektralanalyse: Da es sich bei den durch Systemanalyse erzeugten Datenreihen überwiegend um mehr oder minder autokorrelierte Zeitreihen handelt, sind die genannten Methoden der Zeitreihenanalyse nur beschränkt aussagefähig. Zur Prüfung auf Wirklichkeitsrelevanz solcher zyklischen Abläufe

kann jedoch die Spektralanalyse eingesetzt werden, welche sowohl Informationen über das Mittel der Variablen, über Abweichungen vom Mittel (Amplitude) als auch über die Dauer der Abweichungen (Periodenlänge) liefert. Durch Vergleiche des Spektrums der simulierten mit jenem der historischen Datenreihe ist eine Prüfung auf Übereinstimmung möglich. Die Anforderungen an die Anzahl verfügbarer Beobachtungen sind bei dieser Methode jedoch sehr hoch.

- d) Theils U-Statistik: Der von Theil entwickelte "inequality coefficient" oder "U-Statistik" ist speziell zur Untersuchung der Prognoseeigenschaften eines Modells konstruiert und gibt vor allem darüber Informationen, inwieweit das Modell Änderungen aufeinanderfolgender Perioden und Wendepunkte korrekt voraussagt.
- e) Informationsstatistische Tests<sup>1)</sup>: Mit diesen ebenfalls von Theil entwickelten Tests wird der Informationsfehler eines Simulationsmodells aus dem Vergleich der Informationsinhalte von historischen Daten und Modellergebnissen ermittelt. Dieser Test ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Entwicklung von Anteilen an einem Aggregat von Bedeutung ist.

Die qualitative Überprüfung auf Wirklichkeitsrelevanz erfolgt primär durch Analysen der Plausibilität und der Konsistenz von

---

1) Vgl. dazu Theil, H.: Economics and Information Theory. Amsterdam 1967 und Day, R.H. und J.P. Nelson: A Class of Dynamic Models for Describing and Projecting Industrial Development. SSRI-Workshop Series No. 7131, University of Wisconsin, Madison 1971.

Modellannahmen und -ergebnissen. Insbesondere für die Überprüfung von Prognoseergebnissen sowie von Ergebnissen von Systemanalysemodellen, in denen Änderungen des Systems simuliert werden, liegen zur Zeit kaum andere Beurteilungskriterien vor.

Unbefriedigende Wirklichkeitsrelevanz führt in der Regel zu einer Überprüfung der Ergebnisse der Phase 4 und gegebenenfalls der Phase 3 und der Zielsetzung. Für die Anpassung des Systemmodells an die Wirklichkeit spielt die im nächsten Abschnitt erörterte Simulation eine wichtige Rolle. Sie erleichtert:

- a) die Bestimmung der wichtigsten Ursachen für unbefriedigende Wirklichkeitsnähe,
- b) die Ermittlung der Datenkonstellationen und Modellansätze, die eine wirklichkeitsnahe Ableitung des Untersuchungsgegenstandes durch das Systemmodell ermöglichen.

Ob ein auf diese Weise der Wirklichkeit angenähertes Systemmodell nur zufällig angepaßt wurde oder ob das tatsächliche Verhalten des Untersuchungsobjektes auf eine Weise wiedergespiegelt und erklärt wird, daß das Modell für Prognosen Verwendung finden kann, läßt sich dann faktisch wiederum nur aufgrund eines Plausibilitätsurteils entscheiden.

## Phase 7

### Ermittlung der Modellergebnisse:

Im allgemeinen gibt man sich im wesentlichen aus folgenden Gründen nicht mit einem Ergebnis zufrieden:

- a) weil die Datengrundlage ungenau oder unvollständig ist,
- b) weil man das Verhalten des Systems bei Veränderungen entweder bestimmter Elemente des Systemmodells oder verschiedener Zielvorstellungen der entscheidenden Elemente untersuchen will.

Die Ermittlung solcher Lösungsserien wird in der Literatur vielfach als "Experiment" bezeichnet. Als Verfahren dient in den meisten Fällen die im nächsten Abschnitt beschriebene Simulation, die von einigen Autoren als das wirksamste Instrument zur Herstellung eines "wirtschaftswissenschaftlichen oder betriebswirtschaftlichen Labors" bezeichnet wird.<sup>1)</sup>

#### Phase 8

##### Die Analyse der Modellergebnisse:

Die Analyse der Modellergebnisse bildet entweder den Abschluß der Untersuchung oder sie führt zu einer erneuten Überprüfung der Zielsetzungen und Auswahl des Systemmodells bis die endgültigen Ergebnisse befriedigend oder die Untersuchung mit unbefriedigendem Ergebnis abgebrochen wird.

In Übersicht 3 ist die beschriebene Vorgehensweise schematisch dargestellt und beispielhaft verglichen mit dem Untersuchungsplan für eine ökonometrische Analyse und die Erstellung eines betriebswirtschaftlichen Entscheidungsmodells, wie sie seit langem praktiziert wird. Der Vergleich zeigt, daß das in der System-

---

1) Vgl. dazu 1.3

analyse vorgeschriebene Vorgehen dem Vorgehen entspricht, das in quantitativen wirtschaftswissenschaftlichen Untersuchungen und vermutlich in jeder Art vernünftig durchgeführter objektbezogener Forschung seit eh und je angewandt wird. Dementsprechend stellt die Einführung der Systemanalyse keine revolutionäre Neuheit dar, wie die sprunghaft anwachsende Literatur vermuten läßt, vielmehr beinhaltet die in der Systemanalyse angewandte Rahmenvorschrift lediglich eine Handlungsvorschrift für systematische objektbezogene Forschung, die praktisch schon so lange befolgt wird, wie es vernünftig durchgeführte empirische Forschung gibt.

#### Versuch einer Systematik der wichtigsten Systemmodelle

Der fachgebietsübergreifende Anspruch der angewandten Systemforschung hat zur Integration einer Vielzahl verschiedenartiger Modelle, die in anderen Fachgebieten entwickelt wurden und zur Entwicklung neuer, meist komplexer dynamischer Modelle geführt. Die Vielzahl und Verschiedenartigkeit der aus Integration und Neuentwicklung hervorgegangenen Systemmodelle erschwert ihre Systematik außerordentlich. Die Mehrzahl der Forscher, die in dieser Hinsicht Versuche unternommen haben<sup>1)</sup>, beschränkt sich auf

---

1) Ackoff, R.L.: Towards a System . . . a.a.O.  
Allport, F.H.: Theories of Perception and the Concept of Structure . John Wiley and Sons, New York 1955.  
Hall, A.D. and R.E. Fagen: "Definition of System" in Modern Systems Research for the Behavioral Scientist. W.Buckley (ed.), Aldine Publishing Co. Chicago 1968.  
Howard, R.A.: Dynamic Probabilistic Systems. Vol. I, S. 89, New York - London 1971.

die Erwähnung einzelner Merkmale, meist ohne diese zu einer geschlossenen Systematik zu kombinieren.

Als wichtigste Merkmale werden genannt:

a) Der Seinsbereich: abstrakte (ideale) und konkrete (reale) Systeme.

Die realen Systeme lassen sich in Anlehnung an die klassische Untergliederung der Wissenschaft in Fachgebiete oder in Kombinationen aus Fachgebieten wieder weiter untergliedern in technische Systeme, biologische Systeme, ökonomische Systeme, sozio-ökonomische Systeme, biologisch-ökonomische Systeme etc. oder statt dessen nach Forschungsobjekte in Stadtsysteme, Bewässerungssysteme, Regionalsysteme, Weltsysteme etc.

b) Das Bestimmtheitsmaß der Systeme (probabilistische und deterministische Systeme).

c) Die Umweltbeziehungen (offene und geschlossene Systeme).

d) Die Veränderbarkeit in der Zeit (statische und dynamische Systeme).

e) Die Veränderbarkeit der internen Struktur (Systeme mit konkreter Struktur und solche mit veränderlicher interner Struktur).

f) Das Verhalten (strukturerhaltende und zielsuchende Systeme). Die zielsuchenden Systeme lassen sich dann nach Zahl der Ziele und der Zahl der entscheidungsfähigen Elemente weiter untergliedern.

Übersicht 4 zeigt die Systematik der Systeme, die sich bei Anwendung dieser Gliederungskriterien ergibt. Sie ist weitgehend identisch mit der in den Wirtschaftswissenschaften üblichen Systematik ökonomischer Modelle, die in Übersicht 5 dargestellt ist. Der Vergleich der Übersichten 4 und 5 bestätigt die im vorausgegangenen Abschnitt getroffene Feststellung, daß Systemanalyse zwar ein neuer Begriff ist, der jedoch für vernünftig betriebene angewandte Forschung keine grundsätzlich neue Methodik oder auch nur neue Denkansätze zum Inhalt hat.

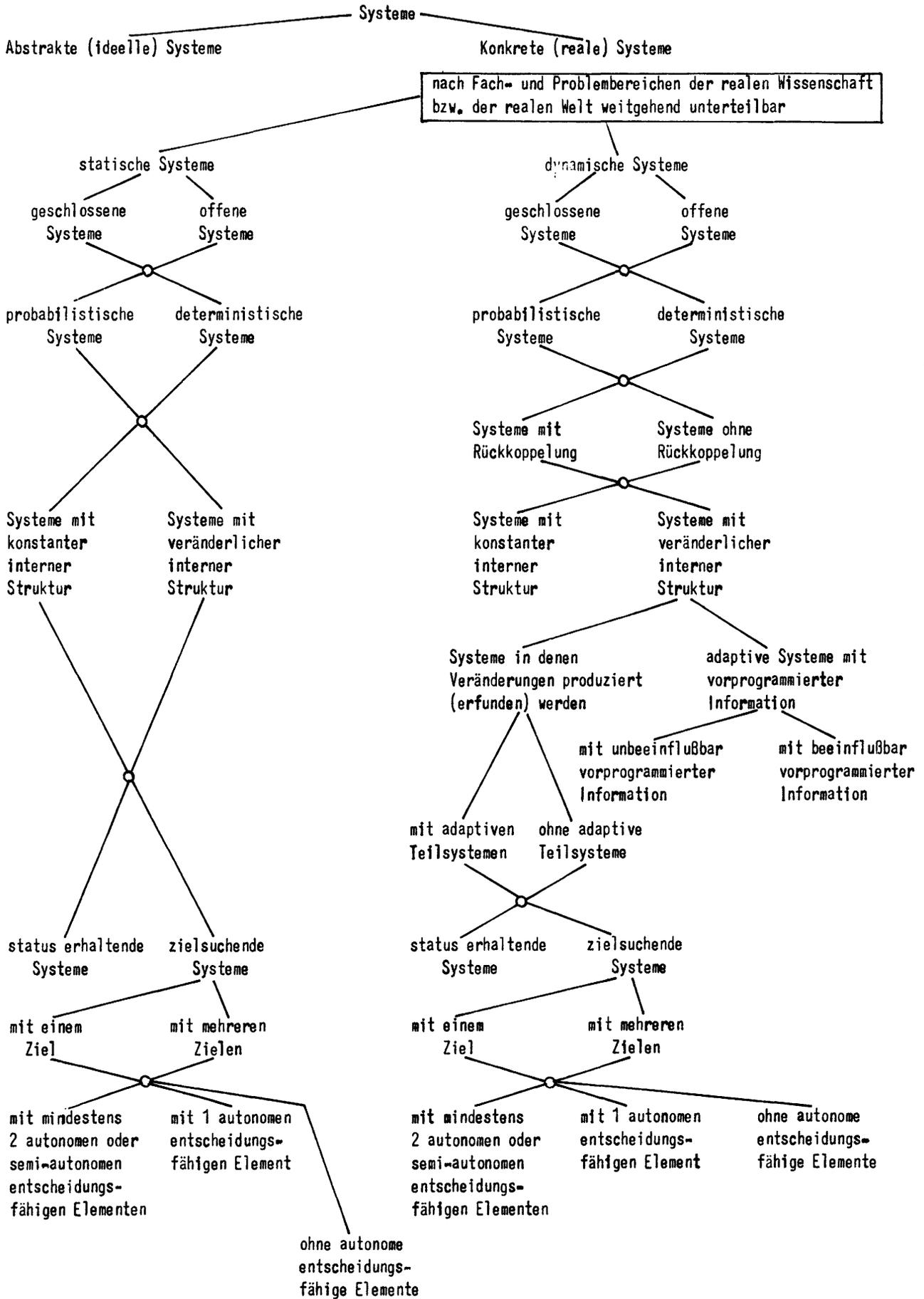
Die neue Entwicklung zeigt dementsprechend, daß die von der Systemforschung ausgehenden Impulse nicht auf der Einführung von Handlungsvorschriften für angewandte Forschung beruhen sondern auf den Wechselbeziehungen, die sich zwischen der Entwicklung mathematischer Systemmodelle und der Untersuchung ihrer Eigenschaften einerseits und den Wirtschaftswissenschaften andererseits herausgebildet haben.

Die enge Verbindung zwischen Operations Research, die sich als Teilgebiet der Systemforschung versteht, und angewandter, wirtschaftswissenschaftlicher Forschung ist für diese Entwicklung charakteristisch. Sie ist in hohem Maße durch die technischen Fortschritte im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung unterstützt worden.

Die Zunahme der Kapazitäten der für die Forschung zugänglichen elektronischen Rechenanlagen und die damit einhergehende

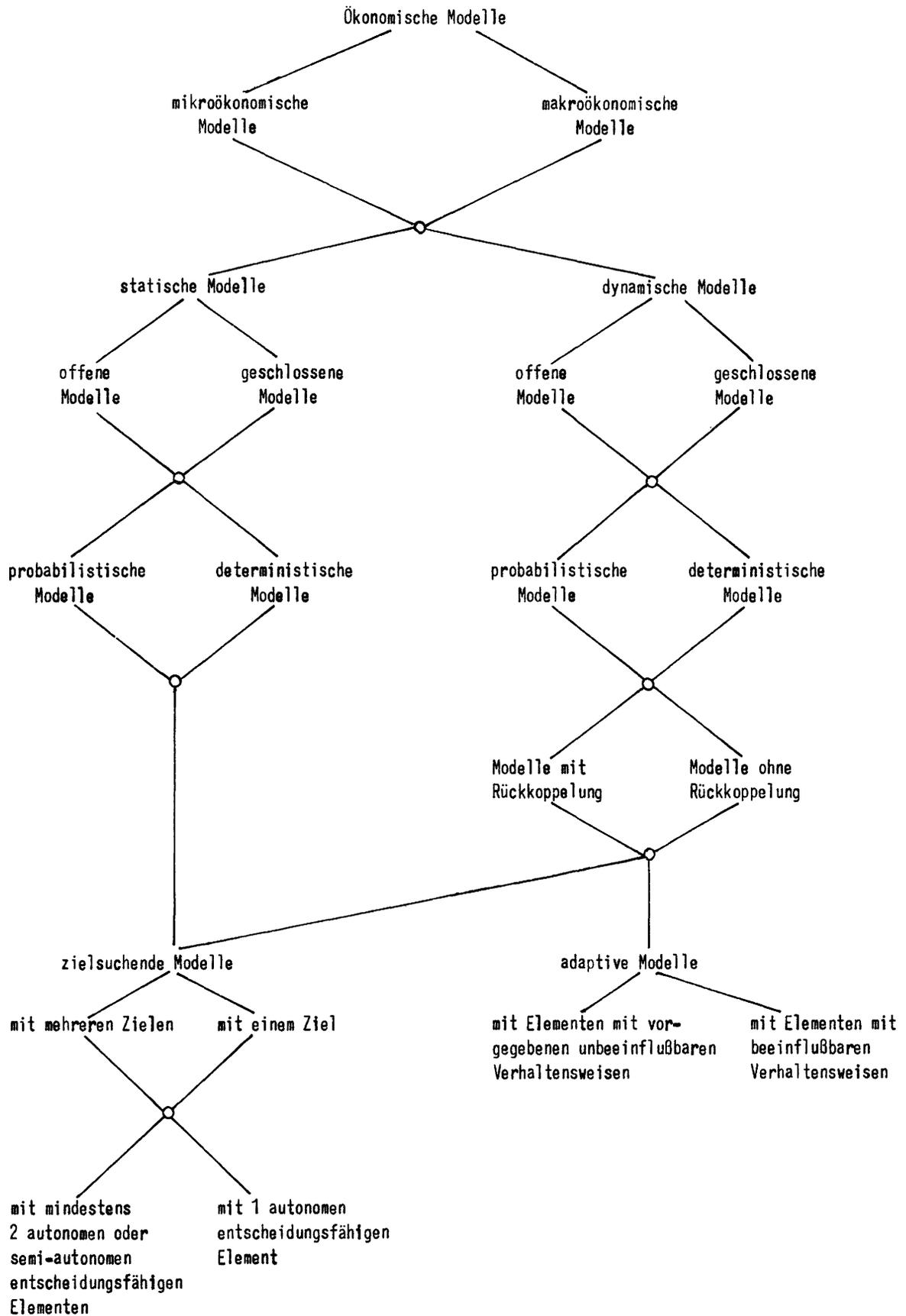
Übersicht 4 :

Systematik der Systeme



Übersicht 5 :

Systematik ökonomischer Modelle



Verkürzung der Rechenzeiten hat im wesentlichen in zwei Richtungen gewirkt:

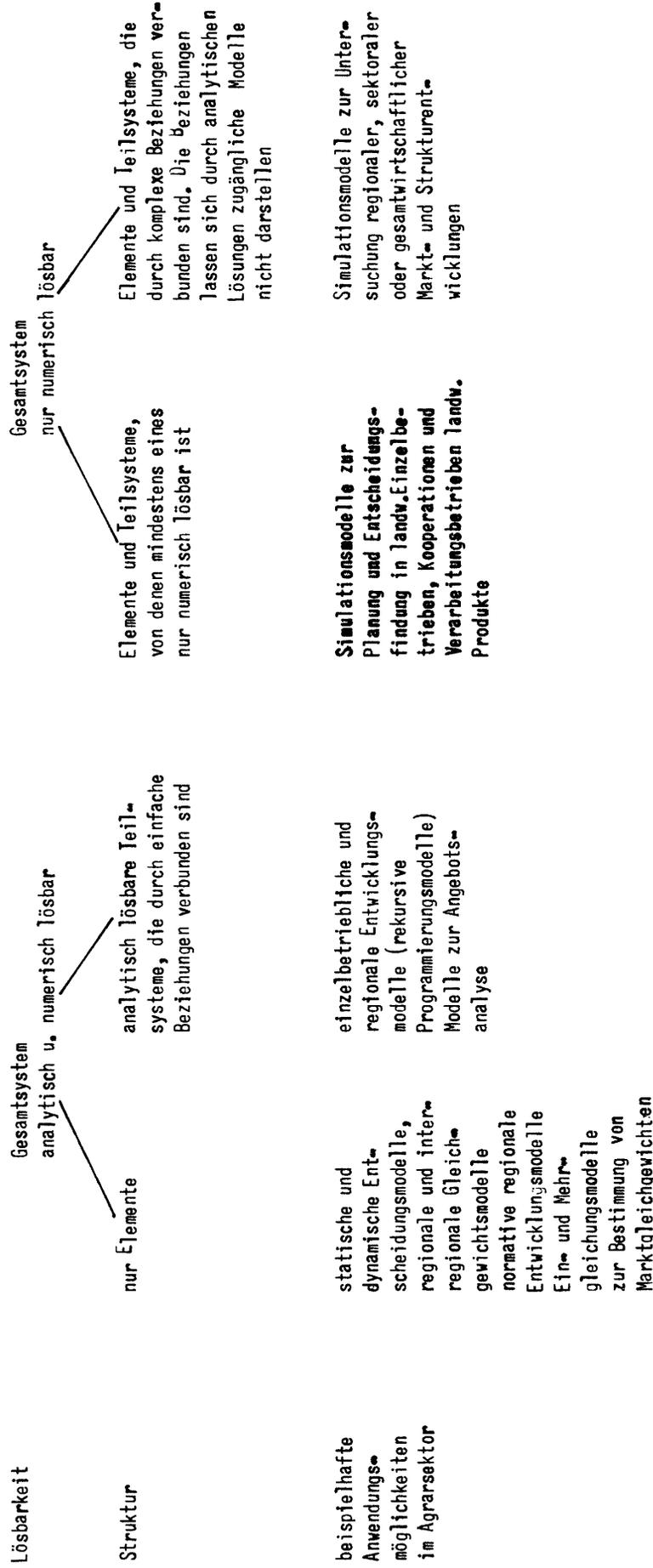
- 1) Auf die Entwicklung und Verwendung immer größer und komplexer, aber auf analytischem Wege noch lösbarer Modelle,
- 2) auf die Entwicklung und Verwendung von Modellen, die sich nur auf numerischem Wege (durch Simulation - vgl. Abschnitt 1.3) lösen lassen, weil analytische Lösungsalgorithmen entweder zu aufwendig sind, oder gar nicht existieren.

Für das Verständnis der Entwicklung dessen, was heute im allgemeinen als Systemanalyse (empirische Systemforschung) bezeichnet wird, oder sich selbst so bezeichnet, um sich - nach der hier vertretenen Auffassung nicht ganz zutreffend - gegen die konventionelle quantitative Forschung abzugrenzen, scheint es daher zweckmäßig, statt der grundsätzlichen und zeitlosen Gliederung in Übersicht 4 Gliederungskriterien zu wählen, die eine Abgrenzung immer nur in einem bestimmten Betrachtungszeitpunkt zuläßt, weil sich die mit ihrer Hilfe gezogenen Grenzen in Abhängigkeit vom Stand der Mathematik und der Elektronenrechnertechnik ständig verschieben.

In Übersicht 6 werden nach der Lösbarkeit der Systemmodelle unterschieden:

- 1) Systeme, die im Betrachtungszeitpunkt sowohl analytisch als auch numerisch lösbar sind,
- 2) Systeme, die sich im Betrachtungszeitpunkt nur numerisch lösen lassen, weil analytische Lösungsverfahren zu aufwendig sind oder noch gar nicht existieren.

Übersicht 6 : Systematik der Systeme nach ihren Lösungsmöglichkeiten und ihrer Struktur



Beide Gruppen lassen sich nach der Struktur der Systemelemente und der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen weiter untergliedern (vgl. Übersicht 6 ). Für alle der sich dann ergebenden Teilgruppen lassen sich Anwendungsbeispiele für den Agrarbereich geben. Bevor auf diese Beispiele näher eingegangen wird, soll im nächsten Abschnitt das eng mit der Systemanalyse verbundene und ihr meist als zugehörig betrachtete Verfahren der Simulation untersucht werden.

### 1.3 Simulation

Simulation bedeutet

- a) systematische oder willkürliche Veränderung von exogenen Variablen oder Parametern von Systemmodellen,
- b) Erforschung des möglichen Lösungsraumes (etwa für ein statisches Entscheidungsmodell) durch Vorgabe bestimmter Lösungen oder bestimmter Lösungsfolgen.

Simulation ist grundsätzlich so wenig neu wie die Systemanalyse. Auch hier haben sich jedoch die Anwendungsmöglichkeiten durch die technischen Fortschritte im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung beträchtlich erweitert.

Zweckmäßig unterscheidet man 3 grundsätzlich verschiedene Einsatzbereiche für die Simulation:

- 1) Verwendung der Simulation als Algorithmus entweder anstelle analytischer Verfahren oder da, wo analytische Verfahren für die Lösung nicht vorhanden sind.

Kuhlmann hat das Verhältnis von analytischen und numerischen Lösungsverfahren mit Hilfe der Simulation beispielhaft dargestellt.<sup>1)</sup>

Ein im Prinzip ähnliches Verfahren stellt das Simulationsverfahren, wie die bekannte Monte Carlo Programmierung bei ihrer Verwendung in Entscheidungsmodellen dar. Die Simulation und nachfolgende Bewertung der erstellten Lösungen treten hier an die Stelle analytischer Lösungsverfahren, wie der Simplex-Methode.<sup>2)</sup>

Die Vor- und Nachteile der Verwendung der Simulation anstelle analytischer Lösungsverfahren lassen sich wie folgt darstellen:<sup>3)</sup>

Gegenüberstellung von analytisch-mathematischen und Simulationsmodellen

	<u>analytisch mathematisch</u>	<u>Simulationsmodelle</u>
Anwendbarkeit bei verschiedenen Problembereichen	breit	eng
erreichbarer Grad der Isomorphie	enge Grenzen	weitere Grenzen bei entsprechendem Programmieraufwand
Berücksichtigung von Ganz- zahligkeit und nichtlinearen Beziehungen	möglich, in komplexen Fällen schwierig	unproblematisch
Berücksichtigung dynamischer Beziehungen	möglich	möglich
Optimierung	inhärent	meist nur näherungsweise möglich
Programmieraufwand	meist Verwendung vorhandener Standardprogramme	abhängig von der Komplexität, bei wirklichkeitsnaher Problem- abbildung meist sehr groß

- 
- 1) Kuhlmann, F.: Zur Verwendung des systemtheoretischen Simulationsansatzes für die betriebswirtschaftliche Forschung. Agrarwirtschaft, Jg. 1973, S. 130-132.
  - 2) Thompson, S.C.: An Approach to Monte Carlo Programming. University of Reading, Study No. 3, Nov. 1967.
  - 3) Vgl. Hesselbach, J.: Systemanalyse und ihr Instrumentarium für alle Disziplinen der Landbauforschung. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 51, 1973, H. 1, S. 124 f.

