Gruber, J.: Eine ökonometrische Methode zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente. 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. 426- 450.

Eine ökonometrische Methode zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente[1])

Von J. Gruber, Ph. D., München-Weihenstephan

[1]) Auszug aus der Dissertation „Die Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente zur Stabilisierung des amerikanischen Rindermarktes mit Hilfe einer ökonometrischen Methode", Technische Hochschule München, 1967.

1 Einleitung

1.1 *Allgemeine Bemerkungen*

Die Unvereinbarkeit verschiedener Zielvorstellungen, die Unsicherheit vieler Ausgangsdaten und die Zunahme der Information sind drei Fakten, mit denen der Wirtschaftspolitiker bei seinen Entscheidungen rechnen muß. Eine ökonometrische Methode, die unter solchen Bedingungen zur Ermittlung optimaler wirtschaftspolitischer Maßnahmen verwendet werden kann, ist in den letzten Jahren von Wirtschaftswissenschaftlern im angelsächsischen Sprachraum entwickelt worden. Sie ist vereinzelt auf verschiedenen Gebieten der makro- und mikroökonomischen Forschung angewendet worden, aber meines Wissens noch nicht in der agrarökonomischen Forschung.
In der vorliegenden Studie wird ein Abriß dieser Methode gegeben und kurz über eine vom Verfasser durchgeführte Anwendung zur Ermittlung optimaler wirtschaftspolitischer Maßnahmen zur Stabilisierung des amerikanischen Rindermarktes berichtet.[1]

1.2 *Definition verbaler Ausdrücke*

Eine wirtschaftspolitische Maßnahme wird im weiteren ein wirtschaftspolitisches Instrument oder kurz ein Instrument genannt. Ein Instrument ist eine Variable, deren Größe vom Träger der Wirtschaftspolitik direkt beeinflußt werden kann [10, S. 34]. Eine Variable, die als Instrument verwendet wird, wird auch als *Instrumentvariable* bezeichnet.
Eine *Zielvariable* ist eine ökonomische Größe, die vom Träger der Wirtschaftspolitik durch die Wahl bestimmter Werte der Instrumente teilweise beeinflußbar ist. Beeinflußbar ist nur der deterministische Teil des Wertes einer Zielvariablen; der stochastische Teil hingegen wird von Kräften bestimmt, die außerhalb des Machtbereichs des Trägers der Wirtschaftspolitik liegen.
Anstelle des Ausdrucks „*Träger der Wirtschaftspolitik*" wird auch der kürzere Ausdruck „Wirtschaftspolitiker" verwendet. Durch den Gebrauch dieser Ausdrücke in der Einzahl soll aber die Zahl der Subjekte, die wirtschaftspolitische Entscheidungen treffen, nicht festgelegt werden. Auch ist nicht nur an staatliche Einrichtungen zu denken, wenn von einem Träger der Wirtschaftspolitik die Rede ist.
Die *erwünschten Werte* der Zielvariablen und der Instrumente, die auch erstrebte Werte genannt werden, sind solche, die der Wirtschaftspolitiker aus irgendwelchen Gründen

[1]) Ein Promotionsstipendium der Stiftung Volkswagenwerk ermöglichte es mir, meinen Studienaufenthalt am Department of Economics der Iowa State University in Ames, Iowa, um acht Monate zu verlängern und diese Studie zu beginnen. Die meisten Berechnungen wurden nach meiner Rückkehr aus den USA ausgeführt am Rechenzentrum der Kommission für elektronisches Rechnen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München.

allen übrigen Werten dieser Variablen vorzieht und die er deshalb zu verwirklichen sucht, wenn die wirtschaftlichen Bedingungen es erlauben.
Die *optimalen Werte* der Ziel- und Instrumentvariablen sind die Werte, die den mathematischen Erwartungswert der Zielfunktion bei den gegebenen Präferenzen des Wirtschaftspolitikers und den gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen maximieren. Die Präferenzen des Wirtschaftspolitikers sind quantifiziert in den erwünschten Werten der Ziel- und Instrumentvariablen und in den Gewichtungsfaktoren der Abweichungen von den erwünschten Werten. Die wirtschaftlichen Bedingungen werden dargestellt durch ein ökonometrisches Modell des Untersuchungsgegenstandes, in das die jeweils verfügbare Information aufgenommen wird.
Die *resultierenden Werte* der Zielvariablen sind die Werte, die sich ergeben, wenn die optimalen Instrumentwerte verwirklicht werden. Sie unterscheiden sich von den optimalen Werten der Zielvariablen, wenn bei der Voraussage von Ausgangsdaten für die Ermittlung der optimalen Instrumentwerte Prognose- und folglich Entscheidungsfehler gemacht werden.

1.3 *Definition mathematischer Ausdrücke*

$y_i(t)$ bezeichnet die i-te endogene Variable oder Zielvariable in der Periode t.

$x_i(t)$ bezeichnet die i-te exogene Variable oder Instrumentvariable in der Periode t.

$z_i(t)$ steht für $y_i(t)$ und für $x_i(t)$.

Mit diesen Vereinbarungen lassen sich verschiedene Werte einer Variablen wie folgt definieren (vgl. Abschnitt 1.2):

$z_i^u(t)$ = der ursprüngliche Wert, d. h. (in den meisten Fällen) der in statistischen Quellen veröffentlichte Wert.

$z_i^T(t)$ = der langfristige Trendwert, d. h. der mit Hilfe einer Regressionsgleichung für die Periode t vorausgesagte Wert. Die Regressionsgleichung wird gewonnen durch Regression von $z_i^u(t)$ auf eine Zeitvariable ($t = 1, \ldots, T^*$).

$z_i(t)$ $= z_i^u(t) - z_i^T(t) =$ die Abweichung des ursprünglichen Wertes vom langfristigen Trendwert.

$z_i^e(t)$ = der erwünschte Wert.

$z_i^a(t)$ $= z_i^e(t) - z_i^T(t)$ ist die Abweichung des erwünschten Wertes vom langfristigen Trendwert.

$z_i^d(t)$ $= z_i^u(t) - z_i^e(t) = z_i^u(t) - z_i^a(t) - z_i^T(t) = z_i(t) - z_i^a(t) =$ die unerwünschte Abweichung.

$\hat{z}_i(t)$ = die optimale (weil den mathematischen Erwartungswert der Präferenzfunktion maximierende) Abweichung vom erwünschten Wert. (Es ist eine Vereinfachung von $\hat{z}_i^d(t)$, dem Zeichen für die optimale aber im Grunde dennoch unerwünschte Abweichung.)

$z_i^o(t)$ $= z_i^e(t) + \hat{z}_i(t) =$ der optimale Wert der i-ten Variablen.

$z_i^r(t)$ = der resultierende Wert der i-ten Variablen.

