



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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

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

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

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

Skomroch, W.: Modellansatz als Funktion der Datengenauigkeit. In: Reisch, E.:
Quantitative Methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues.
Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.,
Band 4, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1967), S. 33-45.

Modellansatz als Funktion der Datengenauigkeit

Von W. SKOMROCH, Stuttgart-Hohenheim

1	Modelle in Theorie und Praxis	33
2	Modellvereinfachungen und Aussagefehler	34
2.1	Vereinfachungsarten	34
2.2	Aufheben von Vereinfachungen und Reduzieren des Fehlers ...	35
2.2.1	Berücksichtigung von innerbetrieblichen Beziehungen	35
2.2.2	Berücksichtigung der zeitlichen Aufeinanderfolge	35
2.2.3	Berücksichtigung von zwischenbetrieblichen Beziehungen	37
2.2.4	Berücksichtigung von außerbetrieblichen und außerökonomischen Größen und Beziehungen	39
2.2.5	Grenzen der Fehlerreduktion	41
2.3	Modell-Formen und Modell-Folgen	42
3	Der optimale Modellansatz	43
3.1	.. ohne Einschränkung	43
3.2	.. bei mangelnder Vergleichsbasis	43
3.2.1	... und beschränktem Modellumfang	44
3.2.2	... oder beschränkter Datengenauigkeit	44
4	Fehler und Theorie	45

1 Modelle in Theorie und Praxis

Ein Anliegen der betriebswirtschaftlichen Forschung ist, die im Betrieb vorhandenen ökonomischen Zusammenhänge zu analysieren und zu erklären. Wegen der Mannigfaltigkeit und Kompliziertheit der Vorgänge vermögen wir nicht, alle Beziehungen gleichzeitig zu erfassen und zu verfolgen. Um zu einem überschaubaren System zu gelangen, wird die phänomenale Realität im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung vereinfacht, wird nur das für die Problemstellung Wesentliche berücksichtigt. Die Abbilder solcher vereinfachten Strukturen der Wirklichkeit werden als Modelle bezeichnet.

Die Schlußfolgerungen aus Modellen sind Konditionalsätze und sagen aus, was geschieht, wenn veränderte Voraussetzungen eintreffen, bzw. umgekehrt, welche Voraussetzungen vorliegen müssen, wenn etwas Bestimmtes geschehen soll. Z. B. kann man mit Hilfe von Modellen herausfinden, welche Handlungen vollzogen werden müssen, wenn bestimmte Ziele erreicht werden sollen¹⁾.

Modelle sind ohne Zweifel ausgezeichnete Hilfsmittel bei Entscheidungen zur Gestal-

¹⁾ Handlungen selbst sind nur schwer faßbar. Da aber jede Handlung das Umwandeln einer (Ausgangs-) Situation in eine andere (End-) Situation zur Folge hat, genügt es, wenn diese beiden Situationen dargestellt werden. Ihr Vergleich läßt erkennen, welche Handlungen rückblickend stattgefunden haben bzw. vorausschauend stattfinden müssen.

tung künftiger Wirtschaftsabläufe. Doch es ist immer wieder zu fragen, wieweit das Modellergebnis durch die notwendigen Vereinfachungen beeinträchtigt wird, d. h. wieweit die als unwesentlich angesehenen Größen und Beziehungen die Modellaussage beeinflussen können. Denn es bleiben nicht nur die völlig irrelevanten Phänomene unberücksichtigt; um die Modelle praktikabel zu gestalten, müssen auch Größen und Beziehungen vernachlässigt werden, die den zur Entscheidung anstehenden Sachverhalt beeinflussen. Die Modellaussage resultiert meist nur aus einer beschränkten Auswahl von relevanten Einflüssen und hat daher einen systematischen Fehler. Neben den Möglichkeiten und Grenzen seiner Beseitigung soll im folgenden seine Berücksichtigung bei praktischen Modellansätzen skizziert werden.

2 Modellvereinfachungen und Aussagefehler

2.1 Vereinfachungsarten

Da die Beseitigung des Fehlers von Modellaussagen dem Aufheben von Vereinfachungen der Modellansätze gleichkommt, ist es angebracht, die möglichen Vereinfachungsarten kurz darzustellen.

Ein Komplex von Größen, die auf irgendeine Weise miteinander verknüpft sind, läßt sich prinzipiell auf zwei Arten zu einem überschaubaren System (weiter-) vereinfachen. Entweder man betrachtet nur den für die Problemstellung wesentlichen Ausschnitt des Ganzen, oder aber man faßt verschiedene Größen zusammen und betrachtet das nunmehr überschaubare Ganze. Den ersten Fall können wir als Isolation bezeichnen, den zweiten als Aggregation. Meist werden beide Vereinfachungen zusammen angewandt. Die Vereinfachungen durch Isolieren haben zur Folge, daß der Gesamtkomplex beschnitten wird; die Detaillierung der Größen innerhalb des Ausschnittes bleibt erhalten. Beim Aggregieren dagegen bleibt der Gesamtumfang erhalten; die einzelnen Größen werden aber nicht mehr explizit betrachtet, sondern in zusammengefaßten Einheiten.

Je nachdem ob vor bzw. nach Durchführung der Vereinfachung Beziehungen zwischen den isolierten bzw. aggregierten Teilen bestehen, sind noch zwei Unterfälle zu unterscheiden.