2) Verwendung der Simulation zur Anpassung des Systemmodells an die abzubildende Wirklichkeit.

Bei Verwendung der Simulation in diesem Bereich werden Verhaltensweisen, Zielfunktionen, technische Parameter und exogene Variable des Modells so lange verändert, bis eine hinreichende Annäherung an die Wirklichkeit erreicht ist. Die Auswahl der zu simulierenden Variablen und der Simulationsbereiche erfolgt in der Regel aufgrund von Hypothesen und unterliegt weitgehend Plausibilitätsurteilen.

Die Prüfung, ob die erforderliche Annäherung an die Wirklichkeit erreicht ist, erfolgt mit Hilfe der in Abschnitt 1.2 unter Phase 6 beschriebenen Verfahren.

3) Die Verwendung von Simulation zur Analyse des Systemverhaltens.

Die Simulation zur Prüfung des Systemverhaltens ist grundsätzlich sowohl für mathematisch analytisch lösbare Systemmodelle, als auch für nur numerisch lösbare Modelle anwendbar.

Sie eröffnet die Möglichkeit zum "Experimentieren mit Systemen" (Modellen). Obwohl diese Möglichkeit nicht den Experimenten im Labor oder Versuchsfeld gleichzusetzen ist, so gestattet sie doch Einsichten in das Systemverhalten, die auf andere Weise schwer zu gewinnen sind.

Simuliert werden im allgemeinen:

in Entscheidungsmodellen:

a) die Zielfunktion, also die Änderung der exogenen Variablen, die in die Zielfunktion Eingang finden (Preise, variable Kosten etc) und (oder) die Veränderung der Zielvorstellungen,

- b) technische Koeffizienten,
- c) Faktorkapazitäten.

In Entwicklungs- und Prognosemodellen:

- a) Verhaltensweisen (etwa Elastizität von Angebot und Nachfrage),
- b) exogene Variable (politische Maßnahmen, wie Preise, Beihilfen, direkte Einkommenszahlungen etc).

Der dritte Einsatzbereich ist für die Themenstellung dieser Arbeit am wichtigsten. Die Situation des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlers bezüglich der Möglichkeit, durch Simulation zu experimentieren, ist jedoch grundsätzlich anders, als die des Naturwissenschaftlers.

Der Naturwissenschaftler kann die ihm wesentlich erscheinenden Ergebnisse seiner Simulationsexperimente durch tatsächliche Experimente überprüfen. Dem Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler ist diese Möglichkeit verschlossen. Der Prüfung der Wirklichkeitsrelevanz oder Realitätsnähe des verwandten Modells - wie sie in Abschnitt 1.2 (Phase 6) beschrieben ist, kommt daher ganz besondere Bedeutung zu. Sie ist jedoch auch bei größter Sorgfalt und vollständiger Verfügbarkeit aller erforderlichen Daten immer nur für die Vergangenheit und damit in der Regel für andere Datenkonstellationen als sie im Simulationsexperiment überprüft werden, möglich.

Am Schluß seiner Simulationsexperimente ist der Wirtschafts-

und Sozialwissenschaftler daher regelmäßig mit dem Problem konfrontiert, aus den durch Simulation erstellten Lösungen die wahrscheinlichsten oder relevantesten herauszufinden. Die wesentlichen Schwierigkeiten sind daher nicht in der Durchführung von "Simulationsexperimenten" zu suchen, sondern in der Interpretation ihrer Ergebnisse.

Wenn ein Systemmodell einmal erstellt ist, kann es in den meisten Fällen auf bestimmte Weise auch simuliert werden und nach dem 3. Gesetz der Simulation wird es in der Regel simuliert, bis die verfügbaren Mittel (Geld oder Zeit) erschöpft sind.<sup>1)</sup> Die dann sich ergebenden Interpretationsmöglichkeiten bewegen sich in dem durch das erste und zweite Gesetz abgesteckten Rahmen (Gesetz 1: Simulation kann alles beweisen. Gesetz 2: Simulation kann nichts beweisen).

• Die Verwendung von Systemforschung und Simulation in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse

Die Entwicklung im Bereich der Agrarökonomik unterscheidet sich im wesentlichen nicht von der in anderen Wissenschaftsgebieten. Struktur und Form der Durchführung der quantitativen Forschung entsprachen und entsprechen in der Regel dem, was heute als Systemforschung bezeichnet wird. Auch Simulation, d.h. Untersuchung der Konsequenzen von Veränderungen meist exogener Variablen oder technischer Koeffizienten war und ist ein im Rahmen der jeweiligen rechen-

1) Dillon, J.L.: Interpreting Systems Simulation Output for Managerial Decision Making. In: Dent and Anderson ed. System Analysis in Agricultural Management. Sydney 1971.

technischen Möglichkeiten übliches Verfahren. Die neuere Entwicklung ist dementsprechend auch im Bereich der Agrarökonomik nicht durch die Einführung der Begriffe Systemforschung und Simulation bestimmt worden, sondern durch die Entwicklung neuer mathematischer Modelle und vor allem durch die Fortschritte im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung. Sie hat sich auf 3 Richtungen in besonders ausgeprägter Form ausgewirkt:

- 1) Die Fortschritte in der angewandten Ökonometrie.
- 2) Die Verwendung größerer und komplexerer Prozeßanalysemodelle.
- 3) Die Verwendung von Simulationsmodellen (komplexen Modellen, die wegen ihrer Struktur nur numerisch lösbar sind).

## 2.1 Die Fortschritte in der angewandten Ökonometrie

Die Entwicklung der angewandten ökonometrischen Forschung ist vor allem gekennzeichnet durch methodische Fortschritte<sup>1)</sup> bei der Schätzung interdependenter Gleichungssysteme sowie durch die Entwicklung von Schätzmethoden zur Kombination verschiedener Daten (Kombination von Zeitreihen- und Querschnittsdaten), zur Kombination von a priori und Stichproben-Informationen und Verteilungen (Parameterschätzung mit Beschränkungen, Bayesian Schätzmethode) und zur Analyse dynamischer und stochastischer Prozesse (Spektralanalyse, Markov-Ketten).

Diese methodischen Entwicklungen wurden möglich gemacht und gefördert durch die Fortschritte der elektronischen Datenverarbeitung. Diese haben auch zum "Experimentieren mit Schätzmodellen und

---

1) Vgl. dazu Judge, G.G.: The Search for quantitative Economic Knowledge. "American Journal of Agricultural Economics", Vol. 50 (1968), No. 5, S. 1703-1717.

Spezifikationen" geführt. Der mögliche Einfluß von Variablen wird in verschiedenen Spezifikationen der einzelnen Schätzgleichungen und häufig auch mit unterschiedlichen Schätzmethoden untersucht.

Am Ende der Untersuchungen stehen dann häufig mehrere Schätzergebnisse, die eine bessere Einsicht in die untersuchte Struktur geben, wenn sie auch häufig nicht dem Ideal des ökonometrischen Theoretikers entsprechen, der ein "optimales" Schätzergebnis anstrebt.

Die Entwicklung im Bereich der Ökonometrie verhält sich zu den in den folgenden Abschnitten beschriebenen Entwicklungen nicht alternativ, sondern komplementär. Statistisch-ökonometrische Untersuchungen bilden in der Regel keine Alternative zur Verwendung von Prozeßanalyse- oder Simulationsmodellen, sondern sie verhalten sich zu diesen komplementär, indem sie zur Schätzung von technischen Koeffizienten und von Verhaltensfunktionen verwandt werden.

Die Fortschritte im Bereich der ökonometrisch statistischen Forschung sind daher im Zusammenhang mit dem Thema dieser Arbeit in erster Linie durch die Verbesserung der Datenbasis für Prozeßanalyse- und Simulationsmodelle von Bedeutung. Aus diesem Grunde wird auf die Entwicklung im einzelnen nicht eingegangen, obwohl ihre Bedeutung für die quantitative Forschung kaum unterschätzt werden kann und obwohl sie in der quantitativen Agrarökonomik lebhaften Niederschlag gefunden hat.<sup>1)</sup>

---

1) Als ein Beispiel unter vielen vgl. Hanf, C.H. und E. Hanf: Zur Schätzung der Getreideproduktion in der BRD. Agrarwirtschaft, Jg. 22 (1973), S. 331 f.

## 2.2 Die Verwendung komplexer Prozeßanalysemodelle

Die Verwendung von Prozeßanalysemodellen in der Sektoranalyse ist in der Regel mit Simulation einzelner Einflußgrößen verbunden. Die Möglichkeiten exogene Modellvariable zu variieren, sind jedoch aus rechentechnischen Gründen begrenzt.

Folgende Modellvarianten sind in neuerer Zeit angewendet worden:

- 1) Statische, lineare Prozeßanalysemodelle: Während man statische, lineare Prozeßanalysemodelle anfangs vornehmlich zur Untersuchung einzelbetrieblicher Fragestellungen einsetzte, wurden diese seit Anfang der 60er Jahre zunehmend auch für Untersuchungen sektoraler und regionaler Fragestellungen verwendet. Die Zielstellung dieser Ansätze liegt insbesondere in der Ermittlung der optimalen räumlichen Verteilung der landwirtschaftlichen Produktion und der Bestimmung interregionaler Marktgleichgewichte bei wechselnden Annahmen über Produktpreise, Faktorpreise bzw. Opportunitätskosten landwirtschaftlicher Produktionsfaktoren, die verfügbare Produktionstechnik, Erträge, Faktorkapazitäten, Nachfragemengen udgl.

Die mit Hilfe dieser Modelle ermittelten effizienten Produktions- und Austauschstrukturen können zum einen für eine Beurteilung der Effizienz bestehender Strukturen sowie zur Beurteilung der Wettbewerbsposition von Produktionsbereichen und Regionen herausgezogen werden (ex post Analyse). Die Ergebnisse von ex ante Untersuchungen andererseits können als Anhaltspunkte

für wahrscheinliche Tendenzen der regionalen Produktions- und Austauschentwicklungen dienen und für die Konzipierung und Festlegung agrar- und regionalpolitischer Politiken wertvolle Informationen liefern.

Arbeiten mit statischen linearen Prozeßanalysemodellen liegen für verschiedene Länder und Regionen vor. Als Beispiel sei das von einem Team an der Universität Hohenheim erstellte interregionale Gleichgewichtsmodell für die BRD genannt<sup>1)</sup>.

Ziel dieser Arbeit war neben der Klärung methodischer Probleme vor allem die Untersuchung der Veränderungen der optimalen regionalen Verteilung der landwirtschaftlichen Produktion als Folge von Änderungen der inländischen Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten, des technischen Fortschritts und von veränderten Opportunitätskosten für landwirtschaftliche Produktionsfaktoren in einer wachsenden Wirtschaft.

Eine Fortführung und Erweiterung dieser Untersuchungen erfolgt zur Zeit im Rahmen eines umfangreichen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Projekts, an dem mehrere Forschungsinstitute der Bundesrepublik beteiligt sind.<sup>2)</sup>

- 
- 1) Vgl. dazu Bauersachs, F.: Quantitative Untersuchungen zum langfristigen räumlichen Gleichgewicht der landw. Produktion in der BRD. "Agrarwirtschaft", SH 47 (1972). Henrichsmeyer, W.: Wachstum und struktureller Wandel der westdeutschen Landwirtschaft. Unveröffentlichte Habilitationsarbeit, Hohenheim 1970. Eine Diskussion der Anwendbarkeit und Probleme solcher Modelle ist zu finden bei: Weinschenck, G., W. Henrichsmeyer und C.H. Hanf: Experiences with multi-commodity models in regional analysis. In: Judge, G.G. and T. Takayama (Hrsg.): Studies in Economic Planning over Space and Time. Amsterdam 1973, S.307-326.
  - 2) Vgl. dazu Henrichsmeyer, W. und H. de Haen: Zur Konzeption des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft "Konkurrenzvergleich landwirtschaftlicher Standorte". "Agrarwirtschaft", Jg. 21 (1972), S. 141-152.

2) Dynamische lineare Modelle: Die Einbeziehung der Zeit als wesentliche Beeinflussungsgröße wirtschaftlicher Entscheidungen und Abläufe führte zu dynamischen Formulierungen unter Verwendung linearer Programmierungsmodelle. Folgende Modelltypen erlangten Bedeutung:

a) Simultan dynamische Programmierungsmodelle: Neben ihrer Verwendung als einzelbetriebliches Planungsinstrument zur Investitions-, Finanzierungs- und Liquiditätsplanung, liegen neuerdings auch Anwendungen für regionale bzw. sektorale Fragestellungen vor.

Interessante Anwendungsbereiche für die Regionalanalyse ergeben sich vor allem dann, wenn verschiedene, um knappe Mittel konkurrierende Investitionsprojekte für die Entwicklung einer Region im Mittelpunkt einer Untersuchung stehen.

Die Anwendung eines solchen Modells als Entscheidungshilfe wurde von Weinschenck et.al.<sup>1)</sup> für die Entwicklungsplanung einer Region in Jugoslawien eingesetzt. Ziel dieser Modelluntersuchung war es, die für die Entwicklung der Region verfügbaren Mittel so auf verschiedene Projekte zur Förderung der landwirtschaftlichen Primärproduktion des individualen und des sozialen Sektors und zum Ausbau der Verarbeitungsindustrie zu verteilen, daß eine maximale Entwicklung der Region gewährleistet erschien.

---

1) Vgl. Müller, R., G. Schiefer, H. Weindlmaier und G. Weinschenck: The Development of the Agricultural Sector in the Bosanska-Krajina. FAO, AGO: DP/Yug/71/514, Project Working Paper 53, Rome 1974.

b) Rekursiv dynamische Programmierungsmodelle: Rekursiv dynamische Programmierungsmodelle wurden auf sektoraler und regionaler Ebene primär zur Erklärung und Prognose von Entwicklungen der Produktion, der Investition und des Strukturwandels eingesetzt. Als Beispiele für diesen Bereich sollen eine Arbeit von Hörner<sup>1)</sup> erwähnt werden, der versuchte, anhand einer Stichprobe von Betrieben die Entwicklung der Produktion einer Region zu erklären, eine Untersuchung von de Haen<sup>2)</sup>, der für einen ex post Zeitraum die Entwicklung der Produktion und der Investitionen in Niedersachsen zu erklären versuchte, sowie eine Studie von Doppler<sup>3)</sup>, in deren Mittelpunkt die Erklärung und Prognose der Wanderung der Faktoren Boden und Arbeit zwischen verschiedenen Betriebsgruppen und zwischen landwirtschaftlichem Sektor und dem außerlandwirtschaftlichen Bereich in einer ausgewählten Kleinregion der BRD stand.

3) Modelle mit quadratischer Zielfunktion: Modelle mit quadratischer Zielfunktion sind die bislang einzigen operablen Ansätze aus der Klasse nichtlinearer Programmierungsmodelle. Sie erlauben die modellendogene Berücksichtigung preiselastischer,

- 
- 1) Vgl. Hörner, K.O.: Versuche zur Erklärung der Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion von Betriebsgruppen mit einem linearen und rekursiven Prozeßanalysemodell. Dissertation, Hohenheim 1972.
  - 2) Vgl. de Haen, H.: Dynamisches Regionalmodell der Produktion und Investition in der Landwirtschaft. "Agrarwirtschaft", Sonderheft 43, 1971.
  - 3) Doppler, W.: Die Anwendung rekursiver, linearer Modelle zur Analyse und Prognose regionaler Strukturentwicklungen im Agrarsektor. "Agrarwirtschaft", Sonderheft 56, 1974.

linearer Angebots- und (oder) Nachfragebeziehungen.

Quadratische Modellansätze können sowohl statistischen als auch dynamischen Charakter haben. Während bei den uns bekannten statischen Ansätzen die Ermittlung interregionaler Produktions- und Marktgleichgewichte im Vordergrund stand, wurden dynamische Formulierungen vor allem zur Bestimmung intertemporaler Marktgleichgewichte im Zusammenhang mit Lagerhaltungsproblemen eingesetzt.

Eine Studie über den Kernobstmarkt der EG unter Verwendung eines interregionalen Gleichgewichtsmodells mit quadratischer Zielfunktion wurde von Weindlmaier und Tarditi<sup>1)</sup> durchgeführt. Im Vordergrund dieser Untersuchung stand die Quantifizierung der Auswirkungen, die verschiedene ökonomische Entwicklungen und wichtige marktpolitische Maßnahmen auf die Preise, Export- und Importmengen sowie die ökonomische Wohlfahrt in den einzelnen europäischen Ländern haben.

---

1) Vgl. Weindlmaier, H. und S. Tarditi: Trade and welfare effects of various market policies and developments in the European Economic Community. - An investigation of the European market for apples and pears. "European Journal of Agricultural Economics" Vol. 3(1), 1976, S. 23-52.

### 2.3 Die Verwendung von Simulationsmodellen

Simulationsmodelle werden im Agrarbereich angewandt:<sup>1)</sup>

- a) anstelle von mathematisch analytischen Modellen, wenn sie geeignet erscheinen, die zur Lösung stehenden Probleme mit geringerem Rechenaufwand zu lösen,
- b) zur Erweiterung des Einsatzbereiches der quantitativen Forschung, wenn das Gesamtproblem so komplex ist, daß es auf mathematisch-analytischem Wege nicht gelöst werden kann.

Die Untersuchung beschränkt sich auf den unter b) genannten Einsatzbereich und aus diesem Grunde im wesentlichen auf den makroökonomischen Bereich. Im mikroökonomischen Bereich beschränkt sich die Verwendung von Modellen, die sich wegen ihrer Struktur nur numerisch lösen lassen, im wesentlichen auf Planungs- und Entscheidungsmodelle für Kooperationen und Verarbeitungsbetriebe. Auch hier lassen Struktur und Komplexität der Probleme im Prinzip häufig noch die Anwendung von mit mathematisch analytischen Methoden lösbaren Modellen zu.

1) Eine Übersicht über die Anwendung von Simulationsmodellen im Agrarbereich liefert: Anderson, J.R.: Simulation: Methodology and Application in Agricultural Economics. Review of Marketing and Agricultural Economics. March 1974, S. 3- 55.

Vgl. außerdem:

de Haen, H.: Landwirtschaftliche Strukturprojektionen mit Hilfe von Simulationsmodellen: - Methodisches Konzept und Anwendungsmöglichkeiten. Agrarwirtschaft, Jg. 22, (1973), H. 5., S. 157-173.

Grosskopf, W.: Simulation - Anwendungsmöglichkeiten in der Agrarökonomie. Agrarwirtschaft, Jg. 22, (1973), S. 1-7.

Jochimsen, H.: Mikroökonomisch orientierte Simulationsmodelle für die Agrarsektoranalyse. Berichte über Landwirtschaft, Jg. 51, (1974), S. 647-679.

Kuhlmann, F.: Zur Verwendung des systemtheoretischen Simulationsansatzes .... a.a.O.

Die Zweckmäßigkeit der Verwendung von Simulationsmodellen hängt daher in hohem Maße von dem Rechenaufwand ab, mit dem die Verwendung eines Simulationsmodells und des analytisch lösbaren Modells jeweils verbunden ist.

### Die wichtigsten Modellgruppen

Die im makroökonomischen Bereich verwendeten Simulationsmodelle lassen sich im wesentlichen zwei großen Gruppen zuordnen:

- 1) Simulationsmodelle auf der Basis von ökonometrischen Modellen.
- 2) Simulationsmodelle auf der Basis von allgemeinen Systemen.

Zu 1) Hier handelt es sich entweder um Systeme simultaner Gleichungen oder - und das bei Anwendungen im agrarökonomischen Bereich in überwiegendem Maße - um rekursiv oder block rekursiv verknüpfte Gleichungssysteme. Die Parameter dieser Modelle werden mittels der verschiedenen ökonometrischen Schätzverfahren bestimmt.

Die Anwendung ökonometrischer Modelle zur Simulation läßt sich folgendermaßen darstellen: Wir gehen davon aus, daß die Wirtschaft eines Sektors oder Landes durch folgendes System simultaner Gleichungen beschrieben wird:<sup>1)</sup>

---

1) Vgl. auch Naylor, T.H.: Policy Simulation Experiments with Macroeconometric Models: The State of Arts. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 52 (1970), No. 2, S. 263-271.

$$Ax_t + By_t + \sum_{j=1}^p B_j y_{t-j} + Cz_t + D = u_t$$

mit  $x_t$  = ein (mx1) Vektor der exogenen Variablen  
 $y_t$  = ein (nx1) Vektor der endogenen Variablen  
 $y_{t-j}$  = ein (nx1) Vektor verzögerter endogener Variablen mit  $j=1, \dots, p$   
 $z_t$  = ein (px1) Vektor von Politikvariablen  
 $u_t$  = ein (kx1) Vektor stochastischer Störvariablen  
 $A, B, C, D$  = Koeffizientenmatrizen, deren Parameter mit ökonometrischen Methoden, meist basierend auf Zeitreihendaten, geschätzt werden.

Sofern es sich um ein lineares System handelt, kann für die Simulation von der durch Schätzung gewonnenen reduzierten Form des Gleichungssystems ausgegangen werden.

$$y_t = -B^{-1}Ax_t - B^{-1} \sum_{j=1}^p B_j y_{t-j} - B^{-1}Cz_t - B^{-1}D + B^{-1}u_t$$

mit  $B^{-1}$  als die Inverse von  $B$ .

Dieses Gleichungssystem wird für den Vektor der endogenen Variablen  $y_t$  beliebig oft für ex post oder ex ante Zeiträume gelöst. Dabei werden die Werte des Vektors der exogenen Variablen  $x_t$  vorgegeben und für den Simulationslauf eingelesen, der Vektor der verzögerten endogenen Variablen  $y_{t-j}$  wird im Simulationslauf selbst produziert. Untersucht wird, wie das System auf verschiedene vorgegebenen Werte der Politikvariablen  $z_t$  reagiert, wobei entweder deterministische Simulationsläufe mit Unterdrückung der stochastischen Störvariablen durchgeführt werden oder der Vektor der stochastischen Störvariablen wird mittels

einer geeigneten Routine aus vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen erzeugt. Im letzteren Fall kann von stochastischer Simulation mit der Möglichkeit der statistischen Auswertung der Simulationsergebnisse gesprochen werden.

Zu 2) Nach Manetsch et.al.<sup>1)</sup> werden als allgemeine Systemmodelle komplexe, an keine Bedingungen hinsichtlich Datenart und -quelle, Methode der Koeffizientenschätzung, Modellstruktur und Lösungstechnik gebundenen Modellkonstruktionen verstanden. Das Gesamtmodell ist unterteilt in Teilmodelle und durch eine rekursive oder blockrekursive Form charakterisiert.

Für die Erfassung bzw. Lösung der Teilmodelle und der Verknüpfungen zwischen denselben können nahezu alle bekannten mathematischen Methoden, wie die Modelle des Operations Research (etwa lineare, nichtlineare und rekursive Programmierung), Methoden der Kosten-Nutzen-Analyse, Investitionskalküle, Input-Output-Rechnung, ökonometrische Modelle u.a., Verwendung finden.