$\Delta_i^{bc}(t) = [(z_i^b(t) - z_i^c(t))/z_i^c(t)] \times 100$ ist die Abweichung des b-Wertes vom c-Wert in Prozent des c-Wertes der i-ten Variablen in der Periode t. (b und c stehen für u, e o und r.)

Die Vektoren dieser Werte der Variablen werden durch dieselben Symbole bezeichnet wie die einzelnen Werte der Variablen, ausgenommen die Indizes i und t, die in der Vektorbezeichnung weggelassen werden. Es gilt beispielsweise

$$z = \begin{bmatrix} z(1) \\ \vdots \\ z(t) \\ \vdots \\ z(T) \end{bmatrix}, \text{wobei } z(t) = \begin{bmatrix} z_1(t) \\ \vdots \\ z_i(t) \\ \vdots \\ z_N(t) \end{bmatrix} = (z_i(t))' \quad (i = 1, \ldots, N).$$

Der Index * wird bei Bedarf hinzugefügt. Ein Apostroph bedeutet Transponierung. Matrizen werden mit großen Buchstaben, ihre Elemente mit den entsprechenden kleinen Buchstaben und die Schätzwerte der Elemente mit ^ bezeichnet.

1.4 *Literaturhinweise*

Da in dieser Untersuchung die Darstellung der Theorie auf das Notwendigste beschränkt werden muß, wird auf [10] verwiesen, das eine relativ ausführliche Entwicklung der Theorie, mehrere Anwendungsbeispiele und zahlreiche Literaturhinweise enthält. Die Formeln zur Berechnung der optimalen Werte wirtschaftspolitischer Instrumente werden dem Artikel von VAN DE PANNE [14] entnommen. Sie sind das Ergebnis einer Verbesserung der von THEIL [10] beschriebenen Rechenmethoden. Die in diesen beiden Veröffentlichungen vorkommenden Symbole und Definitionen werden in vorliegender Arbeit weitgehend verwendet.
Den allgemeinen theoretischen und methodischen Rahmen für diese Untersuchung enthalten [1; 12; 9]. Relativ elementare mathematische und statistische Kenntnisse genügen beim Studium mehrerer Kapitel von [7]. Besonders zu empfehlen ist [2].

1.5 *Vorläufige Bemerkungen über die Untersuchungsmethode*

Die in dieser Untersuchung verwendete ökonometrische Methode zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente für einen aus mehreren Perioden bestehenden Planungs- oder Untersuchungszeitraum berücksichtigt

a) die Unvereinbarkeit verschiedener erwünschter Werte,
b) die Unsicherheit vieler Ausgangsdaten und
c) die Zunahme der in den einzelnen Perioden verfügbaren Information.

Zu a): Die erwünschten Werte der Zielvariablen und der Instrumente sind unvereinbar in dem Sinn, daß die wirtschaftlichen Bedingungen im Normalfall es nicht erlauben, die erwünschten Werte gleichzeitig zu verwirklichen. Bestimmten Werten der Instrumentvariablen entsprechen nämlich (von den Einflüssen von Störvariablen abgesehen) ganz bestimmte Werte der Zielvariablen. Sind die erwünschten Werte unvereinbar, dann wählt der Wirtschaftspolitiker Werte der Instrumentvariablen, die zwar von den erwünschten Werten abweichen, die aber den Schaden möglichst klein halten, der durch diese unvermeidbaren Abweichungen entsteht.
Um den durch unvermeidbare Abweichungen entstehenden Schaden minimieren zu können, muß bekannt sein, welche Abweichungen der Zielvariablen durch bestimmte Abweichungen der Instrumente verursacht werden. Der Wirtschaftspolitiker muß außerdem die unerwünschten Abweichungen gegeneinander abwägen und sich entscheiden, zwischen welchen Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen von den erwünschten Werten er indifferent ist.
Ein ganz einfaches Beispiel möge diese Ausführungen über die Berücksichtigung der Unvereinbarkeit der erwünschten Werte erläutern: Der Schlachtrinder-Erzeugerpreis im Inland sei eine Zielvariable und die Schlachtrinder-Einfuhr eine Instrumentvariable. Der Wirtschaftspolitiker betrachte einen relativ hohen Rinderpreis und eine relativ

große Rindereinfuhr als erwünscht. Die Instrumentvariable habe einen negativen Koeffizienten, d. h., einer steigenden Rindereinfuhr stehe unter sonst gleichen Bedingungen ein sinkender Rinderpreis gegenüber. Daher ist die erstrebte relativ große Rindereinfuhr unvereinbar mit dem erwünschten relativ hohen Rinderpreis. Der Wirtschaftspolitiker wird nicht die erwünschte Zahl von Rindern einführen lassen, weil sonst ein Rinderpreis resultiert, der weit unter dem erstrebten Preis liegt; er wird vielmehr weniger Rinder einführen lassen als geplant und dadurch einen Schlachtrinder-Erzeugerpreis erzielen, der dem erwünschten Preis näher kommt. Er wird abwägen, welchen Rinderpreis-Abfall er für ebenso nachteilig hält wie eine bestimmte Verringerung der Rindereinfuhr. Erst daraus ergibt sich die Möglichkeit zu bestimmen, welche Preis- und Einfuhrsenkungen den mit den unerwünschten Abweichungen verbundenen Schaden minimieren und daher optimal sind. Durch Addition der optimalen Einfuhrverringerung zur erwünschten Einfuhr wird die optimale Höhe der Einfuhr errechnet.

Zu b): Die Ermittlung von Werten wirtschaftspolitischer Instrumente, die trotz der Unverträglichkeit der erwünschten Werte der Ziel- und Instrumentvariablen optimal sind, wird erschwert durch zahlreiche unsichere statistische Größen. Eine unsichere Größe ist gekennzeichnet durch eine Häufigkeitsverteilung: Sie kann verschiedene Werte annehmen, einen jeden mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit. Jedem möglichen Wert einer unsicheren Größe entspricht im Normalfall ein bestimmter optimaler Wert eines jeden wirtschaftspolitischen Instruments. Da die sich realisierenden Werte unsicherer Größen im voraus unbekannt sind, können mit Hilfe dieser ökonometrischen Methode nur Instrumentwerte ermittelt werden, die optimal sind unter der Annahme, daß der Wirtschaftspolitiker nur den mathematischen Erwartungswert des mit den unerwünschten Abweichungen verbundenen Schadens, also nur den „durchschnittlichen" Schaden, minimieren will.