1. Wenn die isolierten Größen und Beziehungen völlig außer acht gelassen werden, dann wollen wir von *Ignorieren* sprechen.

Ein Beispiel hierfür ist die Unterstellung des homo oeconomicus. In einem solchen Modellansatz wird alles Handeln einzig und allein und ohne jede Einschränkung vom Streben nach Gewinn bestimmt; irgendwelche anderen Handlungsmaximen — sozialer, traditioneller oder sonstiger Art — sind ausgeschlossen.

2. Wenn der Einfluß einer isolierten Größe auf die übrigen (endogenen) Größen des Modells berücksichtigt wird, nicht dagegen umgekehrt die Einflüsse der endogenen auf die isolierte exogene Größe, dann wollen wir diese Art der Vereinfachung als (einseitiges) *Eliminieren* bezeichnen.¹⁾ Das ist z. B. der Fall, wenn aus sozialen Gründen die Arbeitskräfte nicht entlassen werden sollen; man gibt die zur Verfügung stehenden Arbeitsstunden und die zugestandenen Löhne exogen vor. Dadurch wird die Auswahl und der Umfang der übrigen Größen (d. h. die Organisation und Bewirtschaftung des Betriebes) beeinflusst, womit zwar die Auslastung der Arbeits-

¹⁾ Eine eliminierte Größe ist immer auch exogen; dagegen ist nicht jede exogene Größe eliminiert.

- kräfte variieren kann, nicht dagegen ihre Anzahl und damit die Lohnsumme¹⁾.
3. Wenn die zu aggregierenden Größen sich nicht ein- oder gegenseitig (direkt oder indirekt) beeinflussen, dann ist es eine — gegebenenfalls gewogene — *Summation*. So pflegen sich die Kosten für Pacht und Versicherung nicht zu beeinflussen; beide wirken sich dagegen auf den Betriebserfolg aus.
 4. Unter *Aggregieren* i. e. S. verstehen wir das Zusammenfassen von Größen, zwischen denen Beziehungen bestehen. Es können nur noch die zusammengefaßten Beziehungen zwischen den Aggregaten untersucht werden; die Beziehungen innerhalb der Aggregate bleiben unbeeinflussbar und wirken auch nicht detailliert auf die Aggregate.
Wenn z. B. Weizen, Gerste und Hafer zu dem Aggregat „Getreide“ zusammengefaßt werden, dann kann nicht mehr die unterschiedliche Verträglichkeit des Weizens zur Gerste und zum Hafer untersucht werden, auch nicht die des Hafers zur Zuckerrübe. Dagegen bleiben die gegebenenfalls aggregierten Relationen zwischen Halm- und Blattfrüchten unbeeinträchtigt.

2.2 *Aufheben von Vereinfachungen und Reduzieren des Fehlers*

Der Anschaulichkeit halber sollen die Möglichkeiten zur Beseitigung des systematischen Fehlers anhand von Beispielen dargestellt werden. Dabei wird gleichzeitig die Anwendung der beschriebenen Vereinfachungsarten demonstriert.

2.2.1 *Berücksichtigung von innerbetrieblichen Beziehungen (Gesamtbetrieblicher Modellansatz)*

In dem Modell der Milchviehhaltung (s. Beispiel 1a) ist das wirtschaftseigene Futter vorgegeben. Seine Menge beeinflusst die Auswahl der Produktionsverfahren und ihren Umfang. Dagegen kann die Futterproduktion weder in Art noch im Umfang von der Rindviehhaltung verändert werden.

Das ist erst möglich, wenn die Futterwirtschaft endogen in das Modell einbezogen wird (vgl. Beispiel 1b); und da die Futterwirtschaft wiederum mit der — bislang völlig ignorierten — übrigen Feldwirtschaft zusammenhängt, muß diese zumindest exogen vorgegeben, wenn nicht endogen eingeschlossen werden.

Damit haben wir durch Aufheben von Eliminierungen und Beachten von ignorierten Größen den Modellansatz für eine Betriebszweig-Kalkulation umgewandelt in einen Ansatz für eine Gesamtbetriebs-Kalkulation. Der durch die Isolation mögliche Ausnahmefehler ist vermieden.

2.2.2 *Berücksichtigung der zeitlichen Aufeinanderfolge (Dynamischer Modellansatz)*

Selbstverständlich weist auch der in Beispiel 1 skizzierte Ansatz noch eine Reihe von Vereinfachungen auf. So ist z. B. die zeitliche Aufeinanderfolge des Produktionsablaufes unberücksichtigt geblieben. Diese Aggregation verursacht immer dann einen beachtlichen Fehler in der Modellaussage, wenn relativ große Änderungen zwischen Anfangs- und Endsituation vorliegen, d. h., wenn schwerwiegende Entscheidungen notwendig sind.

In Beispiel 2a ist der Ausschnitt eines dynamischen Modellansatzes für eine Gesamt-

¹⁾ Mit sukzessiver Variation (vergl. parametrisches Programmieren) der exogenen Größe läßt sich ein undefinierter Einfluß der endogenen Größe simulieren.