#### Die Grundstruktur der Modelle

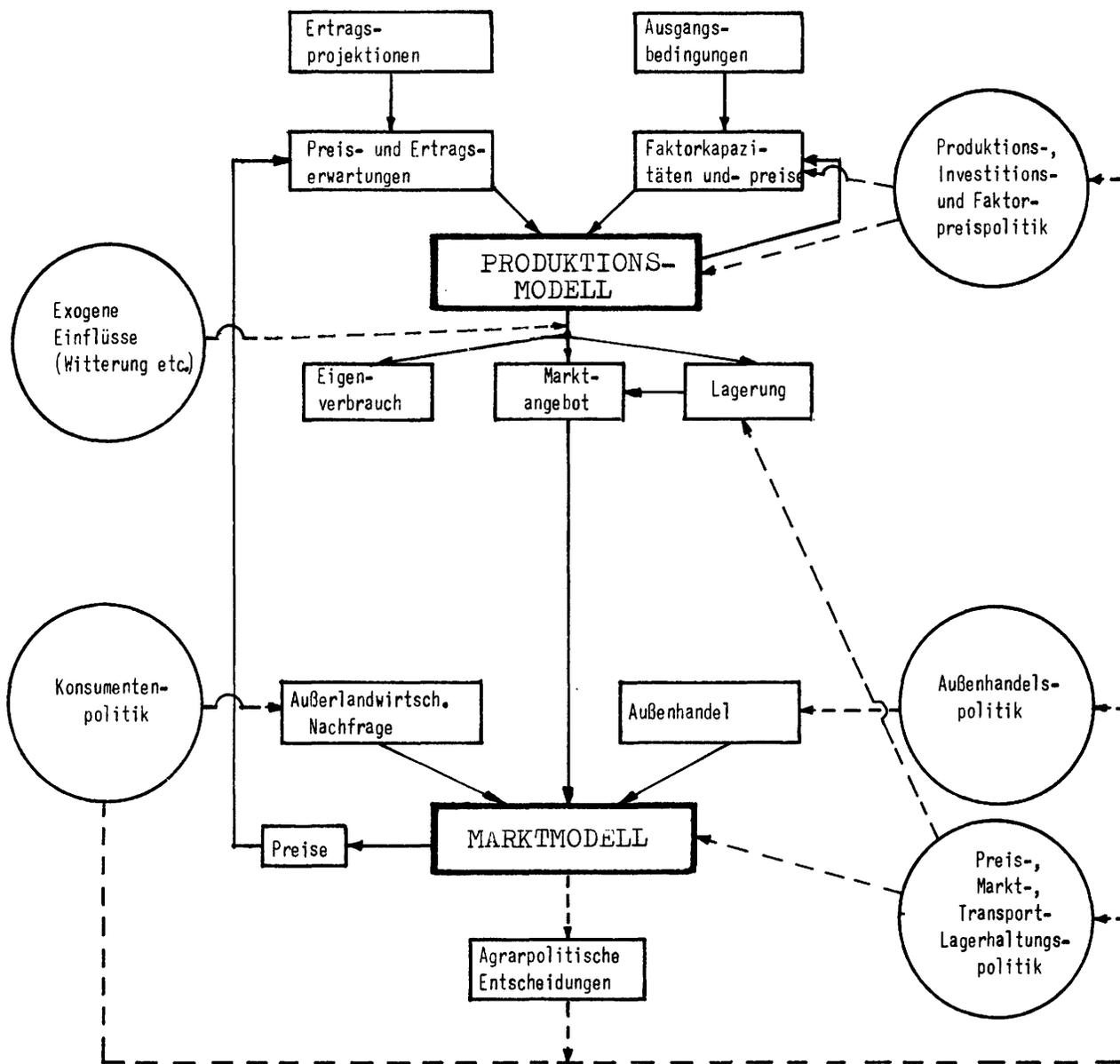
Die Grundstruktur ist in allen bisher verwandten Modellen ähnlich (vgl.Übers.7). Sie läßt sich auf die Methode des "Dynamischen Verkoppeln" zurückführen, die von Day erstmals beschrieben wurde<sup>2)</sup>. Danach werden die durch das Produktions-Teilmodell abgebildeten Produktions- und Investitionsentscheidungen in Periode t auf der

---

1) Vgl. Manetsch, T.J. et.al: A Generalized Simulation Approach to Agricultural Sector Analysis. With Special Reference to Nigeria. Michigan State University, East Lansing 1971.

2) Vgl. Day, R.H.: Dynamic Coupling, Optimizing and Regional Interdependence. Journal of Farm Economics, Vol. 46 (1964), S.442-451 und Weinschenk, G.: Marktwirtschaft und Betriebswirtschaft. In: Landwirtschaftliche Marktforschung in Deutschland. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München-Basel-Wien 1967, S. 51-84.

### Übersicht 7: Hauptkomponenten in Simulationsmodellen zur Analyse und Prognose von Angebot und Nachfrage



Basis erwarteter Erträge, Preise und Gewinne getroffen. Diese leiten sich aus den Informationen und Erfahrungen der Gegenwart und der Vergangenheit ab, nicht jedoch von den aufgrund der zum Zeitpunkt der Produktionsentscheidungen noch unbekanntem Marktsituation beim Verkauf der Produkte.

Aus der Produktion, dem Eigenverbrauch und der Lagerhaltung ergibt sich das nach erfolgter Produktion mehr oder minder unelastische Marktangebot. Das Marktangebot und die mengenmäßige Außenhandelsdifferenz einerseits und die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten andererseits bilden die Hauptbestimmungsgründe der durch das Markt-Teilmodell repräsentierten Preisbildung und Gleichgewichtsfindung. Die realisierten Preise und Gewinne in Periode  $t$  gehen dann in die Ermittlung der Preis- und Gewinnerwartungen der nächsten Produktionsperiode ( $t+1$ ) mit ein.

Durch die Marktsituation und die daraus sich ergebende Preis- und Einkommenslage können des weiteren verschiedene agrarpolitische Entscheidungsprozesse ausgelöst werden, die zum Einsatz adäquater agrarpolitischer Instrumentarien führen. Die modellmäßige Erfassung solcher Steuerungs- und Kontrollmechanismen zählt mit zu den wesentlichsten Charakteristika von Untersuchungen mit Simulationsmodellen zum Fragenkomplex Angebots- und Nachfrageentwicklung.

### Die wichtigsten Simulationsstudien

In den Übersichten 8 und 9 sind in komprimierter Form einige Merkmale der wesentlichsten publizierten Simulationsstudien zur Untersuchung der Angebots- und Nachfrageentwicklung zusammengestellt. Die einzelnen Studien werden dabei jeweils im Hinblick auf ihre Problemstellung und Zielsetzung, die untersuchten politischen Maßnahmen, den Aggregationsgrad bzw. die jeweilige Abstraktion von ökonomischen, räumlichen und zeitlichen Interdependenzen, das in den Hauptkomponenten Produktion und Markt verwendete methodische Instrumentarium und die dort verwendeten Entscheidungsmechanismen, die Art der Überprüfung der Modelle auf Realitätsnähe und schließlich bezüglich der durchgeführten Simulationsexperimente charakterisiert und beschrieben. Obwohl eine eindeutige Zuordnung bei einigen Studien nicht möglich ist, sind in Übersicht 8 solche Arbeiten zusammengefaßt, die auf dem Konzept der allgemeinen Systemsimulation aufbauen und in Übersicht 9 jene, die am ehesten ökonomischen Simulationsmodellen nahekommen.

Mit Ausnahme der Arbeiten über Nigeria (I), Korea (III) und Großbritannien (V) behandeln alle publizierten Simulationsstudien Probleme der US-Landwirtschaft. Umfangreichere Studien mit Simulationsmodellen über Probleme der europäischen Landwirtschaft wurden bislang nicht publiziert<sup>1)</sup>.

---

1) Mittlerweile wird in verschiedenen europäischen Ländern an solchen Studien gearbeitet. Diese sind bislang (Stand Sommer 1977) nach Kenntnis der Autoren jedoch nur in Teilen und in Form unveröffentlichter Forschungsberichte verfügbar, so daß auf eine Diskussion dieser Arbeiten hier verzichtet wird.

## Übersicht 8: Beispiele empirischer Simulationsstudien zur Untersuchung der Entwicklung von Angebot und Nachfrage - basierend auf allgemeinen Systemmodellen

Mr.	Author und Titel	Problemstellung und Zielsetzung	Untersuchte politische Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellmäßige Erfassung von Produktion (Angebot)	Markt (Nachfrage)	Überprüfung der Realitätsnähe	Simulationsexperimente
I	<p>WALTERS, J., et al.: A Generalized Simulation Approach to Agricultural Sector Analysis, with Special Reference to Nigeria. Michigan State University, East Lansing 1971</p>	<p>Entwicklung eines umfassenden, allgemeinen Simulationsmodells, das für die Formulierung und Beurteilung von Programmen und Projekten zur Verbesserung der Produktivität des Agrarsektors geeignet ist. Das Modell sollte so konzipiert sein, daß es auch in Teilen verwendet oder durch neue Komponenten ergänzt werden kann. Der empirische Teil enthält eine Anwendung des Modells für die nigerianische Wirtschaft mit Schwerpunkt auf dem landwirtschaftlichen Sektor. Das Hauptziel liegt in der Bewertung des Einflusses politischer Maßnahmen auf die regionale Entwicklung und Spezialisierung der Produktion und des Handels. - Bevölkerungsentw., - Landw., - und - pro Kopf Verbrauch, - Außenhandel, - Nachfrage nach landw. und nichtlandw. Produkten, - Beschäftigung, - staatliche Einnahmen und Ausgaben.</p>	<p>Schwergewicht auf der Untersuchung der Konsequenzen folgender Maßnahmen: 1) Anwendung der von den "marketing boards" bezahlten Produktionspreisen und der Exportsteuer 2) Auswirkung verschiedener Förderungsmaßnahmen zur Produktionserhöhung 3) Konsequenzen einer Ausrottung der Tse-Tse Fliege 4) Konsequenzen veränderungsbudgets</p>	<p>Nationales Modell für Nigeria, unterteilt in Teilmobile für die Nordliche Ackerbau-Rinderzucht Region und die Südliche Ackerbau-Dauerkultur Region sowie in ein Teilmodell für den nichtlandw. Sektor. Jedes der Teilmobile ist differenziert in 4 Subregionen auf Grund der natürlichen und ökologischen Bedingungen mit jeweils expliziter Berücksichtigung von 4 bzw. 5 verschiedenen Produkten. Das nichtlandw. Teilmodell enthält eine Input-Output Tabelle differenziert in 10 Produktionsaktoren und Erfassung des Konsums, der Investitionen, der Exporte- und Importe sowie der Konten der Volkswirtschafts-Berechnung</p>	<p>Allgemeine Systemsimulation, Erfassung der Produktion durch eine Vielzahl von Differenzgleichungen bzw. Systemen von Gleichungen, so daß eine rekursive bzw. blockreursive Form resultiert. Entscheidungskriterie für die Allokation der Ressourcen bei einjährigen Marktfrechten ist das Grenzprodukt der Arbeit, bei Dauerkulturen der Vergleich diskontierter durchschnittlicher NettoEinnahmen in Relation zur derzeitigen Produktion und bei der Rinderzucht mehrere Kriterien wie diskontierte Netto-Einkommen, Ernährungsbefehl und Außenhandelsfordernisse. Quantifizierung der Parameter durch statistische Schätzung, Übernahme von Daten anderer relevanter Studien, Annahmen.</p>	<p>Erfassung der Marktsituation durch Vielzahl von Gleichungen die rekursiv verknüpft sind. Endogene Bestimmung der Marktpreise als Funktion von Angebot und Nachfrage nur für Marktfrechte - andere Preise exogen. Marktnachfragefunktion der Bevölkerung, Einkommen und Preise. Auf Grund der Preisdifferenzen und Transportkosten Ermittlung der interregionalen Transfers.</p>	<p>Überprüfung auf - logische Konsistenz - empirische Konsistenz hin sichtlich Erfahrungen, einiger vorhandener Datenreihen, vorhandener technologischer, geographischer und institutioneller Informationen. Graphische Vergleiche und Errechnung der Summe der Fehlerquadrate - Überarbeitbarkeit der Ergebnisse - Verwendbarkeit für Problemlösungen</p>	<p>Sensitivitätsanalysen durch Variation kritischer Werte und Parameter. Mit Teilmodell für Rinderzucht-Region Durchführung von Monte-Carlo Simulationen für mehrere Politikvarianten.</p>
II	<p>BALTESCU, P.G. und S.P. LAFFERTY: Evaluating Supply Control Policies for Frozen Concentrated Orange Juice with an Industrial Dynamics Model, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 52/1970), S. 197 - 208.</p>	<p>Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Bewertung verschiedener Maßnahmen der Angebotskontrolle zur Vermeidung der Fluktuation im Angebot von gefrorenen Orangensaftkonzentrat und der Erzeugerermittlung der Erzeugerermittlung der Erzeugerermittlung.</p>	<p>Untersuchung von: 1) Freier Markt ohne Angebotskontrolle 2) Marktsplittung mit Preisdifferenzialen 3) Reduzierung der Produktion 4) Beschneidung von Neuanpflanzungen 5) Kombination von 2) und 3) 6) Kombination von 2) und 4)</p>	<p>Aggregiertes Modell für die Zitrusindustrie von Florida. Entscheidungs-einheiten sind Produzenten, Verarbeiter, Einzelhändler und Konsumenten</p>	<p>Formulierung erfolgt nach der "Industrial Dynamics" Methode unter Verwendung der DYNAMO Simulationssprache. Insgesamt 137 Gleichungen. System interdependenter Informations-Rückkopplungen. Pflanz- und Ernteentscheidung abhängig vom Gewinn. Je Gewinseinheit.</p>	<p>Formulierung wie bei Produktion, Kaufentscheidung des Einzelhandels abhängig von FOB-Preisen und Lagerbeständen. Nachfrage der Konsumenten repräsentiert durch Nachfragefunktion mit Einzelhandelspreisen, Einkommen, Bevölkerung und Werbungsausgaben als erklärende Größen.</p>	<p>Graphischer Vergleich der Modellergebnisse mit empirischen Datenreihen der ex-post Periode</p>	<p>Einfluß der Witterung auf optische Politik durch Simulation mit zufällig selektierten Wetterdaten überprüft. Jede der 6 Politiken wird mit 2 Witterungsvarianten gerechnet.</p>

noch Übersicht 8

Nr.	Autor and Title	Problemaufstellung und Zielsetzung	Untersuchung politische Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellmäßige Erfassung von Produktion (Angebot)	Überprüfung der Realitätsnahe	Simulationsexperimente
III	ROSSVILLER, G.A., et al. Korean Agricultural Sector Analysis and Recommendation Development Strategies. Michigan State University, East Lansing 1972, and de KIN, H. u. J.H. LEE: Dynamic Model of Farm Resource Allocation for Agricultural Planning in Korea. Korean Agricultural Sector Study Project Working Paper 72 - 1. Michigan State University. East Lansing 1972	Entwicklung eines allgemeinen Systemmodells als Instrument der Politikplanung, zur laufenden Verbesserung von Projektionen, und zur Analyse der Konsequenzen von alternativen pol. Maßnahmen. Darstellung der ökonomischen und sozialen Konsequenzen verschiedener Entwicklungsstrategien für den landw. Sektor Koreas innerhalb eines 15jährigen Planungshorizontes. Erarbeitung von Vorschlägen bezüglich Änderungen der agrarpol. Maßnahmen und Programme, Organisationen und Investitionsprojekte zur Sicherung bzw. Erreichung bestmöglicher Auslastung des landw. Sektors, eines entsprechenden Selbstversorgungsgrades, eines erhöhten Beitrages der Landwirtschaft zur allgemeinen wirtschaftl. Entwicklung und administrativer und politischer Stabilität.	Untersuchung der Konsequenzen folgender Maßnahmen: 1) Verbesserung der Produktionstechnik (Übung, Sorten, Pflanzenschutz) 2) Verstärkte Förderung und Beratung 3) Erhöhte bzw. freie Preise für Inputs und Produkte 4) Veränderliche Importpolitik 5) Verbesserung und Landgewinnung 6) Mechanisierung 7) Verbesserung der ländl. Infrastruktur 8) Effektive Familienplanung	Modell für Südkorea mit Differenzierung in 3 landw. Produktionsregionen in Abhängigkeit vom vorherrschenden Anbausystem. Unterscheidung von 12 pflanzlichen, 6 tierischen und 1 landw. Residualprodukt. Das Gesamtmodell besteht aus 5 Hauptkomponenten: 1) Produktion und Marktangebot 2) Nichtlandw. Nachfrage, Nahrungsmitteln 3) Markt- und Streideidmanagement 4) Entwicklung der landw. und nichtlandw. wirtschaftlichen Bevölkerung 5) Dynamisches, nationales 2 Sektoren Input-Output Modell	Externe Voraussetzungen der Anbauflächen, Tierzahlen, Erträge und Leistungen für Gesamtsystem. Iterative Rechenmethode mit Anpassung dieser Größen, um Marktgleichgewicht zu erreichen. Zur Erfassung des saisonalen Arbeitsbedarfes und der saisonalen Produktion wurden der Arbeitsbedarf und der Angebotsverlauf durch "Verzögerungsfunktionen" für 10 Tag-Perioden ausgewiesen. Die HEN und LEE entwickelten ein auf der Rekursiven Programmierung basierendes Allokations- und Investitionsmodell, das das Produktions-Teilmodell ersetzen soll.	Selbe Methode wie Modell I	Modellläufe für 3 generelle Politikalternativen. Für eine dieser Alternativen Sensitivitätsanalyse durch Variation kritischer Werte und Parameter.
IV	SIEDNER, H.: A Simulation Model for Agricultural Policy. In: HEADY, E.O., L.B. PAYER und H.C. WIGGERS (Hrsg.): Future Farm Programs. Comparative Costs and Consequences. Iowa State University Press, Ames 1972 S. 275 - 325.	Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Ermittlung optimaler Entscheidungsregeln beim Einsatz einer spezifischen agrarpolitischen Maßnahme. Die Anwendung der entwickelten Methode erfolgt zur Analyse der Produzentenreaktionen auf verschiedene Maßnahmen des amerikanischen Landwirtschaftsprogrammes (Feed Grain Program).	Untersuchung der Konsequenzen alternativer Niveaus folgender Maßnahmen des Landstilllegungsprogrammes: 1) Ausmaß der prozentualen Flächenstilllegung 2) Ausmaß der Stützungskredite 3) Ausmaß der Preisstützungszahlungen 4) Höhe der Stilllegungsprämien	Produktionsentscheidungen werden simuliert durch 299 Einzelbetriebe einer Stichprobe aus 6 Kreisen in Iowa (Makro-Simulator). Produktionsniveaus der Einzelbetriebe werden aggregiert und zu regionalen Größen hochgerechnet. Auf Grund der hochgerechneten Produktionsniveaus erfolgt im Markt-Teilmodell (Makro-Simulator) die Preisbestimmung.	Mehrfacher Einzelbetriebsentscheidungsprozess mit Schwerpunkt auf den Entscheidungen im Zusammenhang mit dem Flächenstilllegungsprogramm (Teilnahme an Programme, Ausmaß der Flächenstilllegung, Inanspruchnahme von Krediten, Abtieferungsmaßnahmen durch Entschuldigungsregeln auf der Basis von Gleichungen repräsentiert. Entscheidungsregeln sollen tatsächliches Verhalten erfassen. Parameter teilweise basierend auf Annahmen, teilweise erfolgte ökonomische Schätzung mit den Daten der Stichprobe.	Graphischer Vergleich der tatsächlichen und simulierten Werte ausgewählter Variablen für den ex post Prognosezeitraum.	Selektion von Ergebnisvariablen (Staatliche Lagerung, Kosten des Programms, Ertragsänderungen der Betriebe) und Berechnung von Ergebnissen oberflächen für Zu- und Abnahme Kombination politischer Maßnahmen zur Ermittlung eines optimalen Maßnahmenbündels.

Übersicht 9: Beispiele empirischer Simulationsstudien zur Untersuchung der Entwicklung von Angebot und Nachfrage - basierend auf ökonomischen Modellen

nr.	Autor und Titel	Problemstellung und Zielsetzung	Untersuchte politische Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellmäßige Erfassung von	Produktion (Angebot)	Markt (Nachfrage)	Überprüfung der Realitätsnahe	Simulations- experimente
V	AD-RVALA, P.: A Simulation Approach to the Analysis of Stabilisation Policies in Agricultural Markets: A Case Study. Journal of Agricultural Economics, Vol. XXII (1971), No. 1, S. 13 - 28	Entwicklung eines Simulationsmodells zur Bewertung der Effizienz der Marktregulierungsmaßnahmen am Eiermarkt Großbritannien in Zeitraum 1958-68. In Vordergrund steht die Untersuchung der Entscheidungsmechanismen der Maßnahmen zur Beeinflussung der Relation zwischen Markt- und Produzentenpreisen.	Ausgleichsmaßnahmen der Marktregulierungsstelle zur Verhinderung starker Preisfluktuationen, re-präsentiert durch mehrere Bestimmungs-gleichungen	Partialmodell für den Eiermarkt Großbritannien. Erfäß sind nur jene Größen, die in direkter Beziehung zu den Marktregulierungsmaßnahmen stehen. Modell mit Jahresdaten.	Bestimmungsgleichung der Eierangebotsmenge abgeleitet von den Ergebnissen eines ökonomischen Modells 1) Bestimmungs-gleichung für Verkaufspreis der Marktregulierungsstelle mit Nachfrageelastizität und Marktüberschub als Bestimmungsgrößen 2) Bestimmungsgleichung für Auswirkung des Verkaufspreises der Marktregulierungsstelle auf Produzentenpreise unter Berücksichtigung der Vermarktungskosten und der Ausgleichsmaßnahmen zur Verhinderung von Preisfluktuationen durch die Marktregulierungsstelle	Ausgehend von den Ergebnissen eines ökonomischen Modells 1) Bestimmungs-gleichung für Verkaufspreis der Marktregulierungsstelle mit Nachfrageelastizität und Marktüberschub als Bestimmungsgrößen 2) Bestimmungsgleichung für Auswirkung des Verkaufspreises der Marktregulierungsstelle auf Produzentenpreise unter Berücksichtigung der Vermarktungskosten und der Ausgleichsmaßnahmen zur Verhinderung von Preisfluktuationen durch die Marktregulierungsstelle	Überprüfung der Plausibilität der kritischen Parameter der Bestimmungsgleichungen. Überprüfung der Realitätsnahe des Gesamtmodells nicht berichtet	Deterministische Simulationsläufe zur Untersuchung der Auswirkungen von 1) keine Marktregulierung 2) Marktregulierung wird auf ein Minimum beschränkt 3) Maximierung des Produzentenpreises Sensibilitätsanalyse durch Variation der bestimmenden Parameter (Angebots- und Nachfrageelastizität, erweiterter Nettopreis) um + 20 % bei jeweiliger Konstanz der übrigen Bestimmungsgrößen	
VI	ERQVIA, R.: Simulation of the Market for Foodgrains in India. American Journal of Agricultural Economics Vol. 53 (1971), S. 269-274.	Anwendung eines stochastischen Simulationsmodells zur Untersuchung von 2 pol. Maßnahmen am Indischen Getreidemarkt. Untersuchung des Nutzeffekte stochastischer Simulation für die Ermittlung von Vertrauensintervallen zu Aus-sagen deterministischer Analysen.	Untersuchung der Auswirkungen von a) staatlichen Importen von Futtermittelüberschüssen b) einer staatlichen Lagerhaltungspolitik	Ökonomisches Modell für Indien, geschätzt unter Verwendung von Jahresdaten der Jahre 1948 - 64.	Ökonomisches interdependentes 9-8-Gleichungsmodell mit 5 stochastischen Gleichungen und 4 Identitäten. Bei 3 der exogenen Variablen handelt es sich um verzögerte endogene Variablen, wodurch das Modell eine rekursive Struktur bekommt. Die Schätzung erfolgte mit der Methode der Zweistufigen, Kleinsten Quadrate. Die stochastischen Gleichungen beziehen sich auf die Bestimmung der Anbaufläche, des Flächenertrages, der kommerziellen Importmenge, des Getreidepreises und des Nationalprodukts.	Keine Überprüfung berichtet	Für jede der beiden Politikvarianten wurden ein deterministischer Simulationslauf und stochastische Simulationen unter Berücksichtigung der zu-fälligen Fehler der Gleichungen - Berücksichtigung der zu-fälligen Fehler der einzelnen Koeffizienten, durchgeführt.		