Zu c): Bei einem aus mehreren Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum erfordert die Berechnung der optimalen Instrumentwerte die Verwendung von Ausgangsdaten für alle Perioden. Da die zu Beginn des Planungszeitraumes verwendete Information i. d. R. bereits im Laufe der ersten Periode zunimmt, erweisen sich die zu Beginn des Untersuchungszeitraumes ermittelten Instrumentwerte i. d. R. bald als suboptimal im Lichte vermehrter Information. Wenn jede Entscheidung über die Instrumentwerte erst zu dem Zeitpunkt getroffen wird, an dem sie gefordert wird, dann können die für die zweite und folgende Perioden ermittelten suboptimalen Instrumentwerte mit Hilfe der verwendeten ökonometrischen Methode zu Beginn einer jeden Periode so korrigiert werden, daß sie bei der jeweils verfügbaren Information optimal sind. Auf diese Weise ist es möglich, Wirtschaftspläne, die sich über mehrere Perioden erstrecken, laufend, d. h. in jeder Periode, den veränderten Wirtschaftsbedingungen anzupassen.

2 Ziele der Untersuchung

2.1 *Darstellung der Methode*

Das Hauptziel dieser Arbeit ist eine systematische Darstellung einer ökonometrischen Methode, die bei der Unvereinbarkeit der erwünschten Werte und der Unsicherheit verschiedener die Entscheidungen beeinflussender Größen zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente und in der mikroökonomischen Forschung verwendet werden kann. Dadurch sollen die beim Studium der Literatur möglicherweise auftretenden Schwierigkeiten vermindert und so die Anwendung der Methode erleichtert werden. Diese Arbeit enthält aber trotzdem nur einen Abriß der in englischer Sprache vorliegenden Beschreibungen der Methode.

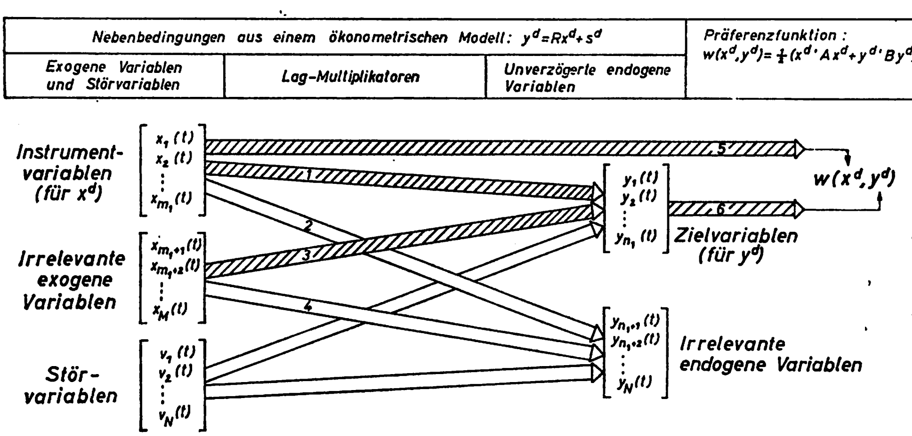
2.2 *Anwendung zur Illustration*

Ein untergeordnetes Ziel dieses Beitrages, aber ein Hauptziel einer z. Z. fast abgeschlossenen Untersuchung, ist die Anwendung der Methode zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente, die in den Jahren 1962, 1963 und 1964 hätten verwendet werden können, um den amerikanischen Rindermarkt zu stabilisieren. Diese Anwendung dient in diesem Artikel hauptsächlich der Illustration der Methode. Eine ausführliche Besprechung der mit der Anwendung auf den speziellen Fall verbundenen Probleme würde über den Rahmen dieses Vortrages hinausgehen.
Die Jahre 1962 mit 1964 sind als Untersuchungszeitraum gewählt worden, weil u. a. in diesen Jahren das Schlachtrinder-Angebot relativ groß und der Schlachtrinder-Erzeugerpreis relativ niedrig war und ein zurückliegender Untersuchungszeitraum es ermöglicht, tatsächliche Werte zahlreicher Variablen zu verwenden, die bei einer auf einen zukünftigen Zeitraum bezogenen Untersuchung durch vorausgesagte Werte ersetzt werden müßten.

3 Merkmale der Methode

3.1 *Optimale Instrumentwerte durch Maximierung*

Die in diesem Artikel besprochene Methode zur Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente ist gekennzeichnet durch die Maximierung des mathematischen Erwartungswertes einer quadratischen Präferenz- oder Zielfunktion unter Nebenbedingungen, die aus einem System von Gleichungen bestehen. Der zur Maximierung erforderliche Apparat hat drei Hauptbestandteile:



1: Lag-Multiplikatoren für den multiplikativen Teil der Restriktionen (R)
3: Lag-Multiplikatoren für den additiven Teil der Restriktionen (für s^d)
2 und 4: Nichtverwendete Lag-Multiplikatoren
5: Gewichtungsfaktoren der Instrumente (A)
6: Gewichtungsfaktoren der Zielvariablen (B)

Abb. 1

a) eine bestimmte Form eines ökonometrischen Modells des Untersuchungsgegenstandes, die die Nebenbedingungen für die Maximierung bildet;
b) eine quadratische Präferenzfunktion des Wirtschaftspolitikers;
c) Entscheidungsregeln, die eine optimale Strategie des Wirtschaftspolitikers angeben.

Die Abbildung 1 zeigt ein Schema des Aufbaues der Nebenbedingungen und der Präferenzfunktion.

3.2 *Nebenbedingungen*

Die Nebenbedingungen für die Maximierung der Präferenzfunktion, die im 4. Kapitel für einen aus drei Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum aus einem strukturellen ökonometrischen Modell entwickelt werden, haben folgende Form:

$$Ey^d = Rx^d + Es^d. \tag{3.1}$$

Die Bestandteile des Gleichungssystems (3.1) haben für $T = 3$ nachstehenden Aufbau:

$$Ey^d = \begin{bmatrix} Ey^d(t) \\ Ey^d(t+1) \\ Ey^d(t+2) \end{bmatrix} \quad \text{mit} \quad Ey^d(t) = \begin{bmatrix} Ey_1^d(t) \\ \vdots \\ Ey_{n_1}^d(t) \end{bmatrix} \text{usw.} \tag{3.2}$$

$$x^d = \begin{bmatrix} x^d(t) \\ x^d(t+1) \\ x^d(t+2) \end{bmatrix} \quad \text{mit} \quad x^d(t) = \begin{bmatrix} x_1^d(t) \\ \vdots \\ x_{m_1}^d(t) \end{bmatrix} \text{usw.} \tag{3.3}$$

$$R = \begin{bmatrix} R(0) & 0 & 0 \\ R(1) & R(0) & 0 \\ R(2) & R(1) & R(0) \end{bmatrix}. \tag{3.4}$$

$$R(t^*) = \left(r_{ij}(t^*)\right) \qquad (i = 1, \ldots, n_1; \; j = 1, \ldots, m_1; \; t^* = 0, 1, 2). \tag{3.5}$$

$$Es^d = \begin{bmatrix} Es^d(t) \\ Es^d(t+1) \\ Es^d(t+2) \end{bmatrix} \quad \text{mit} \quad Es^d(t) = \begin{bmatrix} Es_1^d(t) \\ \vdots \\ Es_{n_1}^d(t) \end{bmatrix} \text{usw.} \tag{3.6}$$