BEISPIEL 1

Berücksichtigung von innerbe- trieblichen Beziehungen	Zeilen- Nummer	exogen vorgegeben	Zupachten von Ackerland	Anbau von			Bereiten von			Halten von Kühen	Aufzucht von Färsen	Verkauf von Kälbern
				Getreide	Zuckerrüben	Ackerfutter	Weidegras	Heu	Blattsilage			
Spalten-Nummer		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

a) Modellansatz für Betriebszweig-Kalkulation (Ausschnitt)

	1											
	2											
	3											
Rübenblatt a.d. Feld in dz	4	+ 1500							-1,4			
Grüngut a.d. Feld in dz	5	+ 800					-1,2	-5				
Futter in KStE	6						+10	+33	+9	-2300	-2100	
	7											
	8											
Färsen in Stck	9									-0,33	+1	
Kälber in Stck	10									+1	-1	-1
davon Kuhkälber	11									+0,5	-1	
	12											

b) Modellansatz für Gesamtbetriebs-Kalkulation (Ausschnitt)

Ackerfläche in ha	1		+1	-1	-1	-1						
dav. Getreide max. 66%	2			-0,33	+0,66	+0,66						
Rüben max. 25%	3			+0,75	-0,25	+0,75						
Rübenblatt a.d. Feld in dz	4				+300				-1,4			
Grüngut a.d. Feld in dz	5					+400	-1,2	-5				
Futter in KStE	6						+10	+33	+9	-2300	-2100	
	7											
	8											
Färsen in Stck	9									-0,33	+1	
Kälber in Stck	10									+1	-1	-1
davon Kuhkälber	11									+0,5	-1	
	12											

betriebs-Kalkulation auf der Basis von 1-Jahres-Perioden dargestellt. Es soll die unter den gegebenen Produktions- und Finanzierungsbedingungen vorteilhafteste Aufbaufolge der Milchviehhaltung gefunden werden. U. a. ist zu klären, wieviel Färsen in den einzelnen Jahren zugekauft und aufgezogen werden sollen, wieviel Kälber zum Verkauf anfallen und vor allem wie hoch der optimale Kuhbestand ist und in welchem Jahr er erreicht wird.

Im Teil b des Beispiels 2 ist eine Vereinfachung des Modells zum statischen Ansatz demonstriert. In ihm sind die zeitlichen Differenzierungen und zwischenzeitlichen Beziehungen vernachlässigt. Färsen, Kälber etc. brauchen also nicht mehr nach einzelnen Jahren unterschieden zu werden. Man kann die nunmehr „gleichnamigen“ Zeilen addieren; wir erhalten den unter 2b/1 stehenden Ausschnitt. Gleichnamige Spalten können ebenfalls addiert werden; zum Vergleich mit Beispiel 1 wurden sie anschließend auf die Einheit 1 relativiert (s. 2b/2).

Diese Vereinfachung stellt eine ziemlich unproblematische Aggregation dar. Immerhin zeigt der statische Ansatz wesentliche Unterschiede zum ersten Jahr des dynamischen Ansatzes. Wenn betriebseigene Färsenaufzucht vorgesehen ist, dann werden im ersten Jahr beim

statischen Ansatz

- 0,33 Färsen/Kuh aufzuziehen sein,
- 0,67 Kälber/Kuh verkauft werden können und
- 0 Färsen zugekauft werden müssen,

beim dynamischen Ansatz dagegen

- 0,5 Färsen/Kuh aufzuziehen sein,
- 0,5 Kälber/Kuh verkauft werden können und
- 1,0 Färsen/Kuh zugekauft werden müssen.

Dieses Beispiel zeigt, wie durch Aggregationen der Modellumfang reduziert werden kann (man bedenke, daß nur ein Ausschnitt des gesamten Betriebsmodells dargestellt ist!); es zeigt aber auch, daß dadurch ein Fehler in die Aussage kommt.

2.2.3 Berücksichtigung von zwischenbetrieblichen Beziehungen (Mehrbetrieblicher Modellansatz)

Die Preise pflegt man bei Betriebskalkulationen exogen vorzugeben, womit ihr Einfluß auf die Organisation und Bewirtschaftung berücksichtigt ist. Doch eine langfristige und in einer größeren Zahl von Betrieben gewählte Organisation kann auch umkehrt die Höhe der Preise verändern. Solch ein Aussagefehler läßt sich beseitigen, indem die Isolierung des Preises aufgehoben, d.h., indem er endogen in das Modell eingebaut wird.

Im Beispiel 3 ist der Vorgang aufs äußerste vereinfacht anhand von zwei Betrieben skizziert. Unter 3a stehen die voneinander unabhängigen Modellausschnitte. Der Betrieb A verkauft Färsen für 1500 DM/Stck. Ob er diesen Preis auch künftig erhalten wird, hängt u. a. von den Bedingungen im Betrieb B und deren Entwicklung ab. Falls z. B. die Viehpflegerlöhne steigen, wird B die Milchviehhaltung nur noch beibehalten, wenn die Färsen billiger sind. Betrieb A müßte aber gerade dann den Färsenpreis erhöhen.