noch Übersicht 9

Nr.	Autor und Titel	Problestellung und Zielsetzung	Untersuchte pol. Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellmäßige Erfassung von : Produktion (Angebot) Markt (Nachfrage)	Überprüfung der Realitätsnahe	Simulationsexperimente
VII	GROVE, R.L. A Dynamic Price-Output Model of the Beef and Pork Sectors USDA-ERS, Technical Bulletin No. 1426, Washington 1972	Konstruktion eines partiellen Modells für die Rinder- und Schweinekomponente des Vieh-Fleischsektors der USA. Ziel ist die bestmögliche Erklärung der Preise und des Angebots von 1955 - 1970 als Ausgangspunkt für die Untersuchung des Einflusses politischer Maßnahmen und für Prognosen der Preis- und Angebotsentwicklung.	Vorgesehen sind Untersuchungen der Auswirkungen der geänderten Futtermittelpreisen, einer Änderung der Konsumenteninkommen, einer Veränderung der staatlichen Marktinterventionen und veränderten Export-Import Politiken. Über die Durchführung sozialer Untersuchungen mit dem Modell wird nicht berichtet.	Makroökonomisches Modell für die Rinder- und Schweineproduktion, Preisbildung und Verbrauch in den USA.	Produktions- und Vermarktungsprozess in zeitlicher Abfolge und Teilkomponenten gegliedert. Bestimmungsgleichungen für einzelne Stufen und Komponenten. Es resultiert ein rekursives Modell mit 42 endogenen Variablen für die Produktion, Schächtung, Vermarktung, Exporte und Importe nachfrage. Die Schätzung der Gleichungen erfolgte mit der Methode der kleinsten Quadrate. Eine Ausnahme bildet die Schätzung eines interdependenten 5-Gleichungs-Modells der Preisbildung am Großhandelsmarkt mit der Methode der kleinsten Quadrate. Verwendung von Quartalsdaten.	Graphischer Vergleich von Erntestatistik, Simulationstestlauf bei einzelnen Variablen und mögliche Fehler aufzeigen, wird versucht, diese durch sogenannte "corrections" zu beheben. Dies bezieht sich auf die Überlegungen bezüglich der ökonomischen, logischen und verhaltensmäßigen Tatbestände.	Lediglich deterministische ex post Läufe des Modells.
VIII	DLENER, L.A. und K.A. MAL A Study of the Meat Products Industry Through Systems Analysis and Simulation of Decision Units. Agricultural Economics Research, Vol. XVIII (1966) No.3, S. 79-80	Untersuchung der Vieh-Fleischindustrie von Iowa mit einem Modell, das aus miteinander verknüpften Teilmodellen besteht, welche die charakteristischen Vorgänge und Abläufe dieser Industrie erfassen.	Untersuchung des Einflusses höherer Produktion, größerer Nachfrage, Veränderung der Werbungsausgaben, erhöhten Konsumenteninkommens, veränderten Verhalten der Produzenten hinsichtlich der bevorzugten Marktpartner und der erzielten Mindestpreise.	Betonung der individuellen Entscheidungs-einheiten. Das Modell erfasst 2% der relevanten Schichten-Verehrer (4 Einheiten), Großhändler (5) und Einzelhändler (20) sowie 16 repräsentative Produzenten, 4 Leberwursthersteller und 60 Haushalte. 3 Produktklassen werden unterschieden: Rindfleisch, Schweinefleisch, sonstiges Fleisch. Entscheidungen erfolgen auf allen Ebenen wöchentlich.	Erfährt und durch Gleichungen repräsentiert werden Mengenverläufe von den Produzenten bis zu den Konsumenten, Preise der verschiedenen Ebenen, Lagerbestände und Profite. Die Auswahl des Geschäftspartners auf den verschiedenen Ebenen erfolgt durch die Errechnung von Präferenzindizes mit Präferenzfunktionen. Über die Art der Funktionen, die Methode der statistischen Schätzung und das verwendete Datenmaterial wird nicht berichtet.	Vergleich der Realität mit Ergebnissen des Basislaufes. Art des Vergleiches nicht erörtert.	Deterministische Simulation für 7 Politikvarianten über je 4 Wochen.
IX	LIK, S.A.V. und E.O. JESZY Simulated Markets, Farm Structure and Agricultural Policies. Canadian Journal of Agricultural Economics, Vol. 19 (1971), No.1, S. 55 - 65.	Konstruktion und Anwendung eines Simulationsmodells zur Untersuchung der Entwicklung der Nachfragemerkmale, Produktionsfaktoren und der Einkommensbildung bei verschiedenen Arten agrarpolitischer Einflussnahme.	Entwicklung der Nachfrage nach landw. Produktionsfaktoren und der Einkommensbildung bei 1) Bedingungen eines freien Marktes ohne agrarpol. Maßnahmen 2) hohem technischen Fortschritt	Makroökonomisches, aggregiertes Modell für den Agrarsektor der USA.	Rekursives Modell und 2 Gruppen von Gleichungen für die landw. Produktion/Einkommensbildung und für das Angebot und die Nachfrage nach landw. Produktionsfaktoren. In ersten Teil Einzelgleichungen zur Bestimmung der Produktionsmenge, des Marktangebots, der Preisbildung und der landw. Nettoeinkommen. Die statistische Schätzung der Gleichungen erfolgte mit der Methode der kleinsten Quadrate bzw. mit einer modifizierten Form dieser Methode beim Vorliegen autoregressiver Beziehungen mit Jahresdaten der Jahre 1924 - 1965.	Regressionsanalyse der Beziehung zwischen den statistischen Größen der endogenen Variablen und den im Simulationsmodell generierten Größen.	Deterministische ex post Simulation für 2 Politikvarianten

noch Übersicht 9

Nr.	Autor und Titel	Problemstellung und Zielsetzung	Untersuchte pol. Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellläufige Erfassung von Produktion (Angebot) Markt (Nachfrage)	Überprüfung der Realitätsnähe	Simulations-experimente
X	RAY, D.E., und E.L. HENLEY Government Farm Programs and Commodity Interactions: A Simulation Analysis. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 54 (1972), No. 4, S. 576-590. und RAY, D.E., und E.L. HENLEY Simulated Effects of Alternative Policy and Economic Environments on U.S. Agriculture. Iowa State University, CDR-Report 46 I, März 1974	Entwicklung eines rekursiven, ökonomischen Simulationsmodells, welches für wichtige landwirtschaftliche Produkte der USA die keu-salen Zusammenhänge zwischen der Verwendung der Ressourcen, der Produktion, der Preisbildung, der Verwendung der Produktion und der Einkommensbildung erfäßt. Anwendung des Simulationsmodells zur Untersuchung spezifischer agrarpolitischer Maßnahmen in den USA.	Untersucht wurden die Konsequenzen von 1) einem Megfall staatlicher Preis- und Einkommenspolitik 2) höheren Preisen der Inputfaktoren 3) beschränkter Produktionselastizitäten 4) Verschiedenen Preissstützungsmaßnahmen für einzelne Produkte 5) Flächenbegrenzungen	Makroökonomisches Modell für wichtige Teile des Agrarsektors der USA. Die Teilbereiche Vieh, Futtermittel, Weizen, Baumwolle und Tabak sind in Gesamtsmodell durch eigene Submodelle repräsentiert.	Umfangreiches ökonomisches Modell mit etwa 180 Gleichungen. Schätzung der Parameter erfolgt mit Jahresdaten der Zeitreihe 1930-1967 unter Verwendung modifizierter Formen der Methoden der Kleinsten Quadrate und der Zweistufigen Kleinsten Quadrate zur Berücksichtigung autoregressiver Beziehungen. Die Struktur der Submodelle ist grob folgende: a) Flächen und die Nachfrage nach Ressourcen sind Funktion des Vorjahrespreises und -einkommens des Produktes und verwandter Produkte, von Flächenstilllegungsmaßnahmen, der Preise der Faktoren im Vorjahr und von Strukturvariablen, b) Produktion (Cobb-Douglas Produktionsfunktionen) ist eine Funktion der Faktorsatzen und -produktivität, c) Angebot ist eine Funktion der Produktion und von Importen, d) Produktpreise sind Funktionen der Differenz zwischen diesjährigem Angebot und der Produktverwendung des Vorjahres und dem Preissstützungsniveau, e) Nachfrage ist eine Funktion der Preise und von Strukturvariablen und schließlich f) Roheinkommen ist eine Funktion der Preise, Produktionsmengen und der staatlichen Subventionen.	Graphischer Vergleich des Verlaufs wichtiger Variablen mit der Realität von Theils U-Sta-tistik	Basistauf mit historischen Daten und mehrere (17 Varianten diskutiert) deterministische ex post Simulationsläufe zur Untersuchung der verschiedenen Politikvarianten.
XI	TIERE, F.H., and L.G. ICKEEN Simulation as a Method of Appraising Farm Programs. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 50 (1968), No. 1, S. 66-81	Formulierung und Anwendung eines Modells zur Simulation des Agrarsektors und der Interdependenzen mit den anderen Sektoren der U.S. Volkswirtschaft.	Untersuchung der Implikationen eines Megfalls der Preis- und Einkommenspolitik und des Einflusses der agrarpolitischen Maßnahmen.	Aggregiertes rekursives Modell für den Agrarsektor der USA.	Ökonomisches, rekursives Modell aus 24 Gleichungen, dessen Parameter mit der Methode der Kleinsten Quadrate auf der Basis von Jahresdaten der Zeitreihe 1930-1960 geschätzt wurden. Das Modell ist in der Weise aufgebaut, daß durch eine Serie von 20 Gleichungen zunächst die Inputmengen bestimmt werden, die in der aggregierten Produktionsfunktion den monetären Gesamtoutput determinieren. Dieser ist nach entsprechender Korrektur einer der Bestimmungsfaktoren in der Nachfragefunktion, in welcher das Erzeugerpreisniveau bestimmt wird. Das Roheinkommen wird schließlich als Funktion der Vermarktungsmenge, der Erzeugerpreise und der staatlichen Zahlungen an den Agrarsektor ermittelt.	Graphischer Vergleich des Verlaufs wichtiger Variablen mit der Realität	Basistauf mit historischen Daten und 1 deterministischer ex post Simulationslauf.

noch Übersicht 9

Nr.	Autor und Titel	Problestellung und Zielsetzung	Untersuchte pol. Maßnahmen	Aggregationsgrad	Modellmäßige Erfassung von		Überprüfung der Realitätsnähe	Simulations- experimente
					Angebot	Markt (Nachfrage)		
XII	REYNOLDS, Th., H., E.O. READY and D.O. MITCHELL  Alternative Futures for American Agricultural Structures, Income, Policies, Income, Employment, and Exports: A Recursive Simulation. Iowa State University, CARD - Report 56, June 1975	Erweiterung und Anpassung des unter X beschriebenen Simulationsmodells für die Untersuchung der lang- fristigen Konsequenzen alternativer Exportwegen, Subventionen und Produk- tivitätsentwicklungen der US-Landwirtschaft.	Untersucht wird die Ausprägung von 235 land- wirtschaftlich interessierenden Variablen von Jahr 1975 bis zum Jahr 2000 bei 7 verschiedenen Unterstellungen über die Agrar- politik und das Exportniveau.	Rekursives Modell für den Agrarsektor der USA auf nationa- ler Ebene, Unter- gliederung in 5 produktbezogene Submodelle für Vieh, Futter- getreide, Weizen, Sojabohnen, Tabak und alle anderen Feldfrüchte.	Umfangreiches ökonomisches rekursives Modell mit etwa 235 Gleichungen. Die Schätzung der Parameter sowie der Aufbau des Modells erfolgte wie im Modell X.	Keine Angaben	Keine Angaben	Deterministische ex ante Simulations- läufe vom Jahr 1975 - 2000 für 7 Politikvarianten.
XIII	RAY, D.E. and Th.F. HORIAK  Polysim: A National Agricultural Policy Simulator Agricultural Economics Research, Vol.28 (1976) No. 1, S. 14 - 21.	Entwicklung und Anwendung eines Simulationsmodells der US-Landwirtschaft, durch welches die Auswirkungen alter- nativer agrarpolitischer Maßnahmenvorläge sowie verschiedener ökono- mischer Bedingungen analysiert werden können.	Kontinuierlicher Einsatz durch das Economic Research Service des USA für die Analyse kurzfristiger Politikmaßnahmen.	Rekursives Modell für den Agrarsektor der USA mit dif- ferenzierter Erfassung von 11 Produkten bzw. Produkt- gruppen.	Konstruktion eines rekursiven Ablaufmodells auf der Basis der Ausgangswerte wichtiger Variablen, von direkten und Kreuzpreis- elastizitäten sowie von prozen- tualen Veränderungen erklärender Variablen. Die Elastizitäten basieren teils auf anderen Arbeiten, einer Messung mit neuem Daten sowie Korrekturen durch Spezialisten für die verschiedenen Produkte.	Keine Angaben	Keine Angaben	Mehrzahl deter- ministischer Simulationsläufe

### Zielsetzung und Ergebnisse

Von den in den Übersichten 8 u. 9 genannten Studien haben die Arbeiten von Crom (VII) und Barnum (VI) ausgesprochen methodischen Charakter. Crom untersucht die Möglichkeiten der Einführung sogenannter "operating rules" zur Verbesserung der Erklärungseigenschaften eines Modells des US Rinder- und Schweinesektors, während in der Arbeit von Barnum der Nutzeffekt der stochastischen Simulation für die Ermittlung von Vertrauensintervallen zu Aussagen deterministischer Analysen im Vordergrund des Interesses steht. In den übrigen Arbeiten werden umfangreiche Modelle zur Analyse und Prognose der Entwicklung der Struktur und (oder) von Angebot und Nachfrage des gesamten Agrarsektors oder eines Teilbereichs konstruiert. Die Modelle sollen es vor allem ermöglichen, den Einfluß verschiedener agrarpolitischer Maßnahmen oder ganzer Bündel von Politikstrategien zu untersuchen. Umfangreiche Ergebnisse dieser Art sind jedoch nur zu finden in den Arbeiten

- a) von Raulerson und Langham (II) über die Konsequenz von Angebotskontrolle bei gefrorenem Orangenjuicekonzentrat in Florida,
- b) von Shechter (IV) über die Produzentenreaktion auf verschiedene Maßnahmen des amerikanischen Landstillegungsprogramms,
- c) von Agrawala (V) über die Effizienz von Marktregulierungsmaßnahmen am Eiermarkt Großbritanniens,

- d) von Duewer und Maki (VIII) über die Iowa Fleischindustrie,
- e) von Lin und Heady (IX), von Tyner und Tweeten (XI) und besonders von Ray und Heady (X) bzw. von Reynolds, Heady and Mitchell über die Konsequenzen verschiedener agrarpolitischer Maßnahmen für den Agrarsektor der USA.

Die Ergebnisse der Arbeiten I und III, die von Forscherteams der Michigan University angefertigt wurden, haben dagegen sowohl aufgrund des verwendeten Datenmaterials, als auch wegen der relativ groben Erfassung mancher Entscheidungsmechanismen und Verhaltensweisen (etwa bezüglich der Allokation der Ressourcen) allenfalls vorläufigen Charakter.

#### Aggregationsgrad

In diesem Zusammenhang ist vor allem von Interesse, inwieweit einerseits bei den Untersuchungen der landwirtschaftliche Sektor oder Teile davon aus dem Komplex der Gesamtwirtschaft herausgelöst wurden (Partialbetrachtung) und andererseits, wieweit der Vielfalt der ökonomischen, räumlichen und temporalen Gegebenheiten, unter denen Entscheidungen gefällt werden, Rechnung getragen wurde.

Der landwirtschaftliche Sektor wird nur in einem Teil der Studien als Gesamtsektor aufgefaßt. In der Nigeria- und der Koreastudie wird dieser zusätzlich nach Regionen und Produkten untergliedert, um Aggregationsfehler möglichst zu vermeiden.

Bei den Arbeiten IX - XIII, handelt es sich um makroökonomische Studien, in denen regionale Besonderheiten nicht berücksichtigt werden. Die wichtigsten Komponenten des Gesamtsektors sind teilweise, wenn auch auf einem relativ hohen Aggregationsniveau,

auf der Produktseite getrennt. So differenzieren Ray und Heady nach nur 5 Produktgruppen, während Tyner und Tweeten mit dem Gesamttaggregat Landwirtschaftliche Produktion arbeiten.

Die übrigen Studien beziehen sich entweder nur auf Produkte oder Produktgruppen auf nationaler Ebene (Produkte der Farmer des mittleren Westens der USA (IV), Eier (V), Futtergetreide (IV), Rinder und Schweine (VII)), andere auf der Ebene einzelner Bundesstaaten der USA (Orangensaft in Florida (II), Vieh-Fleischindustrie in Iowa (VIII)).

Auch dem Aspekt der zeitlichen Abfolge der Entscheidungen wird in den einzelnen Studien in stark unterschiedlichem Maße Rechnung getragen. Allen Modellen gemeinsam ist der Versuch, die Dynamik von Faktorallokation, Produktion, Vermarktung sowie der Preis- und Einkommensbildung durch rekursive Formulierungen zu erfassen.

Besondere Beachtung findet das Zeitproblem in der Koreastudie, wo der Arbeitsbedarf und der Angebotsverlauf einzelner Produkte durch sogenannte "Verzögerungsfunktionen" für 10 Tag-Perioden ermittelt werden. In der Arbeit von Duewer und Maki (VIII) über die Iowa Vieh-Fleischindustrie wird versucht, die wöchentlichen Marktabläufe zu simulieren. In den übrigen Studien sind hingegen die Entscheidungen und Ereignisse von Quartalen (VII) oder zumeist von Jahren aggregiert und in zeitlicher Hinsicht Ausgangspunkt der Betrachtungen.

Der landwirtschaftliche Sektor wird in den meisten Arbeiten isoliert betrachtet. Die zwischen ihm und anderen Sektoren

bestehenden Beziehungen werden vernachlässigt.

Lediglich in den beiden Studien für Nigeria (I) und Korea (III) wird der Versuch unternommen, die Gesamtwirtschaft explizit im Modell zu erfassen, wobei allerdings auch hier eine im Vergleich zum landwirtschaftlichen Sektor relativ abstrakte Abbildung der nichtlandwirtschaftlichen Bereiche erfolgt. Im Nigeria-Modell wird der nichtlandwirtschaftliche Bereich durch ein Input-Output-Teilmodell mit 10 Produktionssektoren erfaßt, in denen die verschiedenen Komponenten der Endnachfrage enthalten sind. Das Teilmodell dient darüber hinaus der Einkommensverteilung auf die verschiedenen Sektoren. Die Einkommensermittlung ist auch die primäre Funktion eines aggregierten 2 Sektoren-Input-Output-Teilmodells, das im gesamtwirtschaftlichen Teil des Korea-Modells Verwendung findet.

#### Ermittlung von Produktion, Nachfrage und Marktgleichgewicht

Einer der wichtigsten prinzipiellen Vorteile der Verwendung von Simulationsmodellen liegt in einer möglichst disaggregierten Betrachtung der eigentlichen Entscheidungsträger im Bereich von Produktion, Vermarktung und Verbrauch.

Das bereits beschriebene Aggregationsniveau zeigt, daß die meisten Modelle von dieser prinzipiellen Möglichkeit kaum Gebrauch machen. Die Beschränkungen, die hinsichtlich der Modellgröße und der Datenbeschaffung bestehen, bedingen die Verwendung von meist statistisch geschätzten Produktions- und (oder)

Angebots- und Nachfragefunktionen auf hohem Aggregationsniveau. Lediglich Shechter (IV) und Duewer und Maki (VII) versuchen, das Verhalten auf Mikroebene zu erfassen.

Shechter verwendet dazu eine Stichprobe von Einzelbetrieben und versucht, deren Verhalten durch bestimmte Entscheidungsregeln möglichst realitätstreu zu erfassen. Die Parameter dieser Entscheidungsregeln beruhen teils auf Annahmen, teils auf ökonomische Untersuchungen. Ähnlich gehen Duewer und Maki in der Studie über die Iowa-Fleischstudie vor, in der alle Stufen des Prozesses vom Erzeuger zum Verbraucher durch individuelle Entscheidungseinheiten repräsentiert sind. Von besonderem Interesse ist dabei die Verwendung von Präferenzindizes, die mittels Präferenzfunktionen für sämtliche potentielle Partner einer Entscheidungseinheit errechnet wurden und die Auswahl des Handlungspartners determinieren.

Mit normativen Größen, wie dem Grenzprodukt der Arbeit und dem Nettoeinkommen als Entscheidungskriterium für die Verteilung der Ressourcen auf die verschiedenen Produktionsalternativen, wird im Nigeria-Modell (I) gearbeitet. Auch in der Koreastudie sind die Produktionsentscheidungen nur sehr grob formuliert: der veröffentlichten Version liegt eine exogene Vorausschätzung der Anbauflächen, Tierzahlen, Erträge und Leistungen zugrunde. Dies veranlaßte de Haen und Lee, das Modell durch ein auf der Rekursiven Programmierung basierendes Allokations- und Investitionsmodell zu ergänzen. Empirische Ergebnisse dieser modifizierten Modellversion wurden bislang nicht publiziert.

Rekursive Programmierung wird als Entscheidungsmechanismus zur Bestimmung der Produktion und der Investitionen auch in einem von Müller<sup>1)</sup> konzipierten und mit hypothetischen Daten verifizierten, methodisch interessanten Simulationsmodell des Schweinezyklus verwendet. Müller geht dabei vom Konzept des "rolling planning" aus. Die Produktions- und Investitionsentscheidungen werden in diskreten Zeitintervallen unter beschränkten Informationen für einen begrenzten, aber mehrere Perioden umfassenden Planungshorizont getroffen. Nach Ablauf der jeweiligen Planungsperiode sind neue Informationen über exogene Variable als auch Rückkoppelungswirkungen endogener Variablen verfügbar. Dies führt zu einer Revision bisheriger Pläne und zu einer Planung der weiteren Aktionen basierend auf einem weiter in die Zukunft verlängerten Planungshorizont.

Mit Ausnahme der Studie von Duewer und Maki erfolgt die Bestimmung der Marktgleichgewichte in allen in dieser Analyse berücksichtigten Arbeiten auf der Basis makroökonomischer Nachfrage- bzw. Preisbestimmungsgleichungen, die entweder als Einzelgleichungen oder als Teil interdependenter Gleichungssysteme statistisch quantifiziert wurden.

#### Überprüfung der Realitätsnähe der Modelle

Im Gegensatz zu den in der Literatur genannten vielfältigen Möglichkeiten zeichnen sich die empirischen Simulationsstudien

---

1) Vgl. Müller, G.P.: Forecasting and Rolling Plans for Competitive Supply with Production Lags. Social Systems Research Institute, University of Wisconsin, Workshop Paper QME 7052, December 1970.

durch relativ einfache Methoden der Überprüfung der Realitätsnähe der Modelle (Validierung) aus. Der notwendige Umfang solcher Überprüfungen steigt dabei naturgemäß mit der Komplexität des erfaßten ökonomischen Systems.

Den Rahmen für die in den empirischen Arbeiten verwendeten Methoden stecken Manetsch et.al.(I) ab. Als Beurteilungskriterium nennen sie:

- a) Überprüfung auf logische Konsistenz. Hier handelt es sich vor allem um Fragen, die bereits in der Phase der Modellkonstruktion laufend zu stellen sind, und die im wesentlichen aus der genauen Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten des Untersuchungsobjekts heraus zu beantworten sind. Wenn auch nur teils explizit erwähnt, wurde dieses Kriterium wohl in sämtlichen Studien verwendet.
- b) Überprüfung der empirischen Konsistenz der Ergebnisse hinsichtlich Erfahrungen, vorhandener Datenreihen und verfügbarer technologischer, geographischer und institutioneller Informationen. Eine häufig verwendete Beurteilungsmethode ist hier insbesondere der graphische Vergleich der ex post Simulationsergebnisse mit statistischen Datenreihen desselben Zeitraumes (I-IV, VII, X und XI). Dieser graphische Vergleich wird teilweise ergänzt oder ersetzt durch die Errechnung der Summe der Fehlerquadrate (I und III), durch regressionsanalytische Untersuchung der Beziehung zwischen historischen Daten und simulierten Ergebnissen (IX), sowie durch die Ermittlung der Werte von Theils U-Statistik (VII, X).

Einen ausgedehnten Versuch der Anpassung der Modellergebnisse an die Realität, ausgehend vom Kriterium der empirischen Konsistenz, unternimmt vor allem Crom (VII). Sobald bei einem Simulationslauf seines Modells bei einzelnen Variablen maßgebliche, erklärbare Fehler auftreten, wird versucht, diese durch den Einbau sogenannter "operating rules" zu beheben. Diese Regeln werden aus Analysen der tatsächlichen, für das Untersuchungsgebiet maßgeblichen logischen Beziehungen sowie ökonomischen und verhaltensmäßigen Tatbestände abgeleitet. Crom gelingt es dadurch zwar, den historischen Entwicklungspfad der untersuchten Variablen relativ genau nachzuvollziehen. Es stellt sich allerdings die Frage, wieweit ein derart konstruiertes Modell für Prognosen geeignet ist.<sup>1)</sup>

#### Durchführung von Simulationsexperimenten

Bei den meisten der diskutierten Arbeiten wurden lediglich deterministische Simulationsexperimente durchgeführt. Dabei werden einzelne oder eine Kombination auf das untersuchte

---

1) Wegen der verwendeten unkontrollierbaren und willkürlichen Mischung formaler statistischer Schätzverfahren und subjektiver Anpassung wird diese Prozedur auch von Johnson und Rausser kritisiert. Vgl. dazu Johnson, S.R. und G.C. Rausser: A Survey of Applications in Agricultural Economics. University of Missouri and Iowa State University, December 1974 (vervielfältigtes Manuskript), S. 89 ff.

System einwirkender - meist politischer Einflußgrößen - variiert und die Konsequenzen bezüglich einiger Schlüsselvariablen untersucht (III, V - XIII).

Diese deterministischen Simulationsexperimente werden zum Teil ergänzt durch Sensitivitätsanalysen (I, III, V), bei denen meist kritische Parameter der Modelle unter ceteris paribus Bedingungen variiert werden, um zum einen deren Einfluß auf das Gesamtsystem zu studieren und um andererseits bei mangelhaften Datengrundlagen mehr oder minder auf Annahmen beruhende Parameter auf ihre Konsistenz hin zu testen.