Ey^d ist der Spaltenvektor der mathematischen Erwartungswerte der unerwünschten Abweichungen [d für (engl.) deviation] der n_1 Zielvariablen in $T = 3$ Perioden. Die Zielvariablen werden der Gruppe der unverzögerten endogenen Variablen entnommen.
x^d ist der Spaltenvektor der unerwünschten Abweichungen der m_1 Instrumentvariablen für $T = 3$ Perioden. Die Instrumentvariablen werden dem Vektor der unverzögerten exogenen Variablen entnommen.
R ist die Matrix des multiplikativen Teils der Restriktionen. Diese Matrix besteht aus T^2 Submatrizen von der Größe $n_1 \times m_1$. Ein Element der Submatrix $R(t^*)$, $r_{ij}(t^*)$, quantifiziert den Gesamteffekt der j-ten Instrumentvariablen auf die i-te Zielvariable, der mit einer Verzögerung von t^* Perioden auftritt. $r_{ij}(t^*)$ wird daher Lag-t^*-Multiplikator des j-ten Instruments auf die i-te Zielvariable genannt.
Es^d ist der Spaltenvektor der mathematischen Erwartungswerte des additiven Teils der Restriktionen. Er besteht aus $T = 3$ Subvektoren zu je n_1 Elementen, die u. a. aus den irrelevanten exogenen Variablen des ökonometrischen Modells und den dazugehörenden Lag-Multiplikatoren errechnet werden.

3.3 *Präferenzfunktion*

Da die Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente über die Minimierung des mathematischen Erwartungswertes der Summe der gewogenen Quadrate der unvermeidbaren Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen von den erwünschten Werten führt, wird im 5. Kapitel folgende quadratische Präferenzfunktion konstruiert:

$$w(x^d, y^d) = \frac{1}{2}(x^{d\prime}Ax^d + y^{d\prime}By^d). \tag{3.7}$$

Die Vektoren x^d und y^d, die Argumente dieser Funktion, sind (bis auf E) definiert wie die Vektoren x^d und Ey^d in (3.1). Die quadratischen Parametermatrizen A und B geben die Gewichtung der Quadrate der Abweichungen von den erwünschten Werten der Instrument- und Zielvariablen an.

3.4 *Entscheidungsregeln*

Die Entscheidungsregeln, die im 6. Kapitel erläutert und angewendet werden, führen zu einer Strategie des Wirtschaftspolitikers, die optimal ist unter der Annahme, daß der Wirtschaftspolitiker den mathematischen Erwartungswert seiner Präferenzfunktion maximieren will, wenn unsichere Größen (d. h. Größen, die eine Verteilung besitzen) seine Entscheidungen beeinflussen. Eine dieser Entscheidungsregeln kann z. B. angewendet werden, wenn am Ende einer jeden Periode des Untersuchungszeitraumes neue Informationen verfügbar werden über Größen, die frühere Entscheidungen beeinflußt haben. Sie ermöglicht es, früher gemachte Entscheidungsfehler zu korrigieren. Ihr Kernstück ist das Sicherheitsäquivalenztheorem.

4 Nebenbedingungen: das lineare ökonometrische Modell

4.1 *Ableitung eines dynamischen Modells für drei Perioden*

4.1.1 *Strukturelle Form des Modells*

Das ökonometrische Modell besteht aus linearen interdependenten Gleichungen. Es hat folgende Form:

$$Gy^*(t) + Hz(t) + u(t) = 0. \tag{4.1}$$

Die Matrizen und Vektoren von (4.1) werden wie folgt definiert:
$y^*(t) = (y_i(t))'$ $(i = 1, \ldots, N)$ ist der Spaltenvektor der ursprünglichen Werte der N endogenen Variablen für die Periode t. Diese Werte werden von den Gleichungen des strukturellen Modells gemeinsam bestimmt. (In diesem Kapitel wird der Index u immer weggelassen, wenn dadurch keine Unklarheit verursacht wird.)
$G = (g_{ij})$ $(i, j = 1, \ldots, N)$ ist die $N \times N$-Matrix der strukturellen Koeffizienten der unverzögerten endogenen Variablen. Das Element g_{ij} bezeichnet den Koeffizienten der j-ten gemeinsam abhängigen Variablen in der i-ten Gleichung.
$z(t) = (z_j(t))'$, $(j=1, \ldots, N+M+M)$
$\quad = (y_i(t-1), x_j(t), x_k(t-1))'$ $(i = 1, \ldots, N;\ j, k = 1, \ldots, M)$
ist der Spaltenvektor der ursprünglichen Werte der prädeterminierten Variablen in der Periode t. Wenn Variablen mit einer Verzögerung von höchstens einer Periode auftreten, dann sind die obersten N Elemente dieses Spaltenvektors die Werte der verzögerten endogenen Variablen $(y^*(t-1))$; die folgenden M Elemente beziehen sich auf die

unverzögerten exogenen Variablen $(x^*(t))$ und die letzten M Elemente sind die Werte der verzögerten exogenen Variablen $(x^*(t-1))$.

$H \ = (h_{ij})$ $(i = 1, \ldots, N; j = 1, \ldots, N+M+M)$ ist die $N \times (N+M+M)$-Matrix der strukturellen Koeffizienten der prädeterminierten Variablen. Die Unterteilung der Spalten von H stimmt überein mit der Unterteilung des Vektors $z(t)$.

$u(t) = (u_i(t))'$ $(i = 1, \ldots, N)$ ist der Spaltenvektor der nichtbeobachteten Werte der Störvariablen in den strukturellen Gleichungen. In Identitätsgleichungen treten Nullen an die Stelle der Störvariablen.

$0 \ = (0_i)'$ $(i = 1, \ldots, N)$ ist ein aus N Nullen bestehender Spaltenvektor.

Ausführliche Erklärungen der hier verwendeten Begriffe und der Annahmen über die stochastischen Eigenschaften des Modells werden in mehreren Lehrbüchern der Ökonometrie gegeben [s. z. B. 13; 4; 8].

Die im Modell verwendeten Variablen sind Merkmale des amerikanischen Rindermarktes. Ihre Werte sind als jährliche Zeitreihen verfügbar. Sie beziehen sich auf die Vereinigten Staaten von Amerika als Gesamtheit und sind folgendermaßen definiert worden:

$y_1(t)$: Zahl der im Kalenderjahr t gehaltenen Kühe und über zwei Jahre alten weiblichen Jungtiere in Einheiten zu je 1000 Stück. Diese unverzögerte endogene Variable ist $z_1(t+1)$.