Der Gleichgewichtspreis läßt sich in einem gemeinsamen Modellansatz ermitteln. Der Ausschnitt in Beispiel 3b/1 zeigt, daß die Spalten „Verkauf von Färsen“ und „Zukauf von Färsen“ zu einer Spalte „Transport von Färsen“ zusammengelegt sind. Die neue Spalte verknüpft die beiden Modelle von Beispiel 3a; der Färsenpreis wird nunmehr

BEISPIEL 2

Berücksichtigung der zeitlichen Aufeinanderfolge	Zeilen- Nummer	1. Jahr				2. Jahr				3. Jahr				4. Jahr			
		Einstellen von Kühen	Aufzucht von Färsen	Zukauf von Färsen	Verkauf von Kälbern	Einstellen von Kühen	Aufzucht von Färsen	Zukauf von Färsen	Verkauf von Kälbern	Einstellen von Kühen	Aufzucht von Färsen	Zukauf von Färsen	Verkauf von Kälbern	Einstellen von Kühen	Aufzucht von Färsen	Zukauf von Färsen	Verkauf von Kälbern
Spalten- Nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

a) Dynamischer Modellansatz (Ausschnitt)

1. Jahr	Färsen	in Stck	1	-1													
	Kälber	in Stck	2	+1	-1	+1	-1										
	dav. Kuhkälber	in Stck	3	+0,5	-1												
2. Jahr	Färsen	in Stck	4														
	Kälber	in Stck	5	+1				-1	+1	-1							
	dav. Kuhkälber	in Stck	6	+0,5				+0,5	-1								
3. Jahr	Färsen	in Stck	7		+1												
	Kälber	in Stck	8	+1				+1			-1	+1	-1				
	dav. Kuhkälber	in Stck	9	+0,5				+0,5			+0,5	-1					
4. Jahr	Färsen	in Stck	10														
	Kälber	in Stck	11					+1	+1					-1	-1	+1	-1
	dav. Kuhkälber	in Stck	12					+0,5			+0,5			+0,5	-1		
5. Jahr	Färsen	in Stck	13									+1					
	Kälber	in Stck	14											+1			
	dav. Kuhkälber	in Stck	15								+0,5			+0,5			
6. Jahr	Färsen	in Stck	16												+1		
	Kälber	in Stck	17											+1			
	dav. Kuhkälber	in Stck	18											+0,5			

		19	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1
Färsen	in Stck	19	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1
Kälber	in Stck	20	+3	-1		+3	-1				-1		+3	-1		
dav. Kuhkälber	in Stck	21	+1,5	-1		+1,5	-1				-1		+1,5	-1		
2. Addition gleichnamiger Spalten (und Division)																
Färsen	in Stck	22	-0,33	+1	+1											
Kälber	in Stck	23	+1	-1		-1										
dav. Kuhkälber	in Stck	24	+0,5	-1												

b) *Statischer Modellansatz (Ausschnitt)*

1. Addition gleichnamiger Zeilen

2. Addition gleichnamiger Spalten (und Division)

vom System bestimmt. Lediglich 200 DM sind noch für Transportkosten, Handelsspanne, Gewinnforderungen eines der beiden Betriebe etc. exogen vorgegeben.

Falls der Güteraustausch direkt stattfindet und der Betrag Null ist oder ignoriert werden soll, kann der Ansatz zu der unter 3b/2 stehenden Form vereinfacht werden. Hier sind die beiden Färsen-Zeilen addiert; die neue Zeile verbindet die Einzelmodelle. Die Spalte „Transport von Färsen“ ist durch die Addition leer geworden und fällt weg.

Durch das Aufheben der Vereinfachung beim Übergang von 3 a zu 3b/1 konnte der Aussagefehler verringert werden. Mit der anschließenden Aggregation in 3b/2 ist er dagegen erhöht worden, es sei denn, es fallen keine Austauschkosten an.

2.2.4 *Berücksichtigung von außerbetrieblichen und außerökonomischen Größen und Beziehungen*

Kennzeichen für ein betriebswirtschaftlich orientiertes Modell ist, daß außerbetriebliche — also z. B. auch volkswirtschaftliche — und erst recht außerökonomische — wie z. B. soziologische, soziale, psychologische, ethische, ästhetische — Größen nicht endogen (!) berücksichtigt werden. Das ist das Ergebnis einer Reihe von Vereinfachungen, die sich durch die konsequente Beschränkung auf das Zentralproblem der *betriebswirtschaftlichen* Forschung ergibt.

Der Betrieb ist Erkenntnisobjekt für eine ganze Reihe von wissenschaftlichen Disziplinen, wie z. B. der Betriebssoziologie, -psychologie, -technologie, -wirtschaft, Nationalökonomie usw.. Sie alle haben ihr spezielles Zentralproblem am gleichen Objekt. Das der *Betriebswirtschaft* ist das Ermitteln und Vergleichen von Aufwand und Ertrag.

Dabei dürfen die Probleme und Erkenntnisse der anderen Disziplinen nicht ignoriert werden und sie brauchen auch nicht ignoriert zu werden.

Durch exogenen Ansatz kann der Einfluß von vielen außerbetrieblichen und außerökonomischen Größen auf die betriebswirtschaftlichen Größen und Beziehungen berücksichtigt werden¹⁾.