Stochastische Monte-Carlo Simulationen werden berichtet von der Nigeria Studie (I) und von dem Modell von Barnum (VI) über den indischen Getreidemarkt. In beiden Fällen werden für mehrere politische Einflußgrößen wichtige Parameter der Modelle zufällig variiert.

Stochastische Simulationsexperimente führen auch Raulerson und Langham (II) durch, wobei sie in ihrem Modell zur Untersuchung von Maßnahmen der Angebotskontrolle den Einfluß von zufällig selektierten Witterungsdaten auf die Optimalität bestimmter politischer Maßnahmen überprüfen.

Umfangreiche stochastische Simulationsexperimente stehen schließlich in der Arbeit von Shechter (IV) im Mittelpunkt. Shechter selektiert mehrere Ergebnisvariable zur Beurteilung

der Wirkung politischer Maßnahmen und berechnet dann Ergebnisoberflächen für zufällig ausgewählte Kombinationen politischer Maßnahmen. Diese mit quadratischen Polynomen berechneten Ergebnisoberflächen bilden den Ausgangspunkt für die Ermittlung eines optimalen Maßnahmebündels. Diese Methode scheint besonders dann wertvolle Informationen zu liefern, wenn nicht einzelne Maßnahmen untersucht werden sollen, sondern wenn die Wirkung einer Kombination mehrerer Maßnahmen - die in der Realität wohl häufigere Situation - beurteilt werden soll.

### 3. Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Prozeßanalyse- und Simulationsmodellen in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse

Einige allgemeine Aspekte für den Vergleich von Prozeßanalysemodellen und Simulationsmodellen sind auf Seite 25 dargestellt. Sie haben mit einigen Vorbehalten auch für die landwirtschaftliche Sektoranalyse Gültigkeit. Die Eignung eines Modelltyps für die Analyse und Prognose sektoraler Entwicklungsprozesse hängt im wesentlichen ab:

- a) von der Komplexität der Problemstruktur einerseits und der Anpassungsfähigkeit des Modelltyps andererseits,
- b) von der Modellgröße und der dadurch bedingten Rechenbarkeit,
- c) von den Anforderungen an Menge und Beschaffenheit der benötigten Information,
- d) von dem Programmierungsaufwand für die Verwendung elektronischer Rechenanlagen.

Zwischen der Anpassungsfähigkeit eines Modells an komplexe Problemstrukturen und dem Rechenaufwand für die Lösung eines Problems vorgegebener Größe bestehen im allgemeinen enge Beziehungen. Die Art dieser Beziehungen hängt unter sonst gleichen Umständen vom Modelltyp ab. Die hier bestehenden Unterschiede zwischen Prozeßanalyse- und Simulationsmodellen beeinflussen ihre Verwendbarkeit in der Sektoranalyse in hohem Maße.

Die in Abschnitt 2.2 beschriebenen Modellansätze zeigen, daß sich regionale Unterschiede, Zeitablauf, bekannte oder vermutete Verhaltensweisen und Nichtlinearität der Beziehungen zwischen Variablen in Prozeßanalysen grundsätzlich wenigstens näherungsweise berücksichtigen lassen.

Die Berücksichtigung erfolgt entweder durch Disaggregation oder durch Verwendung spezieller Modelle (Ganzzahligkeitsmodelle, nichtlineare Modelle) oder durch Einführung zusätzlicher Aktivitäten und Restriktionen. In allen Fällen steigt der Rechenaufwand überproportional und häufig so stark an, daß das Modell seine Operationalität verliert. Wenn die Operationalität durch die verfügbare Rechenkapazität begrenzt wird, nehmen gleichzeitig die Möglichkeiten der Simulation exogener Variablen mit der Annäherung an die Kapazitätsgrenzen ab, da die Rechenzeit in der Regel mit zunehmender Ausschöpfung der vorhandenen Rechenkapazitäten von einer bestimmten Grenze an überproportional stark ansteigen.

Die im Prinzip vorhandenen Möglichkeiten der Anpassung an die in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse auftretenden Problem-

strukturen und die im Prinzip gleichfalls vorhandenen Möglichkeiten der Simulation exogener Daten lassen sich daher in der Praxis der empirischen Forschung bei Verwendung von Prozeßanalysemodellen nur begrenzt nutzen. Die verfügbaren Rechenanlagen auf der einen Seite und die Größe und Komplexität der Agrarsektoren der meisten EG-Länder lassen im allgemeinen lediglich zu, daß von den vorhandenen Möglichkeiten:

- nach dem Raum zu differenzieren,
- dynamische Beziehungen zu berücksichtigen,
- nach Betriebsgröße zu differenzieren,
- unterschiedliche Verhaltensweisen zu berücksichtigen,
- nichtlinearen Beziehungen Rechnung zu tragen,

jeweils nur eine oder zwei hinreichend berücksichtigt werden können.

Simulationsmodelle sind anpassungsfähiger, d.h., die Modellstruktur kann der speziellen Struktur auch komplexer Probleme in der Regel weitgehend angepaßt werden, ohne daß der Rechenaufwand in gleicher Weise steigt wie in Prozeßanalysemodellen.

Der blockweise Aufbau dieser Modelle ermöglicht es darüber hinaus, von für sich verwendbaren, häufig analytischen Teilmodellen auszugehen und auf diese Weise die Erstellung des Gesamtmodells in weitgehend selbständig arbeitenden Gruppen vorzubereiten.

Die Verwendung von Simulationsmodellen ermöglicht es daher im Prinzip, Probleme und Fragestellungen zu untersuchen, die mit

den zur Zeit verfügbaren mathematisch-analytischen Modellen praktisch nicht oder nur sehr schwer zu lösen sind. Dies gilt insbesondere für die Berücksichtigung von dynamischen und stochastischen Beziehungen, von Steuerungs- und Rückkoppelungsmechanismen, von Nichtlinearitäten, von sich gegenseitig ausschließenden Variablen, von verschiedenen komplizierten Funktionstypen im selben Modell und schließlich von realitätsnahen Verhaltensweisen. Charakteristisch für sämtliche diskutierten Ansätze von Simulationsmodellen ist in diesem Zusammenhang vor allem die rekursiv dynamische Verknüpfung der verschiedenen Teilelemente, um die zeitliche Interdependenz zwischen Produktion und Markt zu erfassen. Sowohl hinsichtlich des Erklärungs- als auch der Prognoseeigenschaften scheinen daher diese Ansätze von der Konzeption her simultanen Gleichgewichtsmodellen überlegen.

Infolge ihrer rekursiven Struktur und der dadurch bedingten relativ hohen rechentechnischen Effizienz lassen sich Simulationsmodelle mit geringem zusätzlichem Rechenaufwand simulieren, wenn sie einmal erstellt sind. Die relativ große Simulationsfähigkeit der Modelle ist für eine schrittweise Anpassung an die Realität und für die Überprüfung der Realitätsnähe von großem Vorteil. In Verbindung mit den oben beschriebenen Verfahren der Validation reicht die Simulationsfähigkeit im allgemeinen aus, um die Eignung der Modelle zu prüfen, eine bereits vergangene Wirklichkeit abzubilden.

Die Simulationsfähigkeit verbessert auch die Prognosefähigkeit.

Die grundsätzliche Problematik jeder Prognose, die vor allem auftritt, wenn die Wirkung neuer, bislang nicht erprobter politischer Maßnahmen geprüft werden soll, oder wenn die Prognose die Kenntnis bisher nicht bekannter Verhaltensweisen auf veränderte Strukturen exogener Variablen erfordert, vermögen auch Simulationsmodelle nicht zu lösen. Eine exakte Wiedergabe des Entwicklungspfadens der Vergangenheit, wie es etwa Crom (VII) versucht, ist jedenfalls nicht unbedingt eine Gewähr für gute Prognoseeigenschaften in solchen Fällen.

Den im Prinzip vorhandenen Verwendungsvorteilen stehen empfindliche Nachteile gegenüber, die allerdings nicht speziell den Simulationsmodellen, sondern jedem größeren und komplexeren Modell anhaften, dessen Struktur einer komplizierten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Realität bis ins Detail angepaßt werden soll. Die Nachteile betreffen den Arbeitsaufwand für Programmierung, Datenbeschaffung und Datenaufbereitung.

Simulationsmodelle zeichnen sich durch einen spezifisch hohen Programmierungsaufwand aus. Je weitgehender die Modellstruktur an die reale Struktur der untersuchten Probleme angepaßt wird, um so speziellere Strukturen müssen in der Regel berücksichtigt werden. Je spezieller die Modellstrukturen sind, um so geringere Möglichkeiten bestehen, Standardprogramme zu verwenden, um so stärker steigt dementsprechend der Programmierungsaufwand.

Die für die Durchführung einer quantitativen Untersuchung benötigte Information und der daraus resultierende Aufwand für die Datenbeschaffung hängt dagegen in der Regel nicht

von dem verwandten Modell, sondern von der Größe und Komplexität des Problems einerseits und der Zielsetzung der Untersuchung und des daraus sich ergebenden Anspruchs an Disaggregation und Genauigkeit der Realitätsabbildung andererseits ab.

Im Prinzip stellen Simulations- und Prozeßanalysemodellen bei gleicher Problemstellung daher ähnliche Ansprüche an die Verfügbarkeit von Daten. Wenn jedoch die oben beschriebenen Vorteile von Simulationsmodellen in bezug auf ihre Anpassungsfähigkeit an komplexe reale Strukturen genutzt werden sollen, steigen die Anforderungen an die verfügbare Information beträchtlich an und dementsprechend steigt der Aufwand für Datenermittlung und Datenaufbereitung.

Als besondere Datenprobleme sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen:

- Um die für die Modellformulierungen notwendige Anzahl verschiedener Parameter aus dem statistischen Datenmaterial schätzen zu können, sind entsprechend lange Zeitreihen eine Voraussetzung. Einigen der diskutierten Studien für den US-Agrarsektor liegen bis zu 40 Jahre umfassende Datenreihen zugrunde. Entsprechend lange Zeitreihen sind für die europäischen Länder nicht verfügbar und wären aufgrund der extremen ökonomischen, strukturellen und institutionellen Wandlungen der letzten Dekaden auch kaum sinnvoll. Eine verstärkte Einbeziehung von a-priori Informationen bei der Parameterschätzung scheint ein möglicher Weg zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Schätzgrößen zu sein.

- Eine wirklichkeitsgetreue modellmäßige Erfassung der Entscheidungsmechanismen auf den verschiedenen Ebenen erfordert die Quantifizierung von Verhaltensfunktionen, d.h. eine Erfassung der tatsächlichen Verhaltensweisen und -reaktionen der Wirtschaftseinheiten und der Bestimmungsgründe bestimmten Handelns. Notwendig sind daher vor allem weitere Untersuchungen zur Formulierung von Verhaltenshypothesen und Verhaltensmustern für Entscheidungen betreffend Investitionen, Sparen, Konsum bzw. Konsumverzicht, Faktormobilität, Adaptierung technischer Fortschritte u.a.

Aus den hohen Ansprüchen an den Programmierungsaufwand und den Aufwand für die Datenbeschaffung ergeben sich ungewöhnlich hohe Kosten. Für die Nigeria-Studie (I) etwa wurde der Einsatz von 10 Mann-Jahren qualifizierter Wissenschaftler angegeben. Den Aufwand für die Konstruktion eines Simulationsmodells für einen Sektor oder eine Region geben Manetsch et.al.<sup>1)</sup> mit etwa 2 Mann-Jahren und Kosten von ca. 100.000 Dollar an, sofern in bestimmtem Umfang verwertbare Sekundärinformationen verfügbar sind und von anderen Stellen Hilfe in Anspruch genommen werden kann.

Die hohen Kosten führen dazu, daß Dillon's "3. Gesetz der Simulation"<sup>2)</sup>, nach dem simuliert wird, bis die verfügbaren Mittel an Geld und die verfügbare Zeit erschöpft sind, fast allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann. In der Praxis wurden

---

1) Vgl. Manetsch et.al.: A Generalized Simulation Approach ...  
a.a.O., S. 348.

2) Vgl. S. 28

die bisher durchgeführten Studien nicht in erster Linie der Realität, sondern den verfügbaren Mitteln an Zeit und Geld angepaßt. Die Anpassung erfolgt im wesentlichen auf folgenden Wegen:

- 1) Durch Wahl eines sehr hohen Aggregationsgrades, bei dem die potentiellen Möglichkeiten, bestehende Strukturen durch disaggregierte Betrachtungsweise realitätsnah zu erfassen, nicht genutzt werden. Eine Erfassung der Reaktionen der landwirtschaftlichen Betriebe, des Handels und der Konsumenten auf Maßnahmen im politischen Bereich war infolge des hohen Aggregationsniveaus nur bedingt möglich. Die Aussage der beschriebenen Modellansätze ist vielmehr auf die Quantifizierung von globalen Trends und Entwicklungen beschränkt. Inwieweit jedoch auch bezüglich dieser Ergebnisse mit einer Verfälschung durch Aggregationsfehler gerechnet werden muß, scheint insbesondere bei den allgemeinen Systemmodellen weitgehend ungeklärt zu sein.

Der hohe Aggregationsgrad der Modelle, vor allem soweit diese auf ökonometrisch geschätzten positiven Verhaltensfunktionen beruhen, schränkt vor allem ihre Eignung für die Simulation solcher Politiken und Maßnahmen erheblich ein, die in der Referenzperiode entweder nicht durchgeführt wurden bzw. die sich mit dem verfügbaren Datenmaterial nicht quantifizieren lassen.

2) Durch Einsparung entweder bei der Prüfung der Realitätsnähe oder bei der Datenbeschaffung und -aufbereitung oder bei der Ausnutzung der Simulationsmöglichkeiten. Häufig durch Einsparungen in allen diesen Bereichen. Bei den meisten der vorliegenden Arbeiten handelt es sich um "Pilot-Studien" mit eindeutig vorläufigem Charakter. Von einigen Ausnahmen abgesehen, ist der Großteil der Studien aus Dissertationen hervorgegangen, die infolge von Zeitknappheit in einem mehr oder minder unausgereiften Zustand abgeschlossen wurden. Dies zeigt sich insbesondere an dem relativ geringen Aufwand, der für die Prüfung auf Realitätsnähe und für Sensibilitätsanalysen verwendet wurde aber auch daran, daß zumeist nur einige wenige deterministische Simulationsläufe mit ex post Daten durchgeführt wurden. Nur durch eine systematische Weiterentwicklung und kontinuierliche Adaptierung der Konzeption, der Struktur und der Daten können aber solche Modelle zur Beantwortung empirischer Fragestellungen brauchbar werden.

Das Problem der Diskrepanz zwischen Aufwand und empirischem Wert wird auch an so umfangreichen und aufwendigen Modellen wie den in der Nigeria- und Korea-Studie verwendeten allgemeinen Systemmodellen deutlich. Auch dort sind einzelne Teilprobleme - wie etwa die Allokation der Ressourcen, das Entscheidungsverhalten der Farmer, die Investitions- und Desinvestitionsprozesse sowie der Prozeß technologischer und institutioneller Änderungen nur äußerst grob formuliert.

Die vorliegenden Erfahrungen mit der Verwendung von Simulationsmodellen oder genauer, mit der Verwendung "großer Modelle" in der Sektoranalyse sind daher, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nicht sehr ermutigend. Die wenig befriedigenden Ergebnisse sind jedoch weniger der Modellkonzeption anzulasten als ihrer Anwendung. Sie beruhen vor allem:

- 1) auf einer Fehleinschätzung der entstehenden Kosten,
- 2) auf einer Fehleinschätzung des Arbeitsaufwandes für Datenbeschaffung, Datenaufbereitung, Programmierung und Auswertung der Modellergebnisse,
- 3) auf einer Fehleinschätzung der überhaupt beschaffbaren Daten. Die überwiegende Mehrzahl der **Agrarstatistiken** in fast allen Ländern der Welt ist so beschaffen, daß sich die vom Modell aus bestehenden Möglichkeiten der Disaggregation nach Regionen, Betriebsgruppen und Verhaltensweisen nicht nutzen lassen, weil die dafür erforderlichen Daten nicht vorhanden sind.

Fehlende Daten lassen sich in begrenzten Einzelfällen zwar durch aufwendige Stichprobenuntersuchungen ersetzen. In Untersuchungen, die auf die Analyse und Prognose von Entwicklungsprozessen abzielen, ist dieser Weg verschlossen, weil etwa Zeitreihen von Stichproben von Entscheidungsträgern kaum verfügbar sind.

Gewisse Verbesserungen der Nutzen-Kosten-Relation scheinen erzielbar, wenn die Modellstruktur nicht nur an die Problemstruktur, sondern auch an die verfügbare Zeit und das verfügbare Geld und an die vorhandenen und beschaffbaren Daten zu Beginn

der Untersuchung angepaßt werden. In vielen Fällen muß dann allerdings vermutlich auf die potentiellen Vorteile der Simulationsmodelle von vornherein verzichtet werden.

#### 4. Schlußfolgerungen für Vorausschätzungen von Angebot und Nachfrage auf den EG-Agrarmärkten

Untersuchungen über die Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf den EG-Agrarmärkten und ihrer Beeinflussung durch agrarpolitische Maßnahmen unterliegen den Grenzen, die sich aus den Mängeln und Lücken der nationalen Statistiken - vor allem auf Regionalebene - ergeben. Sie müssen darüber hinaus die Marktinterdependenzen zwischen den einzelnen Staaten besonders berücksichtigen.

Neben den üblichen Schwierigkeiten der Datenbeschaffung und -verarbeitung auf nationaler Ebene stehen solchen Studien vor allem die begrenzte Vergleichbarkeit vieler Datenreihen der einzelnen Länder sowie das Problem der divergierenden ökonomischen und währungsmäßigen Entwicklungen im Wege (Index- und Wechselkursprobleme). Erfolgversprechende Simulationsstudien, deren Ergebnisse über das wesentliche hinausgehen, was mit den bisher angewandten Verfahren der Prognose erreicht wurde, lassen sich gegenwärtig noch am ehesten auf relativ homogenen, überschaubaren und einigermaßen abgrenzbaren Märkten durchführen. Diese Anforderungen scheinen mit Einschränkungen auf den Getreidemärkten erfüllt zu sein. Im folgenden wird daher versucht, ein entsprechendes Modell für den EG-Getreidemarkt zu erstellen und soweit mit empirischem Gehalt zu füllen, daß es als Hilfsmittel für die Entscheidungsvorbereitung in der Getreidemarktpolitik der EG brauchbar erscheint.

## II. Konzeption eines Prognose- und Simulationsmodells des EG-Getreidemarktes

### 1. Voraussetzungen für die Erfassung des Einflusses von agrarpolitischen Maßnahmen und von Strukturentwicklungen in einem Prognosemodell

Die Entwicklung des Getreideangebots und der Getreidenachfrage auf dem europäischen Markt wird neben den traditionellen Einflußgrößen (Preise, Preisrelationen, technischer Fortschritt, etc.) sowohl durch verschiedene politische Maßnahmenbündel (Marktpolitik, Strukturpolitik) als auch durch den Strukturwandel entscheidend beeinflußt. Ein brauchbares Modellkonzept zur Vorausschätzung von Getreideangebot und -nachfrage muß daher diesen Gegebenheiten Rechnung tragen.

Folgende Voraussetzungen sollten in einem entsprechenden Modellansatz gegeben sein:

- a) Die verschiedenen Bestimmungsgründe von Angebot und Nachfrage müssen so differenziert wie möglich erfaßt werden. Die Notwendigkeit entsprechend differenzierter Erfassung ergibt sich aus verschiedenen Gründen. Die wichtigsten davon sind folgende:
  - Politische Maßnahmen verfolgen meist ganz spezifische Ziele. Eine globale Erfassung verschiedener Maßnahmen in aggregierten Variablen vermindert die Möglichkeit differenzierter Analysen und Aussagen.
  - Strukturelle Entwicklungen verschiedener Art haben häufig gegensätzliche Wirkungen. Die Erhöhung der durchschnittlichen Betriebsgrößen begünstigt z.B. einerseits die Ausdehnung des Getreideanbaues durch die Möglichkeit der

besseren Ausnutzung mechanisch-technischer Fortschritte. Durch die stark gestiegenen Einkommensansprüche ergibt sich andererseits bei nur geringfügig geändertem Arbeits-einsatz für die nach wie vor relativ kleinen Betriebe der Zwang zu intensiver Produktion. Bei fehlenden Alternativen wird dann häufig die Milchviehhaltung und der Feldfutterbau ausgedehnt.

Fehlinterpretationen aufgrund solcher Überlagerungen verschiedener Wirkungen lassen sich nur durch eine weitestgehend differenzierte Erfassung der Bestimmungsgründe verhindern.

- Eine sinnvolle Quantifizierung vieler Einflußgrößen ist nur bei detaillierter Erfassung möglich.

- b) Die relevanten agrarpolitischen Maßnahmen und Strukturvariablen müssen als Kontrollgrößen im Modell erfaßt sein, und deren Einfluß auf die Angebots- und Nachfrageentwicklung muß quantifiziert werden können. Die Möglichkeit von Aussagen über die Konsequenzen einer Änderung von Maßnahmen und Strukturen sind naturgemäß nur insoweit möglich, als die entsprechenden Variablen im Modell erfaßt sind.
- c) Soweit die Entwicklung von Angebot und Nachfrage regionale Besonderheiten aufweist, bzw. für den Fall, daß regional unterschiedliche Auswirkungen bestimmter Maßnahmen erwartet werden müssen, ist eine differenzierte regionale Erfassung notwendig. Wie die Analyse der Entwicklung der Getreideproduktion in den verschiedenen europäischen Ländern in Abschnitt III zeigt, liegen solche regionalen Besonderheiten in

ausgeprägter Form vor. Es ist daher erforderlich, einen sinnvollen Kompromiß zwischen regionaler Aggregation einerseits und der Modellgröße andererseits zu finden, wobei in jedem Fall die Datenverfügbarkeit die Begrenzung für die Regionalisierung darstellt.

d) Der Getreidemarkt ist durch eine Vielzahl von Interdependenzen charakterisiert, die eine isolierte Analyse von Teilaspekten problematisch erscheinen lassen. Als wichtigste sind zu nennen

- der Zusammenhang zwischen Angebot, Nachfrage und Preisbildung,
- die Wechselbeziehungen zwischen den regionalen Teilmärkten der EG, aber auch zwischen EG und Weltmarkt,
- die zeitlichen Interdependenzen in Form von Erwartungen der Marktpartner hinsichtlich zukünftiger Mengen und Preise und durch den Einfluß, den Angebots- und Nachfragemengen sowie Preise vergangener Perioden auf die jeweilige Marktsituation haben.

Diesen verschiedenen Interdependenzen ist im Modell Rechnung zu tragen, d.h. es ist ein Modellkonzept erforderlich, das sowohl eine sachliche, regional und zeitlich möglichst detaillierte Erfassung zuläßt als auch eine Integration der verschiedenen Teilelemente und eine Berücksichtigung der genannten Wechselbeziehungen erlaubt.

## 2. Die Grundstruktur des rekursiven Prognose- und Simulationsmodells des EG-Getreidemarktes

Im folgenden wird ein Modellkonzept dargestellt, das den in vorigem Abschnitt diskutierten Voraussetzungen Rechnung trägt. Diese Konzeption entspricht in groben Zügen der Struktur ökonomischer Simulationsmodelle, die in Abschnitt I/2.3 beschrieben wurden.

### 2.1 Modellaufbau

Der Modellaufbau basiert im wesentlichen auf einer rekursiven Verknüpfung von Teilmodellen der agrarischen Produktion bzw. des Angebots, der Preisbildung und der Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produktionen. Das Grundschema der Interdependenzen zwischen den Teilmodellen des Getreideangebots (A), der Preisbildung (P) und der Getreidenachfrage (N) wird in Abbildung 1 dargestellt. Daraus geht hervor, daß zum einen eine Kausalbeziehung vom Angebot eines Jahres auf die Preise und von diesen

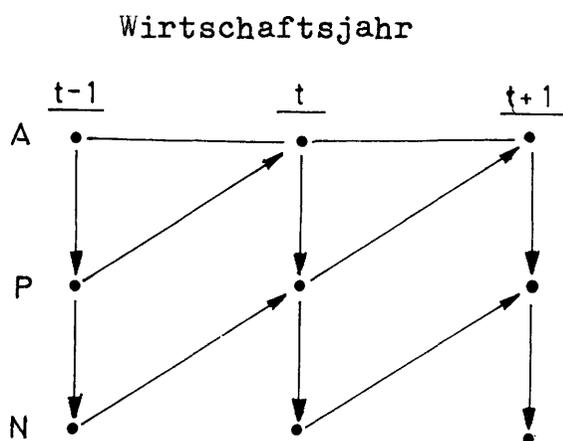


Abbildung 1: Grundschema der rekursiven Verknüpfungen auf dem Getreidemarkt

auf die Nachfrage unterstellt wird. Die Preise sind also nicht - wie in der statischen Analyse unterstellt - das Ergebnis des simultanen Zusammenwirkens von Angebot und Nachfrage auf dem Markt in einem Zeitraum, der eine Produktions- und Vermarktungsperiode umfaßt. Vielmehr werden die Marktvorgänge eines Jahres in zeitlich aufeinanderfolgende Teilprozesse zerlegt. Zum anderen liegt diesem Konzept die Hypothese einer Abhängigkeit des Angebots im Jahre  $t$  sowohl von Angebot als auch von den Preisen im Jahre  $t-1$  zugrunde. Eine weitere rekursive Beziehung besteht schließlich zwischen den Preisen in  $t$  und der Nachfrage bzw. den Marktüberschüssen bzw. -defiziten im Jahre  $t-1$ .