$z_1(t)$: Bestand an Kühen und über zwei Jahre alten weiblichen Jungtieren auf den Farmen am 1. Januar des Jahres t. Diese prädeterminierte Variable ist $y_1(t-1)$, d. h., die Bestandszahl am 1. Januar des Jahres $t+1$ ist gleich der Zahl der im Jahr t „gehaltenen" Kühe und Kalbinnen.

$y_2(t)$: Zahl (in Einheiten zu je 1000 Stück) der im Kalenderjahr t gehaltenen ein bis zwei Jahre alten weiblichen Jungtiere. Diese unverzögerte endogene Variable ist $z_2(t+1)$.

$z_2(t)$: Bestand an ein bis zwei Jahre alten weiblichen Jungtieren am 1. Januar des Jahres t. Diese prädeterminierte Variable ist $y_2(t-1)$.

$y_3(t)$: Zahl (in Einheiten zu je 1000 Stück) der im Jahre t aufgestellten Kälber. Diese unverzögerte endogene Variable ist $z_3(t+1)$.

$z_3(t)$: Kälberbestand am 1. Januar des Jahres t. Diese Variable enthält auch junge Kälber, über deren Verwendung erst in den ersten Monaten des Jahres t entschieden wird. Da $y_3(t)$ aus der veröffentlichten Zeitreihe $z_3(t)$ durch „Vorrücken" um ein Jahr gewonnen worden ist, gibt $y_3(t)$ eine leicht erhöhte Zahl an.

$y_4(t)$ Schlachtrinder-Erzeugerpreis (gewogener Durchschnitt) im Kalenderjahr t, in Dollar pro 100 (amerikanische) Pfund Lebendgewicht. (Ein amerikanisches Pfund = 453,59 g.)

$z_4(t)$: Vorjähriger Schlachtrinder-Erzeugerpreis. Diese prädeterminierte Variable ist also $y_4(t-1)$.

$y_5(t)$: Schlachtkälber-Erzeugerpreis (gewogener Durchschnitt) im Kalenderjahr t, in Dollar pro 100 amerikanische Pfund Lebendgewicht.

$y_6(t)$: Rinderschlachtungen im Jahr t, in 1000 Stück.

$z_7(t)$: $= x_1(t)$: Eine Scheinvariable zur Aufnahme des absoluten Gliedes in der Gleichung; sie hat in allen Perioden den Wert 1,0.

$z_8(t) \ = x_2(t)$ Heu-Gesamtproduktion im Jahr t, in 1000 (amerikanischen) Tonnen. (Eine amerikanische Tonne = 2000 amerikanische Pfund = 907,18 kg.)

$z_9(t) \ = x_3(t)$: Maisvorrat, in Millionen Bushel. (Ein Bushel Mais = 56 amerikanische Pfund = 25,4 kg.) Diese unverzögerte exogene Variable umfaßt die Maisproduktion und die am 1. Oktober des Jahres t auf den Farmen vorhandenen Lagerbestände alter Ernte.

$z_{19}(t) = x_3(t-1)$: Vorjähriger Maisvorrat auf den Farmen.

$z_{10}(t) = x_4(t)$: Mais-Erzeugerpreis (gewogener saisonaler Durchschnitt), in Dollar pro Bushel. (Die zwischen einzelnen Regionen variierende Erntesaison beginnt durchschnittlich am 1. Oktober des Jahres $t-1$ und dauert bis zum 30. September des Jahres t. Der hier verwendete Erzeugerpreis beinhaltet auch Preisbeihilfen der amerikanischen Bundesregierung.)

$z_{11}(t) = x_5(t)$: Angebot an Fleisch, ausgenommen Rindfleisch und Kalbfleisch, in Millionen Pfund Schlachtgewicht. Die Komponenten dieser Variablen sind Schweinefleisch, Schaffleisch und Geflügelfleisch. Sie enthalten die inländische Produktion und Nettoeinfuhren.

$z_{12}(t) = x_6(t)$: Gesamtes disponibles Verbrauchereinkommen im Jahr t, in Milliarden Dollar.

$z_{13}(t) = x_7(t)$: Netto-Importe an Rindern, in 1000 Stück. Diese unverzögerte exogene Variable enthält auch Kälbereinfuhren und -ausfuhren.

$z_{23}(t) = x_7(t-1)$: Vorjährige Netto-Importe an Rindern.

$z_{14}(t) = x_8(t)$: Kälberschlachtungen in 1000 Stück im Jahr t.

$z_{15}(t) = x_9(t)$: Lebendgewicht (gewogener Durchschnitt) der unter Bundesinspektion geschlachteten Rinder, in Pfund pro Rind. (Im Zeitraum 1956 bis 1962 wurden 73,7 Prozent aller geschlachteten Rinder von Bundesorganen inspiziert [s. 5, S. 159]).

$z_{16}(t) = x_{10}(t)$: Lebendgewicht (gewogener Durchschnitt) der unter Bundesinspektion geschlachteten Kälber, in Pfund pro Kalb. (Im Zeitraum 1956 bis 1962 wurden 60,5 Prozent aller geschlachtete Kälber von Bundesorganen inspiziert [s. 5, S. 164]).

In dieser Liste fehlen die Definitionen von 8 verzögerten exogenen Variablen, deren Koeffizienten in allen Gleichungen des Modells gleich Null sind. Außer einer Verzögerung von einem Jahr unterscheiden sich diese nicht von den Definitionen der entsprechenden unverzögerten exogenen Variablen.

Derart definierte Zeitreihen für die Jahre 1925 bis 1962 bildeten das statistische Material für die Schätzung der strukturellen Koeffizienten des Modells. Zur Schätzung wurde die Methode der zweistufigen kleinsten Quadrate verwendet. Das Modell besteht aus 6 interdependenten Gleichungen mit 6 endogenen Variablen. Es ist eine Verkleinerung eines aus 12 Gleichungen bestehenden Modells, über das in anderen Arbeiten berichtet wurde [5; 6].

Die Gegenseitigkeit der Bestimmung der endogenen Variablen kann dazu führen, daß der Nettoeffekt der Änderung einer unverzögerten exogenen Variablen ein anderes Vorzeichen hat als der in den strukturellen Koeffizienten ausgedrückte direkte Effekt. Diese auf die strukturelle Interdependenz der unverzögerten endogenen Variablen zurückführbare Unbestimmtheit des Nettoeffekts ist überwunden in der reduzierten Form des Modells, die im folgenden Abschnitt abgeleitet wird.