1) Die Quantifizierung ist nicht immer unproblematisch, sie ist aber immer möglich, zumindest in Form von Erwartungswerten. Denn die exogenen Größen brauchen nur so in das Modell eingesetzt zu

BEISPIEL 3

Berücksichtigung von zwischenbetrieblichen Beziehungen	Zeilen- Nummer	Betrieb A				Betrieb B			Transport v. Färsen
		Halten von Kühen	Aufzucht von Färsen	Verkauf von Färsen	Verkauf von Kälbern	Halten von Kühen	Zukauf von Färsen	Verkauf von Kälbern	
Spalten- Nummer		1	2	3	4	5	6	7	8

a) Modellansätze der Einzelbetriebe (Ausschnitte)

Betr. A	Geldverkehr in DM	1			+1500				
	Färsen in Stck	2	-0,33	+1	-1				
	Kälber in Stck	3	+1	-1					
	dav. Kuhkälber in Stck	4	+0,5	-1		-1			
Betr. B	Geldverkehr in DM	5					-1700		
	Färsen in Stck	6				-0,25	+1		
	Kälber in Stck	7				+1		-1	
	dav. Kuhkälber in Stck	8				+0,5			

b) Modellansatz für Betriebsgruppen (Ausschnitte)

1. Indirekter Gütertausch (mit Transportkosten etc.)

Geldverkehr in DM		9							-200
Betr. A	Färsen in Stck	10	-0,33	+1					-1
	Kälber in Stck	11	+1	-1		-1			
	dav. Kuhkälber in Stck	12	+0,5	-1					
Betr. B	Färsen in Stck	13					-0,25		+1
	Kälber in Stck	14					+1		
	dav. Kuhkälber in Stck	15					+0,5	-1	

2. Direkter Gütertausch (ohne Transportkosten etc.)

Geldverkehr in DM		16							
Färsen in Stck		17	-0,33	+1			-0,25		
Betr. A	Kälber in Stck	18	+1	-1		-1			
	dav. Kuhkälber in Stck	19	+0,5	-1					
Betr. B	Kälber in Stck	20					+1		-1
	dav. Kuhkälber in Stck	21					+0,5		

Eine andere Möglichkeit ist, durch entsprechende Modifikation von betriebswirtschaftlichen Größen den Einfluß von außerökonomischen Fakten sozusagen implizite ins Modell einzubauen. So läßt sich z. B. die unterschiedliche Sorgfalt bei der Betreuung von verschieden großen Sauenbeständen durch differenzierte Ertrags- und/oder Aufwandsmengen zum Ausdruck bringen.

Obwohl von *betriebswirtschaftlicher* Seite an umsichtig aufgesetzten Modellen kaum etwas auszusetzen ist¹⁾, dürfen wir nicht übersehen, daß durch die unberücksichtigten Rückwirkungen der endogenen auf die exogenen Größen und durch die unberücksichtigten Beziehungen innerhalb der Aggregate die Modellaussage fehlerhaft sein kann. Die Konsequenz ist, auch diese Vereinfachungen abzubauen. Einen Ansatz dafür zeigt das Beispiel 3. Eine weitergehende Einbeziehung von gesamtwirtschaftlichen Größen findet häufig in Regionalmodellen statt. In gleicher Weise müßten die außerökonomischen, exogen eingesetzten Größen zu endogenen überführt werden.

2.2.5 Grenzen der Fehlerreduktion

Mit dem Abbau von Vereinfachungen, d. h. mit der sukzessiven Approximation an die Wirklichkeit steigt der Modellumfang und steigen die Ansprüche an die Daten. Hier

werden, daß ihre Wirkung auf Ertrag und Aufwand zum Ausdruck kommt. Eine auf den betriebswirtschaftlichen Komplex wirkende soziologische Komponente braucht z. B. genauso wenig in der in ihrer Grundwissenschaft diskutierten Form in das Modell eingebaut zu werden wie das Wetter. Die Einflüsse von Bodengüte und Klima auf eine Menge Samenkörner pflügen wir — eventuell unter Variation von Düngung und Bearbeitung — in dem Aggregat „Naturalertrag“ zusammenzufassen. Besondere Fähigkeiten des Betriebsleiters können ebenfalls mit den sie betreffenden Ertrags- und Aufwandsmengen aggregiert werden. Eine psychologische oder bildungsmäßig bedingte Verhaltensweise kann man z. B. dadurch zum Ausdruck bringen, daß sich die wirtschaftlich vorteilhafte und technisch mögliche Änderung eines gegebenen Zustandes innerhalb eines bestimmten Zeitraumes nur zum Teil oder gar nicht durchführen läßt; dazu brauchen in einem dynamischen Modell lediglich sogenannte Flexibilitätskoeffizienten zusätzlich eingesetzt zu werden.

¹⁾ Zur Betrachtung anderer Problemstellungen müssen sicherlich andere Größen und Beziehungen berücksichtigt werden. Lediglich ein Totalmodell ließe exakte Aussagen über sämtliche Probleme zu. Eine andere Sache ist dagegen die optimale Lösung eines *gegebenen* Modellansatzes. Solange unter den in ihm beschriebenen Voraussetzungen und Bedingungen nicht nur eine einzige Lösung möglich ist, solange also noch Alternativen vorhanden sind, wird man vernunftgemäß eine bestmögliche Auswahl treffen. Dazu muß bekannt sein, in Bezug worauf die Auswahl zu treffen ist, d. h., welches Ziel angestrebt wird. Auch in betriebswirtschaftlichen Modellen braucht es nicht immer die ökonomische Maxime und schon gar nicht die Gewinnmaximierung zu sein. Bei den folgenden drei Bedingungen können ohne weiteres drei optimale Lösungen desselben Modellansatzes möglich sein:

1. Ausgewählt wird eine Kombination, in der das Roheinkommen möglichst hoch ist, die Getreidefläche max. 66 v. H. der AF einnimmt und die Arbeitskräfte max. 2200 AKh/AK u. Jahr genutzt werden.
2. Ausgewählt wird eine Kombination, in der die Getreidefläche möglichst klein ist, das Roheinkommen min. 10 000 DM/Jahr beträgt und die Arbeitskräfte max. 2200 AKh/AK u. Jahr genutzt werden.
3. Ausgewählt wird eine Kombination, in der die Arbeitskräfte möglichst gering ausgelastet sind, das Roheinkommen min. 10 000 DM/Jahr beträgt und die Getreidefläche max. 66 v.H. der AF einnimmt.

liegen offenbar die absoluten Grenzen für die Beseitigung des systematischen Fehlers von Modellaussagen.

So muß man gegenwärtig z. B. bei Regionalmodellen wegen der — hoffentlich nur vorübergehend — beschränkten Kapazität der Elektronenrechner ziemlich umfangreiche Aggregationen vornehmen. Während an dem einen Ende durch die endogene Berücksichtigung von bislang exogen gehaltenen Größen der Aussagefehler verringert wird, wird er am anderen Ende durch die Aggregationen — in hoffentlich geringerem Maße — wieder erhöht.

Von den rein materiellen Schwierigkeiten abgesehen, erheben sich hinsichtlich der Daten grundsätzliche Bedenken. Da ist zunächst das Problem der Quantifizierbarkeit. Die außerökonomischen Größen lassen sich zwar *exogen* oder *implizit* im Modellansatz zum Ausdruck bringen (vgl. Fußnote S. 34). Es ist aber zu bezweifeln, ob auch alle für einen *endogenen* Ansatz ausreichend quantifizierbar sind. Man muß eventuell immer beim vereinfachten Ansatz bleiben und kann nur durch sukzessive Variation der exogenen Größen und impliziten Beziehungen die Einflüsse simulieren.

Bei rückblickenden Erklärungsmodellen lassen sich die quantifizierbaren Größen eventuell exakt erfassen. In Prognosemodellen, die für Entscheidungen über künftige Betriebsvorgänge notwendig sind, ist das jedoch kaum möglich. Denn die meisten ihrer Daten haben den Charakter von immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorauszusagenden Erwartungswerten.

So können wir wohl den Schluß ziehen, daß sich zumindest in absehbarer Zeit der Aussagefehler von Entscheidungsmodellen nicht völlig beseitigen lassen wird. Wenn wir uns schon damit abfinden müssen, dann möchten wir ihn doch wenigstens in einer möglichst optimalen Weise beim Ansatz von Modellen berücksichtigen.

2.3 Modell-Formen und Modell-Folgen

Aus der bisherigen Betrachtung können zwei für die folgenden Überlegungen wichtige Feststellungen getroffen werden.

1. Die im betrieblichen Bereich zu fallenden Entscheidungen betreffen (künftige Kausal-) Abläufe. Wohl alle darin vorkommenden Größen, ihre Zusammenhänge und Beziehungen lassen sich zumindest approximativ in Matrizen-Modellen darstellen.

Damit soll nicht gesagt sein, daß das die für eine gegebene Problemstellung einfachste, vorteilhafteste oder eleganteste oder gar einzige Darstellungsform ist. Es ist damit auch nicht gesagt, daß auf alle diese Matrizen-Modelle immer derselbe oder dieselben Lösungsalgorithmen anzuwenden sind.

Die Feststellung, daß sich die Probleme *auch* in Matrizenform darstellen lassen, soll uns lediglich der Mühe entheben, bei den folgenden Überlegungen auf die verschiedenen Modellformen, die für die diversen Entscheidungsprobleme entwickelt wurden, getrennt einzugehen.

2. Die verschiedenen (Teil-)Modelle sind Vereinfachungen eines — bislang nur denkbaren — Totalmodells. Es ist daher möglich, sie ineinander zu überführen. Durch Aufheben und/oder Anwenden der beschriebenen Vereinfachungsarten ergibt sich eine Folge von Modellansätzen, die sich der Wirklichkeit kontinuierlich nähern, d. h., deren Aussagefehler kontinuierlich kleiner wird.

Wenn auch meist nur einige Typen angewandt werden (z. B. solche für Verfahrens-, Organisations-, Intensivierungs-, Investitionsentscheidungen etc.), so zeigen uns doch bereits die angeführten Beispiele, daß die Zahl der möglichen Modellansätze nahezu unbegrenzt ist.

3 Der optimale Modellansatz . . .

Aufgrund der Darlegungen in Abschnitt 2 können die Kriterien für den unter den jeweiligen Bedingungen optimalen Ansatz von Entscheidungsmodellen abgeleitet werden. In der Praxis steht auch beim Ansatz von Modellen das Prinzip des Angemessenseins im Vordergrund. Selbst wenn eine absolute Aussagegenauigkeit möglich wäre, so würde es wohl kaum opportun sein, sie zu erlangen. Denn jeder höhere Genauigkeitsgrad läßt sich nur mit einem größeren Modellumfang und damit größerer Datenzahl und -genauigkeit erzielen. Auch hier dürften die Gesetzmäßigkeiten der Kostenprogression anzutreffen sein, d. h., das letzte Prozent Aussagegenauigkeit zu beseitigen, wird wesentlich mehr an Modellumfang und zusätzlichen Daten erfordern als das zehnte Prozent.