Eine differenzierte Darstellung dieser als Hypothese angenommenen Grundbeziehungen sowohl zwischen den endogenen Variablen als auch zwischen exogenen und endogenen Variablen erfolgte in Übersicht 10. Die im rechten Teil der Darstellung angeführten Variablen sind endogener Natur, d.h. ihr Wert in den einzelnen Perioden des Prognosezeitraumes wird durch Bestimmungsgleichungen der Teilmodelle ermittelt. Während die Produzentenpreise in Bestimmungsgleichungen direkt geschätzt werden, erfolgt die Erfassung der Produktionsmengen und der Getreidenachfrage bzw. -verwendung in mehrstufigen Teilmodellen. Diese Teilmodelle bauen sich überwiegend aus ökonometrisch geschätzten Funktionen auf, wobei durch den rekursiven Charakter des Modells die ökonometrischen Schätzungen mittels der Methode der kleinsten Quadrate erfolgen können. Für das Teilmodell der Futtergetreidenachfragen werden alternativ sowohl ökonometrische Bestimmungsfunktionen als auch ein normatives Entscheidungsmodell auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht.



Die exogenen Bestimmungsfaktoren der verschiedenen Schätzfunktionen sind 3 Gruppen zuzuordnen:

- a) Verzögerte endogene Variable und endogene Variable anderer Komponenten des Modells und/oder anderer Regionen, z.B. Produzentenpreise und Nachfragemengen. Der jeweilige Wert dieser Variablen ist Ergebnis der entsprechenden Schätzfunktionen des Modells für das Jahr  $t-1$  bzw. wird dieser in anderen Modellkomponenten oder Regionen für das Jahr  $t$  ermittelt. Die entsprechenden Werte werden daher im Simulationsmodell selbst errechnet und für die Quantifizierung anderer Funktionen im Modell transferiert.
- b) Exogene Kontrollgrößen: Dazu zählen vor allem die Variablen, welche agrarpolitische Maßnahmen im Modell repräsentieren, z.B. die Höhe der Marktordnungspreise. Das Niveau dieser Variablen ist vorzugeben bzw. zu simulieren.
- c) Andere exogene Variable der Schätzfunktionen: Das Niveau dieser Variablen ist außerhalb des Simulationsmodells vorzuschätzen. Es ist davon auszugehen, daß für eine ganze Reihe dieser exogenen Variablen eigene Prognosefunktionen zu quantifizieren sind, um eine sinnvolle Vorausschätzung zu ermöglichen.

Längerfristiges Ziel der Erstellung eines Prognose- und Simulationsinstrumentariums müßte es sein, das vorliegende Partialmodell des Getreidesektors mit Modellen für die anderen Teilbereiche der landwirtschaftlichen Produktion, Vermarktung und Einkommensbildung zu verknüpfen. Ein Großteil der Werte der

in dem Teilmodell des Getreidesektors exogenen Variablen, die Verbindungen zu anderen Bereichen des Agrarsektors herstellen, würde dann von diesen Komponenten eines Gesamtmodells errechnet.<sup>1)</sup>

## 2.2 Räumliche Untergliederung und die Differenzierung des Getreidemarktes nach Getreidearten

Verschiedene Voruntersuchungen zeigten, daß die Entwicklung auf den Getreidemärkten sowohl zwischen den verschiedenen EG-Ländern als auch innerhalb der Länder in der Vergangenheit nicht einheitlich verlief. Vor allem in den größeren Staaten ist daher eine gewisse Untergliederung zur Abgrenzung von Regionen mit wenigstens näherungsweise homogenem Verlauf, der durch ein zumindest einigermaßen homogenes Bündel von Faktoren beeinflusst worden ist, unerläßlich. Dasselbe gilt für die einzelnen Getreidearten, die sowohl in der Vergangenheit als aller Wahrscheinlichkeit nach auch in den kommenden Jahren einen stark unterschiedlichen Entwicklungsverlauf nahmen bzw. nehmen werden. Die Einflußfaktoren, die etwa für den Rückgang des Roggenanbaues einerseits und für die Ausdehnung des Maisanbaues andererseits

1) Mit ähnlichen Modellen liegen positive Erfahrungen - vor allem aus den USA - vor. An einem derartigen Modell für den Agrarsektor der USA wird im Auftrag des U.S. Department of Agriculture an der Iowa State University seit mehreren Jahren gearbeitet. Vgl. dazu Ray, D.E. und E.O. Heady: Government Farm Programs and Commodity Interaction: A Simulation Analysis. American Journal of Agricultural Economics, Vol 54 (1972), No.4, S.578-590. Reynolds, Th.M., E.O. Heady and D.O. Mitchell: Alternative Futures for American Agricultural Structure, Policies, Income, Employment and Exports: A Recursive Simulation. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, CARD Report 56, Ames, Juni 1975.

verantwortlich sind, können kaum sinnvoll in aggregierter Form erfaßt werden.

Die Möglichkeiten der Differenzierung nach Regionen und Getreidearten werden jedoch sowohl vom Aufwand der Modellerstellung und -operationalität als auch -und dies in besonderem Maße durch die Datenverfügbarkeit begrenzt. Der für die einzelnen Länder gewählte Aggregationsgrad ist als Funktion dieser Gegebenheiten anzusehen.

Die in Übersicht 11 und Abbildung 2 dargestellte regionale Untergliederung bzw. der Aggregationsgrad bei der Erfassung der einzelnen Getreidearten stellt daher notwendigerweise einen Kompromiß dar.

Der Raum der EG-9 ist in 15 Regionen unterteilt. Die BR-Deutschland, Frankreich, Italien und das Vereinigte Königreich werden jeweils in 3 bzw. 2 Regionen differenziert, während die Niederlande, Irland und Dänemark jeweils eine Region bilden. Belgien und Luxemburg werden zu einer Region zusammen gefaßt. Die stärkste Differenzierung in sechs getrennt analysierte Getreidearten wird in der BR-Deutschland vorgenommen. Für die beiden Regionen des Vereinigten Königreiches und Irlands wird eine getrennte Erfassung von 3 Getreidearten als ausreichend erachtet.

Auf Grund dieser Differenzierung in etwa 5 Getreidearten und 8 endogene Variable je Region resultiert ein Gesamtmodell mit ungefähr 600 Schätzfunktionen. Ergänzt durch eine Reihe von Definitionsgleichungen werden diese über ein Computerprogramm zum Gesamtmodell verbunden.

Übersicht 11 : Differenzierung bei der Erfassung des Getreide-sektors in den verschiedenen Regionen

Nr.	Symbol	Region		Getrennte Erfassung folgender Getreidearten
			Name	
01	D1	Bayern		Weizen und Spelz
02	D2	Deutschland Südwest		Roggen
03	D3	Deutschland Nordwest		Wintergerste Sommergerste Sommermenggetreide Körnermais
04	F1	Frankreich Nordwest		Weizen und Spelz
05	F2	Frankreich Südwest		Roggen und Wintermeng- getreide
06	F3	Frankreich Ost		Gerste
07	I1	Italien Nord		Hafer- und Sommermeng- getreide Körnermais
08	I2	Italien Mitte		Weichweizen und Roggen
09	I3	Italien Süd		Hartweizen Gerste Hafer Körnermais
10	NE	Niederlande		Weizen und Spelz
11	BL	Belgien und Luxemburg		Roggen und Wintermeng- getreide
15	DE	Dänemark		Gerste Hafer und Sommermeng- getreide
12	U1	England und Wales		Weizen und Roggen
13	U2	Schottland und Nordirland		Gerste
14	IR	Irland		Hafer und Menggetreide

Abb.2: Regionale Untergliederung im EG-Getreidemarktmodell



### 3. Darstellung und Analyse ökonomischer Studien des EG-Getreidemarktes

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten uns verfügbaren empirischen Angebots- und Nachfrageuntersuchungen für den EG-Getreidemarkt kurz dargestellt und einer Analyse unterzogen. Im Vordergrund stehen dabei die methodischen Ansätze dieser Arbeiten sowie ihre Brauchbarkeit als Datenbasis für die Erstellung des Prognosemodells. Besondere Beachtung wird den Vorausschätzungen für die "Projektion 1985" geschenkt. Diese wurden im Auftrag der EG-Kommission von einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Boddez am "Centrum voor Landbouw-Economisch Onderzoek" (CLEO) der Katholieke Universiteit de Leuven durchgeführt.

#### 3.1 Methoden und Ergebnisse der Vorausschätzungen für die "Projektion 1985"

Die Vorausschätzungen für die "Projektion 1985" wurden mehrere Male sowohl in der Methode als auch bezüglich der Datenbasis verändert. Die Grundlage dieser Analyse stellen folgende uns im Mai 1977 von der EG-Kommission, Abteilung Bilanzen, Studien und Informationen zur Verfügung gestellten Versionen der Ergebnisse dar:

Kommission der Europäischen Gemeinschaften,  
GD Landwirtschaft : Landwirtschaftliche Vorausschätzungen "1985"  
Band 1 : Text  
Annex III A1 : Consumption and Demand Equations  
Annex III A2 : Production and Supply Equations  
Brussels III/1977

### 3.1.1 Angebotsanalyse und -prognose

Die vom CLEO durchgeführten Angebotsanalysen und -prognosen haben als regionale Bezugsbasis die EG-9. Eine getrennte Analyse für die einzelnen Mitgliedsstaaten bzw. für Regionen erfolgte nicht, sondern lediglich eine Aufschlüsselung der EG-9 Ergebnisse auf die Länder. Die Analysen basieren für die Ertragsvorausschätzungen auf aggregierten Daten der Jahre 1955/56 - 1973/74, für die Vorausschätzungen der Getreidefläche auf der Basis der Daten für 1960/61 - 1973/74. Prognosen werden für die Jahre 1974/75 - 1985/76 durchgeführt.

Der Angebotsanalyse und -prognose liegt ein Modellkonzept zugrunde, das aus 3 Teilmodellen besteht:

- Analyse und Prognose der Getreideerträge: Es wurden lineare Trendfunktionen für Getreide insgesamt, Weichweizen, Hartweizen, Gerste, Hafer und Sommermenggetreide, Roggen und Wintermenggetreide und "Übriges Getreide und Sorghum" geschätzt und der Prognose zugrunde gelegt. Für Körnermais wurden alternativ lineare und logistische Trendfunktionen geschätzt.
- Analyse- und Prognosefunktionen für die Getreideanbaufläche:

Modell:

$$GO_t = f (AO_t, AVO_t, PRG_{t-1}^o, PRNG_{t-1}^o, T)$$

mit  $GO_t$  = Gesamte Getreideanbaufläche außer Reis  
im Landwirtschaftsjahr  $t/t+1$

$AO_t$  = der prozentuale Anteil des Ackerbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche während des Wirtschaftsjahres  $t/t+1$

$AVO_t$  = der prozentuale Anteil der Ackerfutterfläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche während des Wirtschaftsjahres  $t/t+1$

$PRG_{t-1}^0$  = Summe der mit den Flächenanteilen gewichteten Bruttoerträge der einzelnen Getreidearten im Jahr  $t-1$ .  
Der Bruttoertrag einer Getreideart ergibt sich durch Multiplikation des nach einer speziellen Methode ermittelten EG-Erzeugerpreises der Getreideart mit dem Trendwert des jeweiligen Ertrages.

$PRG_{t-1}^0$  = Summe der Bruttoerträge von "Nichtgetreide" im Jahr  $t-1$ . Als Nichtgetreide gelten Kartoffeln und Zuckerrüben.

$T$  = Zeitvariable

Ergebnisse: Signifikante Koeffizienten ließen sich nur für die Variablen  $AO$  und  $AVO$  sowie für die Trendvariable ermitteln. Für die Trendvariable allerdings nur, wenn diese als einzige erklärende Variable in der Schätzgleichung steht. Das Bestimmtheitsmaß der als Projektionsgleichung ausgewählten Schätzfunktion beträgt 0.698.

- Analyse- und Prognosefunktionen der Anbauflächen für die einzelnen Getreidearten

Modell:

$$AG_j = f \left( \sum_{i=1}^5 PRG_i, VER, T \right) \quad \text{für } j = 1, \dots, 7$$

mit  $AG_j$  = Anteil der Getreideart  $j$  an der Getreideanbaufläche

- $PRG_i$  = Bruttoertrag der Getreideart  $i$  als Produkt der Multiplikation des Preises von  $i$  in  $t-1$  mit dem Trendwert des Ertrages von  $i$  in  $t-1$ .  
Roherträge wurden für die Getreidearten Weichweizen, Gerste, Hafer, Roggen und Mais ermittelt.
- VER = Anteil der gesamten Getreideanbaufläche an der Ackerfläche
- T = Zeitvariable

Ergebnisse: Die Schätzung der Funktionen erfolgte sowohl mit der Methode der kleinsten Quadrate (OLS) als auch mit einer simultanen Schätzmethode für die 7 Getreidearten (eine Residualart) mit Berücksichtigung von Nebenbedingungen zur Gewährleistung der Konsistenz (Gesamtfläche = 1) bei Vorausschätzungen.

Bei der Schätzung ohne Restriktionen wurden signifikante Koeffizienten für die Zeitvariable sowie für den Anteil der Getreidefläche an der Ackerfläche ermittelt. Die Zeitvariable wurde jedoch schließlich eliminiert, um den Variablen für die Bruttoerträge stärkeres Gewicht zu geben.

Von den Bruttoerträgen der Getreidearten zeigen lediglich jener von

- Hafer in der Schätzgleichung für Hafer,
- Roggen in den Schätzgleichungen für Weichweizen und Mais und
- Mais in den Schätzgleichungen für Gerste, Hafer und Roggen einen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\leq 5\%$  signifikanten Einfluß.

### 3.1.2 Nachfrageanalyse und -prognose

Nachfrageanalysen und -prognosen liegen für die Getreidenachfrage für den "Menschlichen Verbrauch" und "Tierischen Verbrauch" vor. Entsprechende Schätzfunktionen wurden sowohl für die einzelnen EG-Mitgliedstaaten<sup>1)</sup> als auch für die EG-6 und EG-9 insgesamt geschätzt und als Basis einer Projektion für das Jahr 1985/86 verwendet.

#### - Nachfrage nach Getreide für den menschlichen Verbrauch

Die Analyse und Prognose erfolgte unabhängig voneinander für folgende Getreidekomponenten:

Getreide insgesamt, Weizen insgesamt<sup>2)</sup>, Roggen, Gerste, Hafer, Mais und "Sonstiges Getreide".

Den Schätzungen liegt folgendes allgemeine Modell zugrunde

$$C_i = f(Y, P_i, T) \quad i = 1, \dots, 9$$

mit  $C_i$  = Nettomenge des menschlichen Konsums der Getreideart  
i pro Kopf der Bevölkerung

Y = Verfügbares Pro Kopf Einkommen

$P_i$  = realer Preis von Getreideprodukten.

In den Schätzgleichungen für Weizen wurde der reale Verbraucherpreis für Brot eingesetzt und in jenen für Hartweizen in Frankreich und Italien der reale Verbraucherpreis für Teigwaren. In den Schätzgleichungen für Mais und Hafer im Vereinigten Königreich wurden schließlich die realen Verbraucherpreise für Mais- und Haferflocken verwendet.

T = Zeitvariable

---

1) Belgien und Luxemburg wurden zusammengefaßt

2) Für Frankreich und Italien wurden zusätzlich getrennte Funktionen für Weichweizen und Hartweizen geschätzt.

Entsprechend den Erkenntnissen der Nachfragetheorie wurden verschiedene funktionale (lineare, logarithmische etc.) Formen der Variablen der Analyse zugrunde gelegt. Signifikante Koeffizienten ergaben sich sowohl für die Einkommens- und Trendvariable als auch für den Preis von Brot sowie den Preis für Haferflocken.

- Nachfrage nach Getreide für den tierischen Verbrauch

Die Nachfrage nach Getreide für den tierischen Verbrauch wurde für Getreide insgesamt, Weizen, Gerste, Hafer, Roggen und Mais analysiert und vorausgeschätzt. Den Schätzungen liegt folgendes Modell zugrunde:

$$CD_i = f(X_i, X^1_i, P_i, T) \quad \text{für } i = 1, \dots, 6$$

mit  $CD_i$  = Verbrauchsmenge der Getreideart  $i$

$X_i$  = Quotient aus dem durchschnittlichen Bedarf an Stärkeeinheiten für die Produktion einer Einheit Rind- oder Kalbfleisch, Hammelfleisch, Pferdefleisch, Milch, anderem Fleisch und Schlachtabfällen und dem Stärkegehalt je Gewichtseinheit der Getreideart  $i$ .

$X^1_i$  = Quotient aus dem durchschnittlichen Bedarf an Kilokalorien je Produktionseinheit von Schweinefleisch, Eier und Geflügel und dem Gehalt an Kilokalorien je Gewichtseinheit der Getreideart  $i$ .

$P_i$  = Quotient aus den Erzeugerpreisen von Gerste und Schlachtrindern

$T$  = Zeitvariable

Für die einzelnen Variablen wurde auch hier alternativ die lineare, logarithmische und inverse Form der Variablen verwendet. Infolge der hohen Multikollinearität ist die Signifikanz der Ergebnisse bei Einbeziehung mehrerer Variablen meist gering. In vielen Fällen bringt die Verwendung der Zeitvariablen als einzige Erklärungsgröße die besten Ergebnisse. In einigen Fällen wird die Zeitvariable durch die Variable  $X_1$  ergänzt. Für die Preisvariable  $P_i$  wird nur in wenigen Fällen ein signifikanter Einfluß festgestellt.

### 3.2 Sonstige empirische Getreidemarktanalysen in den Ländern der EG

Die dieser Analyse zugrunde gelegten Untersuchungen sind in Übersicht 12 in komprimierter Form dargestellt. Es wird dabei jeweils ihre Problemstellung kurz skizziert, die regionale Bezugsbasis gekennzeichnet sowie die Referenz- und Prognoseperiode beschrieben. Schließlich werden die wesentlichsten Komponenten der Angebots- und Nachfrageanalyse und -prognose kurz erfaßt.

#### Regionale Bezugsbasis

Die meisten der vorliegenden Studien wurden auf nationaler Ebene durchgeführt. Einige Ausnahmen bilden die Untersuchung von Willms (I), der die EG-Länder BR Deutschland, Frankreich, Italien, Belgien und Niederlande in seine Untersuchung einbezieht, die Arbeit der OECD (IV), in der sämtliche OECD-Mitgliedsländer untersucht werden, sowie die Arbeit von Uhlmann (IX), der seine Analyse und Prognose für die einzelnen EG-9 Länder durchführt. Auch in diesen Fällen werden in die Schätzmodelle explizit jedoch nur nationale Daten einbezogen. Die Zusammenhänge auf dem

Übersicht 12 : Empirische Analysen und Prognosen von Getreideangebot und -nachfrage in den Ländern der EG

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
1.	<p>Willms, E.F. (1966): Versuch einer Quantifizierung von Getreideangebotsfunktionen in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. Unveröffentl. Dissertation Christian-Albrechts-Universität Kiel</p>	<p>OLS-Regressionsfunktionen zur Erklärung der Getreideerträge und der Getreideflächen (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Futtergetreide)</p>	<p>-EWG-Länder BRD, Frankreich, Italien, Belgien, Niederlande -Jahresdaten 1951-1962</p>	<p>Angebotsanalyse und -prognose</p>	<p>Nachfrageanalyse und -prognose</p>
<p>1. Erklärungsfunktionen für Weizenerträge: Folgende Funktionen werden zur Erklärung versucht</p> <p>(1) <math>E_1^i = f(P_{11}^i, P_{12}^i, N, T)</math>                  (2) <math>E_1^i = f(P_{11}^i, P_{12}^i, N, T)</math></p> <p>mit <math>E_1^i</math> = gleitender Dreijahresdurchschnitts-ertrag von Weizen dz/ha  <math>E_1</math> = Weizenertrag in dz/ha  <math>P_{11}</math> = nominaler Weizenerlöspreis  <math>P_{12}</math> = realer Weizenerlöspreis  <math>N</math> = Stickstoffverbrauch  <math>T</math> = Zeit</p>					
<p>Funktionen nur für die BRD und für die Niederlande geschätzt;</p>					
<p>2. Erklärungsfunktionen für Anbauflächen der Getreidearten. Von folgendem allgemeinen Funktionszusammenhang wurde ausgegangen:</p>					
<p><math>F_i = f(P_{i1}^i, P_{i2}^i, P_i, W_i, N, L, S, C, G, T)</math>                  mit <math>F_i</math> = Fläche von Getreideart i  <math>P_{i1}</math> = nominaler Erlöspreis von Getreideart i in Landeswährung im Jahr t-1</p>					
<p><math>P_{i2}</math> = realer Erlöspreis von Getreideart i im Jahr t-1  <math>P_{ij}</math> = Preisrelation zwischen Getreideart i und Getreideart j</p>					
<p><math>W_i</math> = Auswinterungsprozentsatz  <math>N</math> = Stickstoffverbrauch  <math>L</math> = Lohnindex  <math>S</math> = Schweinebestand  <math>C</math> = Pferdebestand  <math>G</math> = GVE-Bestand  <math>T</math> = Trend</p>					
<p><sup>1)</sup> Erlöspreis = Verkaufserlös der Landwirte ./ . Warenmenge</p>					

noch Übersicht T2

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
II.	Bunnies, H. (1973): Getreideproduktion 1980. Agrarmarktstudien, H. 15 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin	Versuch, Ursache der Produktionsentwicklung zu quantifizieren und darauf aufbauend Prognose vorzunehmen	-BRD -1955-1970. Nationale Daten, für Ursachenanalyse ergänzt durch Versuchsdaten, Verbandsdaten udgl. -1980	1. Ertragsentwicklung: Im allgemeinen Teil Versuch, tatsächliche Ertragssteigerungen der Referenzperiode den einzelnen Bestimmungsgrößen Bodennutzung, Pflanzenzucht, Düngung, Pflanzenschutz und Kulturmaßnahmen zuzuordnen - dies erfolgt ohne Anwendung statistischer Methoden. Basis der Prognose bilden Trendfunktionen (für Mais qualitative Trendfunktion), wobei Koeffizienten zum Zweck der Prognose teilweise modifiziert werden. 2. Anbauflächen: Vorausschätzung erfolgt ohne strenges methodisches Instrumentarium auf Grund einer Analyse der voraussichtlichen Entwicklung der Bestimmungsgründe und deren Auswirkungen auf die Anbauflächen.	Ergebnisse: Signifikanten Einfluß zeigten Variable, die technischen Fortschritt erfassen sollten (I, N) und Tierhaltungsvariable, in Einzelfällen Auswinterungsprozentsätze. Preise üben im allgemeinen keinen signifikanten Einfluß aus.
III.	Andersen, P.S. P. Guldager, A. Schmelling, J. Vibe-Pedersen und H.E. Zeuthen (1969): Projections of Supply and Demand for Agricultural Products in Denmark (1970-1980). Skriffter fra Aarhus Universitets økonomiske Institut Nr. 21, Aarhus	Arbeit durchgeführt im Auftrag des USDA. Umfassende Analyse und Prognose der Produktion und des Konsums ldt. Produkte	-Dänemark -Ertragsvorausschätzungen: 1930-65 Nachfrageanalyse: Konsumenten-Survey 1963-65 Zeitreihendaten 1953-65 -1970, 1980	Gesamtvorausschätzung der landwirtschaftlichen Produktion ohne einheitliches methodisches Instrumentarium 1. Getreideerträge: Extrapolation linearer, langfristiger Trends (1930-65) 2. Getreidefläche: Unter der Annahme des Fortbestehens der Stützungs politik der Untersuchungsjahre werden die für die übrigen Produkte benötigten Flächen prognostiziert. Getreidefläche ist dann die Residualfläche. 3. Anteil der einzelnen Getreidearten: -Weizen: 125% der notwendigen Fläche zur Herstellung des vorge schätzten Weizenmehlbedarfs -Roggen: zukünftige Produktion gleichgesetzt der projizierten industriellen Nachfrage (plus Saatbedarf und Verluste)	Menschliche Ernährung: Konventionelle Nachfrageana lyse mit OLS für die wichtig- sten Produkte: bei Getreide- produkten für W-Mehl, R-Mehl, H-Mehl, Reis, Sonstige. -Querschnittsanalyse Haus- halte in 32 Gruppen unter- teilt, Semilog. Funktion der Form $x_j = a + b \log y_j + u_j$ mit $x_j$ = Konsummenge im Haus halt j $y_j$ = verfügbares Einkommen im Haushalt j



noch Übersicht 12

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
V.	Hanf, C. H. u. E. Hanf (1970): Modelle zur Schätzung der Getreideproduktion in der BRD. "Agrarwirtschaft", Jg. 20, S. 331-343		-BRD -Aggregierte Jahresdaten 1953-69 -1975, 1980, 1985	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
				<p><math>\log \text{Fläche}_t - \log \text{Fläche}_{t-1} = f(\text{Erzeugerpreis}_{\text{Gerste}_{t-1}}, \text{Wetter})</math>  <math>R^2 = 0.42</math></p>	
				<p>3. Haferproduktion: Ertrag = <math>f(T, (T^2 - 20T + 70))</math>                  Fläche: Annahme über Flächenentwicklung</p>	
				<p>Schätzung in 3 Teilmodellen</p>	
				<p>1. Schätzung der Getreideerträge</p>	
				<p>Modell: Lineare und semilog. Trendfunktionen für W, R, H, S<sub>6</sub>, W<sub>6</sub>                  Ergebnisse: R<sup>2</sup>-Werte bei beiden Funktionstypen etwa gleich,                  Prognose mit semilog. Funktionen</p>	
				<p>2. Vorschätzung der Getreidefläche</p>	
				<p>Modell: <math>G_t = f(PG_t, PNG_t, EG_t, ENG, AF_t, AK_t, AFU_t, T)</math></p>	
				<p>mit <math>G_t</math> = Anbaufläche von Getreide in t</p>	
				<p><math>PG_t</math> = Preisermartung = tatsächlicher Durchschnittspreis</p>	
				<p><math>PNG_t</math> = Preisermartung von Nichtgetreide = realer Durchschnittspreis</p>	
				<p><math>EG_t</math> = Ertragsermartung von Getreide bzw.</p>	
				<p><math>ENG</math> = Nichtgetreide = Vorjahreswerte</p>	
				<p><math>ROG_t = EG_t \cdot PG_t</math></p>	
				<p><math>RNG = ENG \cdot PNG_t</math></p>	
				<p><math>AF_t</math> = Verfügbare Ackerfläche in t</p>	
				<p><math>AK1_t</math> = Zahl männlicher ständiger AK in Betrieben über 5 ha</p>	
				<p><math>AK2_t</math> = Monatslohn männlicher AK in Betrieben &gt; 50 ha</p>	
				<p><math>AK3_t</math> = durchschnittlicher Bruttowochenverdienst von Arbeitern in der gewerblichen Wirtschaft</p>	
				<p><math>AFU_t</math> = Umfang der Ackerfutterfläche incl. der Futterhackfrüchte</p>	
				<p>T = Zeitvariable</p>	
				<p>Ergebnisse: Mit Ausnahme von AK1 konnten für sämtliche Variable plausible und signifikante Koeffizienten geschätzt werden.</p>	
				<p>Beste Schätzgleichungen:</p>	
				<p><math>G_t = f(AF_t, ROG_t, RNG_t, AK2_t, AFU_t, T)</math> <math>R^2 = 0.94</math></p>	
				<p><math>G_t = f(AF_t, ROG_t, RNG_t, AK2_t, T)</math> <math>R^2 = 0.92</math></p>	