4.1.2 *Reduzierte Form des Modells*

Die reduzierte Form des Modells entsteht durch Multiplikation der strukturellen Form (4.1) mit der Kehrmatrix G^{-1}. Dabei wird die Interdependenz der endogenen Variablen in eine Unabhängigkeit verwandelt, weil $G^{-1}G = I$ ist.

$$G^{-1}Gy^*(t) = -G^{-1}Hz(t) - G^{-1}u(t) \tag{4.2}$$

$$y^*(t) = Pz(t) + v(t) \tag{4.3}$$

$$y^*(t) = P_1 y^*(t-1) + P_2 x^*(t) + P_3 x^*(t-1) + v(t) \tag{4.4}$$

$P = (p_{ij})$ $(i = 1, \ldots, N;\ j = 1, \ldots, N+M+M)$ ist die Matrix der Koeffizienten der reduzierten Form. Der Koeffizient p_{ij} mißt den Effekt der prädeterminierten Variablen $z_j(t)$ auf die unverzögerte endogene Variable $y_i(t)$.

$v(t) = \big(v_i(t)\big)'$ $(i = 1, \ldots, N)$ ist der $N \times 1$-Vektor der Störvariablen in den Gleichungen der reduzierten Form.

Die Matrixgleichung (4.4) ist das Ergebnis der Aufteilung der Matrix P in die Submatrizen P_1, P_2 und P_3, deren Spaltenzahl mit der Größe der Subvektoren von $z(t)$, nämlich von $y^*(t-1)$, $x^*(t)$ und $x^*(t-1)$, übereinstimmt. Sie beschreibt jede unverzögerte endogene Variable in Abhängigkeit von

a) den verzögerten endogenen Variablen $\big(P_1 y^*(t-1)\big)$,
b) den unverzögerten exogenen Variablen $\big(P_2 x^*(t)\big)$,
c) den verzögerten exogenen Variablen $\big(P_3 x^*(t-1)\big)$,
d) den Störvariablen in den Gleichungen der reduzierten Form $\big(v(t)\big)$.

Es stimmt im allgemeinen Fall nicht, daß die Elemente der Matrix P_3 den gesamten Effekt der verzögerten exogenen Variablen auf die unverzögerten endogenen Variablen angeben. Der Grund dafür ist, daß die verzögerten exogenen Variablen $(x^*(t-1))$ die unverzögerten endogenen Variablen $(y^*(t))$ nicht nur direkt beeinflussen (wie in P_3 gemessen), sondern daß sie über die verzögerten endogenen Variablen auch einen indirekten Einfluß (gemessen in P_1) auf $y^*(t)$ haben. Die Nettoeffekte der exogenen Variablen auf die endogenen Variablen in derselben Periode und in den folgenden Perioden, die auch Lag- oder Zwischenzeit-Multiplikatoren heißen, werden im folgenden Abschnitt abgeleitet.

4.1.3 *Lag-Multiplikatoren*

Lag-Multiplikatoren kommen in Gleichungen vor, die aus den Gleichungen der reduzierten Form entwickelt werden. Bei der Entwicklung entsteht eine Gleichungsform, die zwischen der reduzierten Form und der endgültigen Form liegt. („Endgültige Form" = [engl.] „final form" [11; 4, S. 374; 10, S. 226 – 228].) Diese Gleichungsform entsteht durch Eliminieren der verzögerten endogenen Variablen für $T-1$ Perioden aus den Gleichungen der reduzierten Form. (T ist die Zahl der Perioden im Untersuchungszeitraum.) Bei $T=3$ wird zunächst $y^*(t-1)$ und aus der resultierenden Gleichung dann $y^*(t-2)$ auf folgende Weise eliminiert:
Zunächst wird die um eine Periode verzögerte Gleichung der reduzierten Form gebildet, indem der Index t aller Vektoren der Gleichung (4.4) um 1 vermindert wird. Die verzögerte Gleichung wird, wie (4.5) zeigt, für $y^*(t-1)$ in (4.4) eingesetzt:

$$\begin{aligned} y^*(t) = {} & P_1[P_1 y^*(t-2)+P_2 x^*(t-1)+P_3 x^*(t-2)+v(t-1)] \\ & +P_2 x^*(t)+P_3 x^*(t-1)+v(t). \end{aligned} \tag{4.5}$$

Das Ergebnis der Substitution ist (4.6):

$$\begin{aligned} y^*(t) = {} & P_1^2 y^*(t-2)+P_2 x^*(t)+[P_1P_2+P_3]x^*(t-1) \\ & +P_1P_3 x^*(t-2)+P_1 v(t-1)+v(t). \end{aligned} \tag{4.6}$$

Aus (4.6) wird $y^*(t—2)$ eliminiert, indem die um 2 Perioden verzögerte Gleichung (4.4) eingesetzt wird. Das Ergebnis ist (4.7):

$$\begin{aligned} y^*(t) = {} & P_1^3 y^*(t-3)+[P_1^2P_2+P_1P_3]x^*(t-2)+[P_1P_2+P_3]x^*(t-1)+P_2 x^*(t) \\ & +P_1^2P_3 x^*(t-3)+P_1^2 v(t-2)+P_1 v(t-1)+v(t). \end{aligned} \tag{4.7}$$

Die Koeffizientenmatrizen der Vektoren der exogenen Variablen in (4.7) sind die Matrizen der Zwischenzeit- oder Lag-Multiplikatoren. Diese sind für einen Lag von t^* Perioden wie folgt definiert [vgl. 11]:

$$\frac{\partial y^*(t)}{\partial x^*(t-t^*)} = P_1^{t^*-1}[P_1P_2+P_3] = Q(t^*) = \left(q_{ij}(t^*)\right) \tag{4.8}$$

$$(i=1,\ldots,N;\ j=1,\ldots,M;\ t^*=0,1,2,\ldots).$$

Für $t^*=0$ gilt $Q(0)=P_2$. Ein Lag-t^*-Multiplikator $q_{ij}(t^*)$ gibt den Nettoeffekt der j-ten exogenen Variablen auf die i-te endogene Variable nach t^* Perioden an. (Die Lag-0-Multiplikatoren könnten auch Einschlagsmultiplikatoren genannt werden in Anlehnung an den englischen Ausdruck „impact multiplier" [s. z. B. 3; 11]. Die Lag-t^*-Multiplikatoren ($t^*>0$) heißen im Englischen „interim multipliers".)

Die in dieser Untersuchung benötigten Multiplikatormatrizen sind $Q(0)$, $Q(1)$ und $Q(2)$. Sie sind:

$$\begin{aligned} Q(0) &= P_2; \\ Q(1) &= [P_1P_2+P_3]; \\ Q(2) &= [P_1^2P_2+P_1P_3]. \end{aligned} \tag{4.9}$$

Die Schätzwerte von Teilen dieser Matrizen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Die Werte in den Zellen der Tabelle geben an, wie groß der Einfluß einer jeden im Kopf der Spalte genannten exogenen Variablen auf die in den Zeilen genannten endogenen Variablen im gleichen Jahr, im nächsten Jahr und im übernächsten Jahr ist. Steigt beispielsweise in einem Jahr (und nur in diesem Jahr!) der Maispreis um 1 Dollar pro Bushel, dann sinkt die Zahl der aufgestellten Kälber im gleichen Jahr um $1{,}468_{10}+3 = 1{,}468\times(10)^3 = 1468$ Einheiten zu je 1000 Stück, d. h. um 1,468 Millionen; im folgenden Jahr verringert sie sich um 0,512 Millionen und im übernächsten Jahr um 0,103 Millionen.