3.1 . . . ohne Einschränkung . . .

Man wird daher versuchen, nur so genau zu sein, wie es noch rentabel ist. Voraussetzung für die Bestimmung solch eines Modellansatzes ist, daß der Aufwand für zusätzliche Daten, höhere Datengenauigkeit und größeren Modellumfang einerseits sowie der Informationszuwachs durch eine höhere Aussagegenauigkeit andererseits monetär bewertet oder irgendwie anders verglichen werden können.

Unter diesen Bedingungen ist ein Modellansatz optimal, wenn die Vereinfachungen soweit reduziert werden, bis ihr weiterer Abbau mehr kostet als der Aussagewuchs einbringt.

Vereinfachungen, deren Reduktion mehr Aufwand bereitet als der damit erzielte Informationszuwachs einbringt, bleiben unverändert oder werden sogar noch erhöht, wenn dadurch mehr Kosten eingespart werden als Information verlorengeht.

3.2 . . . bei mangelnder Vergleichsbasis . . .

In der überwiegenden Zahl der Fälle dürfte eine Vergleichbarkeit zwischen Ertrag und Aufwand des Modellansatzes nicht gegeben sein. In diesen Situationen ist es angebracht, eine für den Aussagewerk noch ausreichende Genauigkeit mit möglichst geringem Datenaufwand und Modellumfang zu erreichen und soviel „Unwesentliches“ zu isolieren und zu aggregieren wie möglich.

Um einen in diesem Sinne optimalen Modellansatz formulieren zu können, muß neben dem Entscheidungsproblem auch die *gewünschte Aussagegenauigkeit* angegeben werden. Aus der kontinuierlichen Folge der Modelle kann dann der Ansatz gefunden werden, bei dem die gewünschte Genauigkeit erreicht und Modellumfang und Datenaufwand möglichst klein sind. Dazu folgende Überlegung und Definition:

1. Die Aussagegenauigkeit kann nicht größer sein als die ungenaueren Daten des Modells es zulassen. Sie kann z. B. nicht dadurch erhöht werden, daß irgendwelche Aggregate feinstens detailliert werden, wenn eine exogen gesetzte Größe grobe Ungenauigkeiten ins Modell bringt.
2. Die Datengenauigkeit ist dann ausgeglichen, wenn durch die Erhöhung von (maximal $n-1$) Vereinfachungen¹⁾ die Aussagegenauigkeit sinkt und durch die Reduzierung von (max. $n-1$) Vereinfachungen die Aussagegenauigkeit nicht steigt.

Ein Modellansatz ist unter diesen Bedingungen optimal, wenn die gewünschte Aussagegenauigkeit erfüllt und die Datengenauigkeit ausgeglichen ist.

¹⁾ n ist die Gesamtzahl der Vereinfachungen

Er wird gefunden, indem die Vereinfachungen bei den einzelnen Größen so lange erhöht oder reduziert werden, bis die gewünschte Aussagegenauigkeit erreicht ist. Dieser Modellansatz kann nur unter der Voraussetzung aufgestellt werden, daß der Modellumfang ausreichend groß sein kann und die Daten ausreichend genau erfaßt werden können. Wie aber im Abschnitt 2.2.5 festgestellt wurde, werden beide Bedingungen nicht unbedingt immer erfüllt sein.

3.2.1 ... und beschränktem Modellumfang ...

Wenn der Modellumfang aus irgendwelchen Gründen nicht die für den (nach Abschnitt 3.2) optimalen Ansatz notwendige Größe haben darf, dann kann die gewünschte Aussagegenauigkeit nicht eingehalten werden. Soll die bei dem gegebenen Modellumfang noch *höchstmögliche Aussagegenauigkeit* erreicht werden, so ist eine ausgeglichene Datengenauigkeit anzustreben.

Dieser Fall wird besonders bei überbetrieblichen Modellansätzen (z. B. Regionalmodellen etc.) zutreffen. Hier muß das für die Aussage vorteilhafteste Verhältnis zwischen dem Einbeziehen von zusätzlichen Größen und Beziehungen und dem Zusammenfassen von anderen Größen gefunden werden. Die Reduktion von Isolierungen vermindert den Fehler, erhöht aber den Modellumfang und muß durch anderweitige Aggregation kompensiert werden. Das ist so lange fortzusetzen, wie die Fehlerverminderung größer ist als die Fehlerzunahme durch die Aggregation.

3.2.2 ... oder beschränkter Datengenauigkeit

Wenn die erforderlichen Daten aus irgendwelchen Gründen nicht die für den (nach Abschnitt 3.2) optimalen Ansatz notwendige Genauigkeit haben, dann kann die gewünschte Aussagegenauigkeit ebenfalls nicht eingehalten werden. Soll der bei der — nunmehr durch das ungenaueste Datum — gegebenen Aussagegenauigkeit *kleinstmögliche Datenaufwand* betrieben werden, so ist eine ausgeglichene Datengenauigkeit anzustreben.