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
-----	----------------	--------------------------	--	-------------------------------	--------------------------------

3. Anbauentwicklung einzelner Getreidearten

Modell:  $AG_j = f(\sum_{i=1}^5 R_i, GF, I)$  für  $j = 1, \dots, 6$

mit  $AG_j$  = Anteil der j-ten Getreideart an der Getreidefläche  
 $R_i$  = Rohertragsindex der i-ten Getreideart  
 $GF$  = Anteil der Getreidefläche an der Ackerfläche  
 $I$  = Zeitvariable

Ergebnisse: Schätzung der Funktionen mit OLS und Simultanschätzung der 6 Getreidearten mit Nebenbedingungen. Von den unabhängigen Variablen ist I immer signifikant, GF immer außer bei R und S<sub>6</sub>, der eigene Rohertrag (R<sub>i</sub>) immer und jeweils 1-2 Rohertragsvariable anderer Getreidearten

VI.	OECD (1968): Agricultural Projections for 1975 and 1985. Europe, North America, Japan, Oceania. Production and Consumption of Major Foodstuffs. Paris.	Analyse u. Prognose ohne einheitliches, formales Instrumentarium. Globale Analyse und Prognose der Produktion und des Konsums l.w. Produkte	-OECD-Mitgliedsländer sowie Australien u. Neuseeland. Analyse u. Prognose unabhängig für einzelne Länder, hierauf Aggregation -Basisperiode ist Dreijahresdurchschnitt 1961-63 für Trend-schätzungen und 10 Jahresdaten, für BRD z.B. 1955/56 - 1965/66 -1975 und 1985	Basierend auf Vorausschätzungen der gesamten l.w. Produktion 1. Getreideerträge: Trendextrapolationen, teilweise modifiziert 2. Getreidefläche und Anteil der einzelnen Getreidearten: Vorausschätzung auf der Basis bisheriger und erwarteter Entwicklungen	Unabhängige Analyse und Prognose der Komponenten des Getreideverbrauchs 1. Menschliche Ernährung: Basis bildet Pro-Kopf-Verbrauch der Basisperiode sowie Einkommenselastizitäten, die mittels folgenden Funktionstypen geschätzt wurden: Linear : $y = a + bx$ mit $y$ = pro-Kopf-Verbrauch $x$ = pro-Kopf-Einkommen Semi-log : $y = a + b \log x$
					Log-invers: $\log y = a - \frac{b}{x}$ doppel-log: $\log y = a + b \log x$

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
VII. Oury, B. (1966):	A Production Model for Wheat and Feedgrains in France (1946-61). North Holland Publish- ing Comp., Amsterdam.	OLS-Regressions- funktionen zur Er- klärung der Getreid- deproduktion in Frankreich, getrennt für Weizen und Futtergetreide	-Frankreich -1946 - 1961 -1962, 1963	Schätzung von Erklärungs- funktionen der Produktion; Ausgangspunkt bildet die Hypothese $P = N \times Y$ mit $P =$ Produktion $N =$ Anzahl der Produktionseinheiten $Y =$ Durchschnittsertrag je Produktionseinheit Davon ausgehend - indirekte Schätzung : $N$ und $Y$ werden erklärt - direkte Schätzung : Schätzfunktion zur Erklärung von $P$	Die geschätzten Elastizitäten werden als "composite elasticities" interpretiert, die den Einfluß sowohl der Einkommensentwicklung, als auch von Preisentwicklungen, Präferenzänderungen udgl. repräsentieren. 2. Futtergetreidebedarf: Basis bildet tierische Produk- tion; für einzelne Produkte wurden Getreidebedarfsmengen pro Kopf ermittelt und prognostiziert 3. Industriebedarf: geschätzt in Abhängigkeit von der Ent- wicklung der Bevölkerung 4. Saatbedarf: vorausgeschätzt auf der Basis der prognosti- zierten Flächenentwicklung
				1. Weizenproduktion: Ingesamt wurden 5 abhängige und 31 unabhängige Variable auf ihren Erklärungs- wert getestet. Mit folgenden Funktionen wurden die besten Ergebnisse erzielt:	$Y = f(X_3, X_4, X_{11}, X_{45})$ $R^2 = 0.909$ $Y^W = f(X_3, X_4, X_{11}, X_{50})$ $R^2 = 0.906$  $A = f(X_2, X_3, X_{11})$ $R^2 = 0.930$ $A^W = f(X_2, X_3, X_{11}, X_{21})$ $R^2 = 0.942$

noch Übersicht 12

Nr.	Autor u. Titel Allgemeine Kennzeichnung	Regionale Bezugsbasis Referenzperiode Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
			<p> <math>P = f(X_3, X_4, X_{11}, X_{45})</math> <math>R^2 = 0.906</math>  <math>P^W = f(X_3, X_4, X_{11}, X_{45}, X_{21})</math> <math>R^2 = 0.921</math>  <math>X_2 =</math> Herbstariditätsindex, mit Weizenfläche gewichteter Mittelwert von 30 Wetterstationen  <math>X_3 =</math> "Winter-Effekt" = größte negative Abweichung der Durchschnittstemperatur im Dezember, Januar oder Februar vom entsprechenden Monatsdurchschnitt der Jahre 1921-1950;  <math>X_4 =</math> Gewichteter, kumulierter Ariditätsindex der Monate Oktober - Juni  <math>X_{11} =</math> Kumulierter Ariditätsindex der Monate Oktober - Juni der Wetterstation Paris - Saint - Maur  <math>X_{45} =</math> Weizenpreis des Jahres t-1, deflationiert mit Index der Großhandelspreise  <math>X_{21} =</math> Weizen:Gerste Preisverhältnis, gleitender Dreijahresdurchschnittswert  <math>X_{45} =</math> Gleitender Dreijahresdurchschnittswert des Stickstoffverbrauchs  <math>X_{50} =</math> Zeitvariable  <math>Y =</math> Weizenenertrag in kg/ha  <math>A^W =</math> Weizenfläche in 1000 ha  <math>P^W =</math> Weizenproduktion in 1000 t                 </p>	
			<p>                     1) Ariditätsindex nach "de Martonne" <math>I = \frac{P}{T+10}</math> mit P = Niederschläge und T = Temperatur                 </p>	
			<p>                     2. Futtergetreideproduktion: Aggregat Futtergetreide enthält nur Gerste, Hafer und Mais. Mit folgenden Funktionen wurden die besten Ergebnisse erzielt                      - Futtergetreideerträge:  <math>Y = f(X_2, X_3, X_{28}, X_{45})</math> <math>R^2 = 0.940</math>  <math>Y^F = f(X_3, X_{28}, X_{45})</math> <math>R^2 = 0.934</math>  <math>F = f(X_3, X_{28}, X_{45}, X_{50})</math>                      - Futtergetreidefläche:  <math>A = f(X_2, X_3, X_{21}, X_{23}, X_{29})</math> <math>R^2 = 0.861</math>  <math>A^F = f(X_2, X_3, X_{20}, X_{23}, X_{60})</math> <math>R^2 = 0.950</math> </p>	

## noch Übersicht 12

Nr.	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
-----	--------------------------	--	-------------------------------	--------------------------------

## - Futtergetreideproduktion:

- $P_t^f = f(X_3, X_{17}, X_{29}, X_{45})$   $R^2 = 0.981$   
 $P_t^f = f(X_3, X_{17}, X_{29}, X_{45})$   
 $P_t^f = f(X_3, X_{17}, X_{29}, X_{50})$   
 mit folgenden zusätzlichen Variablen  
 $X_{8f}$  = Gewichteter, kumulierter Ariditätsindex der Monate Juni - August  
 $X_{17}$  = Weizen:Futtergetreide Preisrelation, gleitender Dreijahresdurchschnittswert  
 $X_{20}$  = Weizen:Gerste Preisrelation, distributed lag  $3(t-1), 2(1-2), 1(1-3)$   
 $X_{23}$  = Weizen:Maïs Preisrelation des Jahres  $t-1$   
 $X_{28}$  = Durchschnittspreis von Futtergetreide, deflationiert mit Index der Großhandelspreise; distributed lag  $3(t-1), 2(t-2), 1(t-3)$   
 $X_{29}$  = Durchschnittspreis von Futtergetreide, deflationiert mit Index der Großhandelspreise, gleitende Dreijahres-durchschnittswerte  
 $X_{60}$  = Anzahl der Großvieheinheiten am 1. Oktober des Jahres  $t-1$   
 $Y_F$  = Futtergetreideertrag in kg/ha  
 $A_F$  = Futtergetreidefläche in 1000 ha  
 $P_F$  = Futtergetreideproduktion in 1000 t

- VIII. Stojkovic, G. (1971):  
 Market Models for Swedish Agriculture.  
 Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Uppsala
- Rekursive, ökonomische Modelle für 5 Gruppen landwirtschaftlicher Produkte Schwedens -Schweden -1951/52 - 1965/66 -1966/67, 1967/68
- Schätzfunktion für Futtergetreideangebot: Mit folgender Funktion wurde gearbeitet:  
 $S_t = f \left[ \left( \frac{P_t^f - P_t^b}{P_t^f} \right) X_{t-1}, X_{t-1}, A_{t-1} \right]$   $R^2 = 0.98$   
 mit  $S_t$  = gesamte Produktionsmenge in t  
 $\frac{P_t^f - P_t^b}{P_t^f}$  = realer Produzentenpreis für Futtergetreide  
 $\frac{P_t^f - P_t^b}{P_t^f}$  = realer Produzentenpreis für Brotgetreide  
 $X_t^f$  = Hektarertrag von Futtergetreide  
 $A_{t-1}$  = Löhne in der Landwirtschaft in  $t-1$

$P_t^b$  = realer Produzentenpreis für Brotgetreide  
 $P_t^f$  = realer Produzentenpreis für Brotgetreide  
 $X_t^f$  = Hektarertrag von Futtergetreide

- a) Technische Nachfragebeziehung  
 $D_t = 3S_{tRinder} + 6S_{tSchweine} + 6S_{tEier} + 0,2S_{tMilch}$

b) Schätzfunktion Produzentenpreise

$$P_t^b = f \left[ \left( \frac{D_t - S_t}{D_t} \right) X_{t-1}, P_{t-1}, G_t \right] \quad R^2 = 0.91$$

mit den neuen Variablen

Schätzfunktion für Brotgetreideangebot:

$$S_t = f \left[ \left( \frac{P_t^b - P_t^f}{P_t^b} \right) X_{t-1}, \widehat{X}_t^f, (X - X^f)_{t-1}, V_t \right] \quad R^2 = 0.84$$

mit den neuen Variablen:

Nachfrage nach Futtergetreide:

Es wurden 2 Relationen ermittelt - eine technische Beziehung zur Ermittlung der Mengennachfrage und eine Schätzfunktion zur Erklärung der Produzentenpreise

- a) Technische Nachfragebeziehung  
 $D_t = 3S_{tRinder} + 6S_{tSchweine} + 6S_{tEier} + 0,2S_{tMilch}$

b) Schätzfunktion Produzentenpreise

$$P_t^b = f \left[ \left( \frac{D_t - S_t}{D_t} \right) X_{t-1}, P_{t-1}, G_t \right] \quad R^2 = 0.91$$

mit den neuen Variablen

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
IX.	Uhlmann J. Getreideerzeugung u. -verbrauch in der erweiterten EWG-Vor- schätzung bis 1985- 11fM-Arbeitsunter- lagen 1973 Nr.1, Institut für ldw. Marktforschung Braunschweig- Völkeroode	Analyse und Prognose ohne strenges, for- males Instrumen- tarium	-EG der "9", Analyse und Prognose unab- gängig für einzelne Länder, hierauf Aggregation -Jahresdaten 1955-71, teils aus nationalen Statistiken -1975, 1980, 1985	$P_b^C$ = realer Konsumentenpreis für Brotgetreide $X$ = Hektarertrag von Weizen $V_t$ = Wert der Abschreibungen und Unterhaltung ldw. Maschinen und Geräte in t $\hat{X}$ = Hektarertrag von Weizen korrigiert um Einfluß der Mecha- nisierung nach der Relation $\hat{X} = X + 1.448 - 2.353 V_t$	$P_t^V$ = der deflationierte Weltmarktpreis von Futtergetreide in t $G_t$ = Höhe der Importzölle für Futtergetreide Nachfrage nach Brotgetreide: Die Pro-Kopf Nachfrage nach Brotgetreide wurde mit fol- gender Schätzfunktion er- mittelt: $\log \left( \frac{G}{N} \right)_t = f \left( \log P_t^C, \log \left( \frac{1}{N} \right)_t \right)$ mit $R^2 = 0.93$ $N$ = Bevölkerung $I$ = Verfügbares Einkommen
				Für jedes der Mitgliedsländer der EG unabhängige Schätzung der 3 Komponenten 1. Getreideerträge: Variante I : lineare Trendextrapolation Variante II : lineare Trendextrapolation mit Ausnahme von Mais, bei welchem ge- ringere weitere Zunahmen und bei Gerste in Holland, wo ein weiterer Anstieg trotz Ertragsrückganges während der letzten Jahre unterstellt wurden. 2. Getreidefläche und Anteil der einzelnen Getreidearten: Ausgangspunkt bilden lineare Trendextrapolationen. Da bei den Vorausschätzungen für Anteil der Getreidearten (W, R, M, H, G) teils unrealistische Werte resultierten, erfolgten Korrekturen unter Berücksichtigung verschiedener länderspezifischer Entwicklungen. Dabei Berücksichtigung vor allem der Variab- len "landw. Nutzfläche", "Anteil der Ackerfläche an der LN" und Anteil der Getreidefläche an der Ackerfläche". Errechnung von 3 Varianten mit alternativen Annahmen.	Getreideverbrauch in 4 Kompo- nenten zerlegt und unabhängig voneinander analysiert und prognostiziert 1. Menschliche Ernährung: Länderspez. Annahmen über Ent- wicklung des Pro-Kopf-Ver- brauches, im allgemeinen sich abflachende Abnahmen 2. Futtergetreideverbrauch: Für die Vorausschätzung aus- gegangen von Prognosen der für bestimmend angesehenen Faktoren -Fleisch-u. Eierverbrauch: länders- spezifische Annahmen über Ent- wicklung -Selbstversorgungsgrad bei Fleisch und Eiern: gewisse Ver- schiebungen zwischen Ländern unterstellt, insges. etwa konstant

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
X.	Weinschenck, G., C. H. Hamf, K. O. Hörner (1972): Possibilities and limits of the estimation of agricultural supply for long-run prediction in Western Germany. in: Agricultural projection techniques. Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris.	Analyse der Möglichkeiten der Angebotsanalyse mit OLS-Regressionsfunktionen zur Erklärung und Prognose der Getreide-, Schweine- u. Milchproduktion.	-BRD, einzelne Funktionen auch für Länder -Jahresdaten 1955-1968	Schätzung von Erklärungsfunktionen der Getreideproduktion 1. Schätzung der Getreidefläche: Mit folgender Funktion wurden die besten Ergebnisse erzielt: $X_1 = f(t, \log X_4, \log X_2, \log X_{5a}, \log X_{3a}, X_7, \log X_8)$ $R^2 = 0.872$ mit $t$ = Zeitvariable $X_2$ = Dreijahresdurchschnittsertrag von Getreide ( $t-1, t-2, t-3$ ) $X_{3a}$ = Ertragsindex von Nichtgetreide in $t-1$ $X_4$ = gewichteter durchschnittlicher Getreidepreisindex im Jahr $t$ $X_{5a}$ = Preisindex der Nichtgetreide in $t-1$ $X_7$ = permanente männliche Arbeitskräfte in Betrieben $> 5$ ha $X_8$ = Anzahl der Mähdrescher in $t$ Ein signifikanter Einfluß konnte in einzelnen Spezifikationen ferner nachgewiesen werden für die Variablen $X_7, X_9, X_{10a}, X_{12}$ mit $X_{7f}$ = Fremdlöhne in der Landwirtschaft $X_9$ = Rohertrag von Getreide (gewichteter Dreijahresdurchschnittsertrag von Getreide $\cdot X_4$ ) $X_{10a}$ = Rohertrag von Nichtgetreide ( $X_{3a} \cdot X_{5a}$ ) $X_{12}$ = Ackerfutterfläche $X_1$ = Getreidefläche	-Umfang des Getreideeinsatzes in der Fütterung: für ex post Periode wurde ermittelt, wieviel kg Getreide pro kg Fleisch und Eier verbraucht - Werte geringfügig variiert und für Prognose verwendet. 3. Industriebedarf: Gegenüber 60er Jahre geringfügig sinkende Steigerungsraten unterstellt 4. Saatbedarf: Bisher benötigte durchschnittliche Saatmengen und vorgeschätzte Getreidefläche

Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
<p>2. Anbauentwicklung einzelner Getreidearten:                      Es wurden unabhängige Schätzfunktionen für Weizen, Roggen, Wintergerste und Hafer geschätzt. Die besten Ergebnisse ergaben folgende Spezifikationen</p>				
<p>- Weizen:  <math>X_{1W} = f(\log T, \log X_{1r}, \log X_{5W}, \log X_{3W}, \log X_2)</math> <math>R^2 = 0.968</math></p>				
<p>- Roggen:  <math>X_{1r} = f(\log T, \log X_{2r}, \log X_{3r}, \log X_{2W}, \log X_{3W}, \log X_{30})</math> <math>R^2 = 0.916</math></p>				
<p>- Wintergerste:  <math>X_{1b} = f(\log X_{1r}, \log X_{2r}, \log X_{2W}, \log X_{2b})</math> <math>R^2 = 0.854</math></p>				
<p>- Hafer:  <math>X_{1r} = f(\log T, \log X_{3W}, \log X_{3a}, \log X_{3s})</math> <math>R^2 = 0.928</math></p>				
<p>mit folgenden zusätzlichen Variablen:</p>				
<p><math>X_{2b}</math> = Preis von Braugerste in t  <math>X_{2r}</math> = Roggenpreis in t  <math>X_{2W}</math> = Weizenpreis in t  <math>X_{3W}</math> = Weizenertrag in t-1  <math>X_{3r}</math> = Roggenenertrag in t-1  <math>X_{30}</math> = Haferertrag in t-1  <math>X_{35}</math> = Sommergerstenertrag in t-1  <math>X_{5W}</math> = Auswinterungsfläche von Weizen in t-1</p>				

Nr. Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis -Referenzperiode -Prognosejahre	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
<p>XI. Colman, D.R. (1970): A New Study of United Kingdom Cereal Supply, "Journal of Agricultural Economics", Vol. XXI, No. 3, S. 333-345.</p>	<p>Entwicklung eines Modells für die Erklärung der Veränderungen der Getreideflächen im U.K. in den Jahren nach 1954.</p>	<p>-United Kingdom -1955/56-1969/70</p>	<p>Regressionsfunktionen für die Getreidefläche insgesamt sowie für die Flächen von Winterweizen, Sommerweizen, Hafer und Menggetreide sowie Gerste. Die Schätzung erfolgte für erstere mit OLS, für Hafer, Menggetreide und Gerste in einem interdependenten Modell mit 2SLS.<sup>1)</sup> Mit folgenden Funktionen wurden die besten Ergebnisse erzielt: -Getreidefläche insgesamt: <math>AG_t = f(AG_{t-1}, RG_{t-1}, W_{t-1}) \quad R^2 = 0.92</math> -Winterweizenfläche: <math>AW_t = f(W_{t-1}, I) \quad R^2 = 0.82</math> -Sommerweizenfläche: <math>aSW = f [aW_t, (RW/RB)_{t-1}, MS_{t-1}] \quad R^2 = 0.90</math></p>	<p>Regressionsfunktionen für die Getreidefläche insgesamt sowie für die Flächen von Winterweizen, Sommerweizen, Hafer und Menggetreide sowie Gerste. Die Schätzung erfolgte für erstere mit OLS, für Hafer, Menggetreide und Gerste in einem interdependenten Modell mit 2SLS.<sup>1)</sup> Mit folgenden Funktionen wurden die besten Ergebnisse erzielt: -Getreidefläche insgesamt: <math>AG_t = f(AG_{t-1}, RG_{t-1}, W_{t-1}) \quad R^2 = 0.92</math> -Winterweizenfläche: <math>AW_t = f(W_{t-1}, I) \quad R^2 = 0.82</math> -Sommerweizenfläche: <math>aSW = f [aW_t, (RW/RB)_{t-1}, MS_{t-1}] \quad R^2 = 0.90</math></p>
<p>-Gerste:</p>	<p><math>ab_t = f [aW_t, aOMC_t, (RB/RW)_{t-1}, RG_{t-1}, AB_{t-1}] \quad R^2 = 0.998</math></p>			
<p>-Hafer und Menggetreide:</p>	<p><math>aOMC_t = f [ab_t, aOMC_{t-1}, (RB/RO)_{t-1}] \quad R^2 = 0.99</math></p>			
<p>mit folgenden exogenen Variablen:</p>	<p>RG = gewichteter Rohertrag von Getreide inclusive Ausgleichszahlungen</p>			
<p>W = de Martonne Ariditätsindex für die Monate September, Oktober und November</p>	<p>T = Zeitvariable</p>			
<p>RW = Rohertrag je acre Winterweizen</p>	<p>RB = Rohertrag je acre Gerste</p>			
<p>RO = Rohertrag je acre Hafer</p>				

1) Alle Variable sind in natürlichen Logarithmen

Nr.	Autor u. Titel	Allgemeine Kennzeichnung	-Regionale Bezugsbasis	Angebotsanalyse und -prognose	Nachfrageanalyse und -prognose
XII.	Ruch, J.M., A. Monfort	Erstellung eines Simulationsmodells für die französische Landwirtschaft zur Simulation der langfristigen Entwicklung	-Frankreich -Querschnittsdaten der Jahre 1963-1980 -1975-1980	Regressionsfunktionen für die Getreidefläche und die -erträge ohne Differenzierung nach Getreidearten	
	G. Winter:	Un modèle agricole à long terme de simulation. "Statistiques Etudes Financieres", Ministère de l'Economie et des Finances, Paris 1974.		-Getreidefläche: Die Veränderung der Getreidefläche wird geschätzt als Funktion der Veränderung der Fläche pflanzlicher Produkte sowie der Relation des Index des Preises von Getreide zum Index der Preise pflanzlicher Produkte in der Basisperiode	
				$R^2 = 0,87$	
				-Getreideerträge: Der Durchschnittsertrag wird erklärt durch die Veränderungen der Düngermenge je Hektar und des Kapitalbesatzes je Hektar Ackerland	
				$R^2 = 0,993$	

1) Das Modell unterscheidet sich von den in Teil I, Abschnitt 2.3 diskutierten Simulationsstudien vor allem dadurch, daß die Preisentwicklung exogen vorgegeben wird.