In diesem Abschnitt wurde ein Gleichungssystem entwickelt, dessen abhängige Variablen sich nur auf eine Periode beziehen.

4.1.4 *Gleichungssystem für drei Perioden*

Bei einem aus 3 Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum ist es notwendig, ein Gleichungssystem zusammenzustellen, in dem u. a. $y^*(t)$, $y^*(t+1)$ und $y^*(t+2)$ als abhängige Variablen sowie $x^*(t)$, $x^*(t+1)$ und $x^*(t+2)$ als unabhängige Variablen vorkommen und durch $Q(0)$, $Q(1)$ ud $Q(2)$ so verbunden sind, daß die exogenen Variablen einer Periode die endogenen Variablen einer früheren Periode nicht beeinflussen. Ein derartiges Gleichungssystem wird wie folgt erstellt:
Die Matrixgleichung (4.4) wird als Gleichung (4.10) genommen. Die um eine Periode „vorgerückte" Gleichung (4.6) wird zur Gleichung (4.11) und die um zwei Perioden „vorgerückte" Gleichung (4.7) zur Gleichung (4.12) gemacht. Das Ergebnis ist das folgende System von drei Matrixgleichungen:

$$y^*(t) = Q(0)x^*(t)+P_1y^*(t-1)+P_3x^*(t-1)+v(t); \tag{4.10}$$

$$y^*(t+1) = Q(1)x^*(t)+Q(0)x^*(t+1)+P_1^2y^*(t-1)+ P_1P_3x^*(t-1)+P_1v(t)+v(t+1); \tag{4.11}$$

$$y^*(t+2) = Q(2)x^*(t)+Q(1)x^*(t+1)+Q(0)x^*(t+2)+ P_1^3y^*(t-1)+P_1^2P_3x^*(t-1)+P_1^2v(t)+P_1v(t+1)+v(t+2). \tag{4.12}$$

Diese drei Gleichungen werden vor der Zusammenfassung zu einer Gleichung durch die Einführung des mathematischen Erwartungswerts E, der bei der Anwendung des Sicherheitsäquivalenztheorems (Abschnitt 6.1.2) benötigt wird, vereinfacht. Da $Ev(t+t^*) = 0$ ($t^* = 0, 1, 2$), haben alle Glieder von (4.10), (4.11) und (4.12), in denen $v(t+t^*)$ vorkommt, den Erwartungswert Null. Diese Glieder können deshalb vernachlässigt werden.
Die Vektoren und Matrizen von (4.10), (4.11) und (4.12), die von der Einführung des mathematischen Erwartungswerts nicht betroffen sind, werden wie folgt zusammengefaßt:

$$Ey^* = \begin{bmatrix} Ey^*(t) \\ Ey^*(t+1) \\ Ey^*(t+2) \end{bmatrix}, \qquad x^* = \begin{bmatrix} x^*(t) \\ x^*(t+1) \\ x^*(t+2) \end{bmatrix}; \tag{4.13}$$

$$P_{1p} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_1^2 \\ P_1^3 \end{bmatrix}, \qquad P_{13} = \begin{bmatrix} P_3 \\ P_1P_3 \\ P_1^2P_3 \end{bmatrix}, \qquad Q = \begin{bmatrix} Q(0) & 0 & 0 \\ Q(1) & Q(0) & 0 \\ Q(2) & Q(1) & Q(0) \end{bmatrix}. \tag{4.14}$$

TABELLE 1 Lag-Multiplikatoren von 6 exogenen Variablen in bezug auf 5 endogene Variablen des Modells des amerikanischen Rindermarktes für 3 Jahre ($\hat{q}_{ij}(t^*)$)

Endogene Variable und	Jahr	$x_2(t)$ Heuproduktion (1000 t)	$x_4(t)$ Maispreis (\$/Bushel)	$x_5(t)$ Fleischangebot (Mill. Pfd.)	$x_6(t)$ Einkommen (Md. \$)	$x_7(t)$ Rinder-Importe (1000 St.)	$x_9(t)$ Gewicht der Rinder (Pfd.)
1	2	3	4	5	6	7	8
Gehaltene Kühe (1000 St.)	$y_1(t)$	$3,046_{10}-2$*)	$-1,495_{10}+3$	$2,202_{10}-1$	$-2,480_{10}+1$	0	$5,106_{10}+0$
	$y_1(t+1)$	$4,361_{10}-2$	$5,010_{10}+2$	$4,777_{10}-1$	$-2,400_{10}+1$	$-3,765_{10}-1$	$1,158_{10}+0$
	$y_1(t+2)$	$2,150_{10}-2$	$1,099_{10}+3$	$6,222_{10}-1$	$-8,593_{10}+0$	$-7,444_{10}-1$	$-3,636_{10}+0$
Gehaltene weibl. Jungtiere (1000 St.)	$y_2(t)$	$2,535_{10}-2$	$5,156_{10}+2$	$9,904_{10}-2$	$-1,371_{10}+1$	0	$3,207_{10}+0$
	$y_2(t+1)$	$-7,682_{10}-3$	$1,725_{10}+1$	$2,987_{10}-1$	$3,862_{10}+0$	$-1,694_{10}-1$	$-2,431_{10}+0$
	$y_2(t+2)$	$-5,387_{10}-3$	$1,605_{10}+1$	$-2,636_{10}-2$	$3,268_{10}+0$	$-1,056_{10}-1$	$-5,154_{10}-1$
Aufgestellte Kälber (1000 St.)	$y_3(t)$	$-1,453_{10}-2$	$-1,468_{10}+3$	$5,012_{10}-1$	0	0	0
	$y_3(t+1)$	$2,852_{10}-3$	$-5,117_{10}+2$	$-1,681_{10}-2$	$-4,094_{10}+0$	0	$1,748_{10}+0$
	$y_3(t+2)$	$7,169_{10}-3$	$-1,033_{10}+2$	$4,788_{10}-2$	$-4,774_{10}+0$	$2,876_{10}-2$	$8,342_{10}-1$
Rinderpreis (Dollar/100 Pfd.)	$y_4(t)$	$2,928_{10}-5$	$6,950_{10}+0$	$1,056_{10}-3$	$1,614_{10}-2$	0	$-2,374_{10}-2$
	$y_4(t+1)$	$-2,769_{10}-5$	$3,870_{10}+0$	$3,882_{10}-4$	$3,394_{10}-2$	$-1,806_{10}-3$	$-1,526_{10}-2$
	$y_4(t+2)$	$-5,823_{10}-5$	$8,062_{10}-1$	$-3,773_{10}-4$	$3,860_{10}-2$	$-3,156_{10}-4$	$-6,750_{10}-3$
Rinderschlachtungen (1000 St.)	$y_6(t)$	$-2,536_{10}-2$	$-1,170_{10}+2$	$-9,147_{10}-1$	$4,250_{10}+1$	0	$3,996_{10}-1$
	$y_6(t+1)$	$2,816_{10}-2$	$-2,362_{10}+3$	$-1,858_{10}-1$	$-2,709_{10}+1$	$1,564_{10}+0$	$9,833_{10}+0$
	$y_6(t+2)$	$4,649_{10}-2$	$-1,469_{10}+2$	$3,821_{10}-1$	$-2,859_{10}+1$	$1,605_{10}-2$	$3,673_{10}+0$