Dieser Fall ist bei einzelbetrieblichen Modellansätzen zu erwarten. Die Exaktheit der exogenen Größen (z. B. Preise, Erträge etc.) wird die Schranke für die Aussagegenauigkeit sein. Es hat dann keinen Zweck, die übrigen Daten des Betriebes übermäßig genau zu erfassen und weit zu detaillieren. Das ist insbesondere dann sinnlos, wenn der Erwartungswert z. B. im Zuge technischer Entwicklung sehr weit vom Erfahrungswert abzuweichen pflegt.

Meist wird eine feinere Detaillierung nur dann Sinn haben, wenn die übrigen Größen ebenfalls genauer erfaßt werden. Bevor man in einem Betrieb für künftige Planungszwecke detaillierte Aufzeichnungen machen läßt oder einen weituntergliederten Kontenrahmen empfiehlt, sollte man abschätzen, wie groß der Fehler im Ergebnis durch die isolierten Faktoren wird.¹⁾

¹⁾ Bei individueller Betriebsplanung ist es sehr problematisch, allgemein verbindliche Formulare oder Kontenpläne zur Datenerfassung — insbesondere für den innerbetrieblichen Bereich — auszuarbeiten. Mit ihnen sind nämlich nicht nur die Datengenauigkeit und der Modellansatz gegeben, sondern auch die Aussagegenauigkeit. Wenn diese für alle möglichen Kalkulationsfälle ausreichend sein soll, dann müssen Kontenpläne und Formulare für alle Einzelheiten sehr detailliert sein. Jeder Betrieb muß nun alles genau aufschreiben und wird dessen überdrüssig, er gibt auf und ihm fehlen auch die Daten der für ihn wichtigen Betriebsteile. Sind dagegen die Aufzeichnungen nicht sehr detailliert zu machen, dann tun es die Betriebsleiter zwar, aber die Aussagegenauigkeit wird in vielen Fällen nicht ausreichen.

In den meisten Fällen ist eine weite Datendetaillierung und/oder -genauigkeit für Betriebskalkulationen nur angebracht

1. bei Produktionsmitteln und Produktionsverfahren, die einen großen Umfang und dadurch einen großen Einfluß auf das Ergebnis haben bzw. haben können und
2. bei Produktionsmitteln, die relativ knapp sind (z. B. meist nicht sämtliche Arbeiten, sondern nur die unaufschiebbaren während der Arbeitsspitzen) sowie bei Produktionsverfahren, die sehr unterschiedliche Faktoransprüche haben (z. B. lohnt es kaum einmal, die Getreidearten aufzugliedern).

Mit der Weiterentwicklung der rechentechnischen Hilfsmittel ist zu erwarten, daß der Modellumfang immer seltener restriktiv wirkt. Die Aussichten auf eine einschneidende Verbesserung der Datengenauigkeit sind dagegen nicht so günstig (vgl. Abschnitt 2.2.5). Die Mehrzahl der Modellansätze und ihre Aussagegenauigkeit wird daher auf lange Sicht von der möglichen Datengenauigkeit bestimmt.

4 Fehler und Theorie

Das Problem des systematischen Fehlers von Modellaussagen wurde hier nur im Hinblick auf die praktische Nutzenanwendung behandelt. Eine kurze Rückbesinnung zeigt aber, daß es nicht allein die Praxis angeht. Wenn die Tätigkeit des wissenschaftlichen Forschers nicht nur darin besteht, Sätze oder Systeme von Sätzen aufzustellen, sondern sie auch systematisch zu überprüfen [5], dann betrifft die aufgeworfene Fragestellung genauso die Wissenschaft selbst.

Die hypothetisch-deduktive Erklärung eines Problems wird erst dann akzeptabel, wenn sie sich an der Realität bewährt hat. Selbst sehr plausible und elegante Modelle bleiben Hypothesen; erst die Überprüfung an der Wirklichkeit — und damit die Anwendbarkeit in der Praxis, d. h. die Prognosefähigkeit mit ausreichender Realitätsnähe — bringt den Übergang zur Theorie.

Diese Überprüfung ist seit der Entwicklung von elektronischen Rechenhilfsmitteln in einem weit strengeren Maße durchführbar als es noch vor einem Jahrzehnt möglich schien. Viele Teile des theoretischen Gebäudes werden nunmehr operational. Bei der praktischen Anwendung werden neue Probleme sichtbar und neue Erkenntnisse gewonnen. So müssen wir auch feststellen, daß der Fehler nicht beliebig klein gehalten oder gar völlig beseitigt werden kann. Es wird uns nichts anderes übrigbleiben, als ihn in unsere — fast ausschließlich deterministische — Theorie einzubauen. Wir werden uns damit abfinden müssen, „mit dem Fehler zu leben“.

Literatur

1. ALLEN, R. G. D.: *Mathematical economics*, 2nd Edition. London 1963
2. ANGERMANN, A.: *Entscheidungsmodelle*. Frankfurt 1963
3. KROMHARDT, W., HENN, R. und K. FÖRSTNER: *Lineare Entscheidungsmodelle*. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1962
4. MORGENSTERN, O.: *Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen*, 2. Aufl. Wien — Würzburg 1965
5. POPPER, K. R.: *Logik der Forschung*, 2. Aufl. Tübingen 1966