Diese Analysen und Prognosen mit ökonomischen Methoden werden zum Teil durch intuitive Schätzungen<sup>1)</sup> ergänzt, etwa - in der Arbeit von Anderson et.al. (III), in der die Getreidefläche als Residualfläche nach Abzug der für die übrigen Produkte benötigten Fläche bestimmt und über die Entwicklung der Getreideflächenanteile der einzelnen Getreidearten Annahmen getroffen bzw. die bisherigen Anteile fortgeschrieben werden,

- in der Arbeit von Uhlmann (IX), in der ebenfalls intuitive Schätzungen für die Entwicklung des Anteils der Getreidearten an der Getreidefläche durchgeführt werden.

In der Arbeit von Hanf, C.H. und E.Hanf (V) wird eine Angebots-schätzung in 3 Teilmodellen vorgenommen, wobei zunächst die Getreideerträge geschätzt und prognostiziert werden. Hierauf werden Schätz- und Prognosefunktionen für die Getreidefläche insgesamt ermittelt und durch eine simultane Schätzung und Prognose der Anteile der einzelnen Getreidearten an der Getreidefläche ergänzt. Diese Methode wurde auch von der Arbeitsgruppe des CLEO für die "Projektion 1985" übernommen. Sie wurde im Abschnitt 3.1 bereits näher beschrieben.

Von Interesse sind desweiteren die von Stojkovic (VIII) für Schweden durchgeführten Arbeiten, in denen versucht wird, ein System rekursiv verknüpfter ökonomischer Modelle der Angebotsanalyse und -prognose zugrunde zu legen.

---

1) Als intuitive Schätzungen werden hier solche verstanden, bei denen keine streng formalen, analytischen Verfahren zugrunde gelegt werden.

gemeinsamen Markt gehen in die Schätzmodelle direkt nicht ein. In der Arbeit von Weinschenck, Hanf und Hörner (X) werden neben nationalen auch getrennte Untersuchungen des Angebots für einzelne Länder der BR Deutschland vorgenommen.

#### Angebotsanalysen und -prognosen:

Die in den untersuchten Angebotsanalysen und -prognosen eingesetzten methodischen Instrumentarien sind in den meisten Fällen die Methode der Trendschätzung und -extrapolation sowie Regressionsfunktionen, die mit der Methode der kleinsten Quadrate quantifiziert werden<sup>1)</sup>.

In den meisten dieser Arbeiten werden zum einen Schätz- und Prognosefunktionen für die Getreideerträge ermittelt. Als wichtigste Bestimmungsgröße wird meist vom technischen Fortschritt ausgegangen, der durch Trendvariable erfaßt wird. In einigen Arbeiten wird darüber hinaus ein Einfluß der Witterung (IV und VII), des Düngereinsatzes (I, IV, VII, XII) und auch der Preise (I) quantifiziert.

Zum anderen werden Regressionsfunktionen für die Entwicklung der Anbauflächen der einzelnen Getreidearten geschätzt. Als wichtigste Erklärungsgrößen erscheinen hier Erträge, Preise und Preisrelationen (I, IV, V, VII, VIII, X, XI, XII), die Entwicklung der Acker- und Ackerfutterfläche (V, IX, X, XII), die Viehbestände (I, VII) sowie strukturbezogene Variable (V, VIII, X).

---

1) Eine Ausnahme bildet die Arbeit von Colman (XI), der in einer Ergänzung der ursprünglichen Schätzungen ein interdependentes Modell für die Hafer-, Menggetreide- und Gerstenfläche mittels der Methode der zweistufigen kleinsten Quadrate schätzt.

Hinsichtlich der expliziten Berücksichtigung von Variablen mit direktem Bezug zu politischen Maßnahmen ist die Arbeit von McFarquhar et.al (IV) zu nennen, in der versucht wird, den Einfluß der Garantiepreise für die Entwicklung der Getreideflächen zu quantifizieren. In der Arbeit von Stojkovic (VIII) gehen die Importzölle für Futtergetreide in die Schätzfunktionen ein. Variable, die in Beziehung zu Strukturentwicklungen stehen, etwa solche für die Entwicklung der Arbeitskräftestruktur und Löhne, der Betriebsgrößenstruktur und der Viehbestände, werden in mehreren Arbeiten auf ihren Einfluß untersucht (vgl. I, V, VII, VIII und X).

#### Nachfrageanalysen und -prognosen

Nachfrageanalysen und -prognosen liegen nur in beschränkter Zahl vor. Die Gesamtnachfrage nach Getreide wird lediglich in den Arbeiten der OECD (VI), von Stojkovic (VIII) sowie von Uhlmann (IX) untersucht. Der Teilkomplex der menschlichen Ernährung darüber hinaus auch in der Arbeit von Anderson et.al (III).

Für die menschliche Erklärung werden in den Arbeiten III, VI und VIII traditionelle Nachfrageanalysen mit der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführt, wobei das verfügbare Einkommen bzw. der reale Konsumentenpreis (in VIII) als erklärende Variable fungieren.

Für die Vorausschätzungen des Futtergetreidebedarfs wird in den genannten Arbeiten von einer indirekten Schätzung ausgegangen d.h., es werden zunächst die tierische Produktion sowie

der Getreidebedarf je Einheit der tierischen Produktion für den Prognosezeitpunkt vorausgeschätzt. Von diesen Schätzgrößen wird dann die benötigte Futtergetreidemenge abgeleitet.

Der Industriebedarf nach Getreide wird im wesentlichen in Abhängigkeit von der vorausgeschätzten Bevölkerungsentwicklung prognostiziert. In ähnlicher Form wird der Saatbedarf von der prognostizierten Flächenentwicklung der Getreidearten abgeleitet.

### 3.3 Eignung der Ergebnisse vorhandener empirischer Studien für die Erstellung eines Prognose- und Simulationsmodells

- 1) Ergebnisse der "Projektion 1985": Ein Vergleich der in Abschnitt 3.1 beschriebenen Methoden und Ergebnisse der Vorausschätzungen für die "Projektion 1985" mit dem auf Grund theoretischer Überlegungen entwickelten Modellkonzept macht deutlich, daß die dort quantifizierten Schätzfunktionen nur in sehr beschränktem Maße als Ausgangsbasis dienen können:

Folgende Faktoren schränken die Verwendungsmöglichkeiten dieses Materials ein:

- a) Variable, die in direktem Zusammenhang mit politischen Maßnahmen und Strukturentwicklungen stehen, werden in den Schätzmodellen kaum explizit erfaßt. So wurden weder die Höhe der jährlich festgesetzten Preise noch Strukturvariable, wie etwa der Arbeitsbesatz je Hektar, explizit berücksichtigt. Notfalls ließe sich ein Zusammenhang zwischen den verwendeten Variablen und den tatsächlichen Einflußgrößen konstruieren, etwa zwischen den als erklärenden Größen verwendeten Produzentenpreisen und den festgesetzten Preisen als politischen

Aktionsparametern.

- b) Die Analyse und Prognose des Angebots erfolgt auf aggregiertem EG-Niveau ohne Berücksichtigung regionaler Differenzen in der Entwicklung und in den Auswirkungen bestimmter Maßnahmen.
- c) Im Hinblick auf die Analyse und Prognose der Nachfragescheinen die Schätz- und Prognosefunktionen für den menschlichen Konsum als Ausgangsmaterial für ein Simulationsmodell geeignet. Für die wichtige und wegen ihrer größeren Variabilität auch interessantere Komponente der Futternachfrage sind die Schätzfunktionen der "Projektion 1985" hingegen unzureichend. Diese stellen weder einen eindeutigen Zusammenhang mit der Entwicklung der Viehbestände her noch wird der Einfluß erfaßt, der von Veränderungen im Preisniveau bzw. in den Preisrelationen auf den Umfang und die Zusammensetzung der Futtergetreidenachfrage ausgeht.

Die Konstruktion eines Simulationsmodells allein auf der Basis der Ergebnisse der im Rahmen der "Projektion 1985" verwendeten Vorausschätzungen erscheint daher nicht sinnvoll. Ein solches Modell ließe nicht erwarten, daß damit wesentlich neue, zusätzliche Erkenntnisse gewonnen werden könnten.

- 2) Sonstige Analysen: Eine direkte Übernahme von Schätzfunktionen anderer Arbeiten ist auf Grund des zumeist mehrere Jahre zurückliegenden Endes der Referenzperiode ebenfalls nicht möglich. Zudem handelt es sich überwiegend um Studien, die sich nur auf einzel. Länder beziehen. Von der methodischen Seite ergeben sich jedoch interessante Ansatzpunkte. Diese beziehen sich

insbesondere auf die Angebotsmodelle, in denen in einzelnen Modellansätzen sowohl eine direkte Quantifizierung von strukturbezogenen Variablen erfolgte als auch politikorientierte Einflußgrößen erfaßt wurden.

Im folgenden wird daher zunächst für den Teilkomplex Getreideangebot versucht, bei der Schätzung der Angebotsfunktionen

- a) von den in Abbildung 2 dargestellten kleineren regionalen Einheiten auszugehen und
- b) Variable in den Schätzungen zu berücksichtigen, die in Beziehung zu politischen Maßnahmen und zu Strukturentwicklungen stehen.

Im Anschluß an die Quantifizierung von Angebotsmodellen werden die Bestimmungsgründe der Erzeugerpreisbildung analysiert.

Insbesondere wird untersucht, in welchem Maße ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Getreideerzeugerpreise verschiedener Länder und den jährlichen Preisfestsetzungen sowie den jeweiligen Angebotsmengen besteht. Dabei sollen vor allem auch die Aspekte der überregionalen und intertemporalen Interdependenzen Berücksichtigung finden.

Ausgangspunkt für die Erörterung der Schätzmodelle und Ergebnisse bildet jeweils eine Beschreibung der vergangenen Entwicklung des Angebots bzw. der Erzeugerpreise sowie der sich daraus ableitbaren Bestimmungsgründe der Veränderungen.

Europäische Gemeinschaften – Kommission

**Ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt**

**Teil I: Grundlagen, Modellkonzeption und Quantifizierung der Bestimmungsgründe von Angebot und Preisbildung**

**Band I: Theoretische Grundlagen und Konzeption**

Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften

1978 – 116 S. – 21 x 29,7 cm

Reihe Mitteilungen über Landwirtschaft – 1978 – 43

DE

ISBN 92-825-0365-8

Katalognummer: CB-NA-78-043-DE-C

BFR 150	DKR 26,30	DM 9,70	FF 21,50
LIT 4000	HFL 10,30	UKL 2.60	USD 4.70

**Teil I: Grundlagen, Modellkonzeption und Quantifizierung der Bestimmungsgründe von Angebot und Preisbildung.**

**Band I: Theoretische Grundlagen und Konzeption.**

Die vorliegende Studie, die in zwei Bänden veröffentlicht wird, ist der erste Teil einer umfassenden Untersuchung über ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt.

Im ersten Band werden zunächst die theoretischen Grundlagen der Systemanalyse und Simulation in der landwirtschaftlichen Sektoranalyse sowie vorhandene empirische Studien über den EG-Getreidemarkt ausgewertet. Anschliessend wird ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt konzipiert.

Im zweiten Band (Nr. 44) werden Bestimmungsgründe des Angebots und der Preisbildung sowie entsprechende Schätzfunktionen diskutiert. Zur Prognose des Angebots von Getreide wurde versucht,

- den Schätzungen eine stärkere regionale Differenzierung zugrunde zu legen,
- die Signifikanz von Variablen zu untersuchen, die im Zusammenhang mit Strukturentwicklungen stehen und
- Preise und Preisrelationen als Erklärungsgrößen der Angebotsentwicklung zu berücksichtigen.

Weitere Ergebnisse der Untersuchung (Teil II: Analyse und Prognose der Nachfrage; Teil III: Erstellung des Gesamtmodells) werden in der gleichen Reihe zur Veröffentlichung gelangen.

*Originalsprache: Deutsch*

*Mai 1978*

*Diese Studie wird nur in Deutsch veröffentlicht*

# Mitteilungen über Landwirtschaft

		Datum	Sprachen
Nr. 1	Kredite an die Landwirtschaft I. Frankreich, Belgien, G.H. Luxemburg	Februar 1976	F
Nr. 2	Kredite an die Landwirtschaft II. Bundesrepublik Deutschland	Februar 1976	D
Nr. 3.	Kredite an die Landwirtschaft III. Italien	Februar 1976	F I
Nr. 4	Kredite an die Landwirtschaft IV. Niederlande	Februar 1976	E N
Nr. 5	Karte der Dauer der Vegetationsperiode in den E.G. Mitgliedstaaten	März 1976	F D
Nr. 6	Modelle zur Analyse von Ackerbau-Rindviehhaltungsbetrieben – Technisch-wirtschaftliche Grundangaben-Schwäbisch-bayerisches Hügelland (B.R. Deutschland)	März 1976	D
Nr. 7	Modelle zur Analyse von Ackerbau-Rindviehhaltungsbetrieben – Technisch-wirtschaftliche Grundangaben : South-East Leinster (Irland), West Cambridgeshire (Vereinigtes Königreich), Fünen (Dänemark)	März 1976	E
Nr. 8	Bestimmungen über die Rinderhaltung	März 1976	F
Nr. 9	Formen der Zusammenarbeit im Fischereisektor: Dänemark, Irland, Vereinigtes Königreich	April 1976	E
Nr. 10	Die Milch- und Rindfleischmärkte der EG – Regionale Lösungsansätze für ein Gleichgewicht	Juni 1976	D E (1)
Nr. 11	Beitrag der "Berggemeinschaften" in Italien zur Entwicklung der Landwirtschaft in Berggebieten	Juli 1976	I
Nr. 12	Rolle der "Landwirtschaftlichen Entwicklungsgesellschaften in Italien" bei der Strukturreform – Anpassungsschwierigkeiten und -aussichten	Juli 1976	I
Nr. 13	Märkte für frische Zitronen und Zitronensäfte in der Europäischen Gemeinschaft	Juli 1976	E F
Nr. 14	Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Tabak und Tabak- erzeugnissen I. Tätigkeitsbericht	Juli 1976	E (2) F
Nr. 15	Der Wassergehalt von gefrorenem und tiefgefrorenem Geflügel – Prüfung von Bestimmungsmethoden	Juli 1976	F E
Nr. 16	Methoden zum Nachweis von Viren bestimmter Krankheiten in Tieren und tierischen Erzeugnissen	August 1976	E
Nr. 17	Tierärztliche Impfstoffe – Vergleichende Analyse der Bestimmungen der Mitgliedstaaten über drei wichtige Tierseuchen	August 1976	E

(1) In Vorbereitung

(2) Vergriffen

		Datum	Sprachen
Nr. 18	Die voraussichtliche Entwicklung der internationalen Versorgung mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen und ihre Folgen für die Gemeinschaft I. Weizen, Futtergetreide, Zucker, Gesamtzusammenfassung	August 1976	D F (1)
Nr. 19	Die voraussichtliche Entwicklung der internationalen Versorgung mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen und ihre Folgen für die Gemeinschaft II. Rind -und Schaffleisch, Milcherzeugnisse	September 1976	D (2) F (1)
Nr. 20	Formen der Zusammenarbeit zwischen landwirtschaftlichen Betrieben in Produktion und Vermarktung in den neuen Mitgliedstaaten	September 1976	E
Nr. 21	Sachliche Kriterien für die Beurteilung der bakteriologischen und organoleptischen Qualität der Trinkmilch	September 1976	E
Nr. 22	Untersuchung über die hygienischen Probleme der Kühlverfahren für Schlachtkörper von Geflügel	Oktober 1976	E
Nr. 23	Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Tabak und Tabakerzeugnissen II. Verwendete phytosanitäre Substanzen – Gesetzgebungen – Analysemethoden	Oktober 1976	F E
Nr. 24	Praktische Bedingungen für die Anwendung der Methoden des Integrierten Pflanzenschutzes	November 1976	F
Nr. 25	Forstwirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen auf die Umwelt in den Mitgliedstaaten der EG I. Ergebnisse und Empfehlungen	November 1976	D F E
Nr. 26	Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Tabak und Tabakerzeugnissen III. In Tabak vorgefundene Rückstände von Pflanzenschutzmitteln – Toxikologische Aspekte der Rückstände in Tabak	November 1976	F E
Nr. 27	Die Vermarktung von in die EWG eingeführtem Obst und Gemüse	Februar 1977	F
Nr. 28	Kredite an die Landwirtschaft in den Mitgliedstaaten der EG – Eine vergleichende Analyse	Februar 1977	F E
Nr. 29	Kosten der ersten Verarbeitung und der Aufbereitung von in der Gemeinschaft erzeugtem Rohtabak	März 1977	I F
Nr. 30	Schlacht tierbetäubung in den Mitgliedstaaten der EG	März 1977	D E
Nr. 31	Forstwirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen auf die Umwelt in den Mitgliedstaaten der EG II. Öffnung des Waldes für die Allgemeinheit und seine Nutzung als Erholungsraum	Mai 1977	D
Nr. 32	Forstwirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen auf die Umwelt in den Mitgliedstaaten der EG III. Stand, Entwicklung und Probleme der Mechanisierung bei der Bestandsbegründung und Holzernte und deren Auswirkungen auf die Umwelt	Mai 1977	D

(1) Vorbereitung  
(2) Vergriffen

		Datum	Sprachen
Nr. 33	Forstwirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen auf die Umwelt in den Mitgliedstaaten der EG IV. Staatliche Beihilfen (Subventionen) im Nichtstaatswald	Mai 1977	D
Nr. 34	Forstwirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen auf die Umwelt in den Mitgliedstaaten der EG V. Systeme der Waldbesteuerung und die steuerliche Belastung privater Forstbetriebe	Mai 1977	D
Nr. 35	Vorausschätzungen für den Agrarsektor – Prognose der Entwicklung der Agrarstruktur und des Faktoreinsatzes in der Landwirtschaft der EG I. Theoretische Grundlagen und Analyse vorliegender Untersuchungen	Juni 1977	D
Nr. 36	Die voraussichtliche Entwicklung der internationalen Versorgung mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen und ihre Folgen für die Gemeinschaft III. Öle und Fette, Eiweissfuttermittel	Juli 1977	D F (1)
Nr. 37	Modelle zur Analyse von Ackerbau – Rindviehhaltungsbetrieben Technisch-Wirtschaftliche Grundangaben Bassin de Rennes – Gebiet (Frankreich)	August 1977	F
Nr. 38	Ermittlung des Muskelfleischanteils an Schlachttierkörpern von Schweinen mit dem Dänischen KSA-Gerät	August 1977	D E (1)
Nr. 39	Modelle zur Analyse von Ackerbau – Rindviehhaltungsbetrieben Technisch-Wirtschaftliche Grundangaben Volvestre-Gebiet (Frankreich)	August 1977	F
Nr. 40	Der Einfluss verschiedener Fettarten in Nahrungsmitteln auf die Gesundheit	Dezember 1977	E
Nr. 41	Modelle zur Analyse von Ackerbau-Rindviehhaltungsbetrieben Technisch-Wirtschaftliche Grundangaben East Aberdeenshire-Gebiet (Schottland)	Dezember 1977	E
Nr. 42	Wassergehalt von gefrorenem und tiefgefrorenem Geflügel Prüfung von Bestimmungsmethoden (Truthühnern)	Februar 1978	F E
Nr. 43	Ein Prognose- und Simulationsmodell für den EG-Getreidemarkt Teil I: Grundlagen, Modellkonzeption und Quantifizierung der Bestimmungsgründe von Angebot und Preisbildung Band I: Theoretische Grundlagen und Konzeption	Mai 1978	D

(1) In Vorbereitung  
(2) Vergriffen

**Salgs- og abonnementskontorer · Vertriebsbüros · Sales Offices  
Bureaux de vente · Uffici di vendita · Verkoopkantoren**

**Belgique - België**

*Moniteur belge -- Belgisch Staatsblad*  
Rue de Louvain 40-42 —  
Leuvenestraat 40-42  
1000 Bruxelles — 1000 Brussel  
Tél. 512 0026  
CCP 000-2005502-27  
Postrekening 000-2005502-27

*Sous-dépôts -- Agentschappen:*

Librairie européenne — Europese  
Boekhandel  
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244  
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

**CREDOC**

Rue de la Montagne 34 - Bte 11 —  
Bergstraat 34 - Bus 11  
1000 Bruxelles — 1000 Brussel

**Danmark**

*J. H. Schultz -- Boghandel*  
Møntergade 19  
1116 København K  
Tel. 14 11 95  
Girokonto 1195

**BR Deutschland**

*Verlag Bundesanzeiger*  
Breite Straße — Postfach 108006  
5000 Köln 1  
Tel. (02 21) 21 03 48  
(Fernschreiber: Anzeiger Bonn  
8882 595)  
Postscheckkonto 834 00 Köln

**France**

*Service de vente en France des publica-  
tions des Communautés européennes*  
*Journal officiel*  
26, rue Desaix  
75732 Paris Cedex 15  
Tél. (1) 578 61 39 — CCP Paris 23-96

**Ireland**

*Government Publications*  
Sales Office  
G.P.O. Arcade  
Dublin 1  
  
or by post from  
*Stationery Office*  
Beggar's Bush  
Dublin 4  
Tel. 688433

**Italia**

*Libreria dello Stato*  
Piazza G. Verdi 10  
00198 Roma — Tel. (6) 8508  
Telex 62008  
CCP 1/2640

*Agenzia*

Via XX Settembre  
(Palazzo Ministero del tesoro)  
00187 Roma

**Grand-Duché  
de Luxembourg**

*Office des publications officielles  
des Communautés européennes*  
5, rue du Commerce  
Boîte postale 1003 — Luxembourg  
Tél. 49 00 81 — CCP 19190-81  
Compte courant bancaire:  
BIL 8-109/6003/300

**Nederland**

*Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf*  
Christoffel Plantijnstraat, 's-Gravenhage  
Tel. (070) 62 45 51  
Postgiro 42 53 00

**United Kingdom**

*H.M. Stationery Office*  
P.O. Box 569  
London SE1 9NH  
Tel. (01) 928 6977, ext. 365  
National Giro Account 582-1002

**United States of America**

*European Community Information  
Service*  
2100 M Street, N.W.  
Suite 707  
Washington, D.C. 20037  
Tel. (202) 872 83 50

**Schweiz - Suisse - Svizzera**

*Librairie Payot*  
6, rue Grenus  
1211 Genève  
Tél. 31 89 50  
CCP 12-236 Genève

**Sverige**

*Librairie C.E. Fritze*  
2, Fredsgatan  
Stockholm 16  
Postgiro 193, Bankgiro 73/4015

**España**

*Librería Mundi-Prensa*  
Castelló 37  
Madrid 1  
Tel. 275 46 55

**Andre lande · Andere Länder · Other countries · Autres pays · Altri paesi · Andere landen**

Kontoret for De europæiske Fællesskabers officielle Publikationer · Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften · Office for Official Publications of the European Communities · Office des publications officielles des Communautés européennes · Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee · Bureau voor officiële publikaties der Europese Gemeenschappen

Luxembourg 5, rue du Commerce Boîte postale 1003 Tél. 49 00 81 · CCP 19190-81 Compte courant bancaire BIL 8-109/6003/300

BFR 150    DKR 26,30    DM 9,70    FF 21,50    LIT 4000    HFL 10,30    UKL 2.60    USD 4.70

---



**AMT FÜR AMTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN  
DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN**

ISBN 92-825-0365-8

Boîte postale 1003 – Luxembourg

Katalognummer: CB-NA-78-043-DE-C