*) $a_{10}^{\pm}b = a \times (10)^{\pm b}$

Aus diesen Vektoren und Matrizen entsteht die Matrixgleichung (4.15), die sich auf alle 3 Perioden des Untersuchungszeitraums bezieht.

$$Ey^* = Qx^* + P_{1p}y^*(t-1) + P_{13}x^*(t-1) \tag{4.15}$$

Sind die Werte der verzögerten endogenen und der verzögerten exogenen Variablen $\big(y^*(t-1)$ bzw. $x^*(t-1)\big)$ bekannt und liegen wenigstens Schätzwerte für die Elemente der Matrizen Q, P_{1p}, P_{13} und des Vektors x^* der exogenen Variablen vor, dann können mit Hilfe von (4.15) zu Beginn der Periode t die Erwartungswerte der endogenen Variablen für t, $t+1$ und $t+2$ ermittelt werden.
Die Matrixgleichung (4.15) liefert die Bausteine für die Nebenbedingungen, unter denen die quadratische Zielfunktion optimiert wird. Um die Restriktionen zusammenstellen zu können, muß zunächst entschieden werden, welche unverzögerten endogenen Variablen als Zielvariablen und welche unverzögerten exogenen Variablen als Instrumentvariablen des Wirtschaftspolitikers verwendet werden.

4.2 *Ableitung der Restriktionen*

4.2.1 *Wahl der Ziel- und Instrumentvariablen*

Der Wirtschaftspolitiker entscheidet innerhalb der Grenzen, die ihm institutionelle und politische Gegebenheiten auferlegen, welche unverzögerten endogenen Variablen als Zielvariablen verwendet und welche den irrelevanten endogenen Variablen zugerechnet werden. Er entscheidet auch (in Zusammenarbeit mit seinem wirtschaftswissenschaftlichen Berater), welche unverzögerten exogenen Variablen, die die Eigenschaften wirtschaftspolitischer Instrumente besitzen, als Instrumente verwendet und welche als irrelevante exogene Variablen klassifiziert werden.
Streng genommen ist jede unverzögerte endogene Variable als Zielvariable zu betrachten, wenn der Wirtschaftspolitiker ihrer Entwicklung Bedeutung für die Wohlfahrt der Bevölkerung beimißt, d. h. wenn es ihm nicht gleichgültig ist, welche Werte diese endogene Variable annimmt. Eine genaue Befolgung dieses Grundsatzes würde dazu führen, alle unverzögerten endogenen Variablen des Modells als Zielvariablen verwenden zu müssen, weil bei einer bestimmten Zielsetzung für die Untersuchung i. d. R. ohnehin nur bedeutsame Merkmale des Untersuchungsgegenstandes als endogene Variablen in das Modell aufgenommen werden. Da aber der Rechenaufwand bei der Ermittlung optimaler Werte wirtschaftspolitischer Instrumente mit der Zahl der Variablen in der Zielfunktion wahrscheinlich überproportional zunimmt, dürfte die ökonomisch optimale Zahl der Zielvariablen kleiner als die Zahl der unverzögerten endogenen Variablen im Modell sein.
Auch bei der Wahl der Instrumentvariablen aus den unverzögerten exogenen Variablen des Modells gelten hinsichtlich der Präferenzen und des Rechenaufwands die soeben über die Wahl der Zielvariablen gemachten Bemerkungen. Die sich daraus ergebende Wahlmöglichkeit wird eingeschränkt durch die Bedingung, daß eine exogene Variable der direkten Kontrolle durch den Wirtschaftspolitiker zugänglich und bezüglich der Zielerreichung wirksam sein muß, um als Instrumentvariable klassifiziert werden zu können.
Es wird noch vereinbart, daß in allen Perioden des Untersuchungszeitraums dieselben Ziel- und Instrumentvariablen verwendet werden.
Viele weitere Gesichtspunkte der Wahl der Ziel- und Instrumentvariablen können hier nicht erwähnt werden. Der Leser wird verwiesen auf relevante Literatur, z. B. [12; 1].

Für diese Untersuchung wurden folgende drei unverzögerten endogenen Variablen als Zielvariablen gewählt:

$y_1(t)$, die Zahl der gehaltenen Kühe und über zwei Jahre alten weiblichen Jungtiere;
$y_4(t)$, der Schlachtrinder-Erzeugerpreis;
$y_6(t)$, die Zahl der geschlachteten Rinder.
Als wirtschaftspolitische Instrumente wurden folgende unverzögerten exogenen Variablen gewählt:
$x_4(t)$, der Maispreis;
$x_7(t)$, die Netto-Rindereinfuhren;
$x_8(t)$, das durchschnittliche Lebendgewicht der Schlachtrinder.

4.2.2 *Zusammenstellung der Restriktionen*

Bei der Zusammenstellung der Nebenbedingungen werden der Matrixgleichung (4.15) zunächst die Gleichungen entnommen, die sich auf die Zielvariablen beziehen. Sodann wird in den entnommenen Gleichungen die Matrix der Lag-Multiplikatoren der exogenen Variablen so aufgeteilt, daß diese Aufteilung übereinstimmt mit dem Instrumentvektor und dem Vektor der irrelevanten exogenen Variablen.
Wenn der Untersuchungszeitraum aus T Perioden besteht und wenn in jeder Periode n_1 unverzögerte endogene Variablen Zielvariablen sind, dann ist die Gesamtzahl der Zielvariablen $n_1 \times T$. Den $N \times T$ Zeilen des Vektors Ey^* und der Matrizen Q, P_{1p} und P_{13} in (4.15) werden also zunächst die Zielvektoren bzw. die Elemente entnommen, die sich auf die $n_1 \times T$ Zielvariablen beziehen. Die entnommenen Vektoren bzw. Elemente werden zu den Matrizen Q^*, P^*_{1p}, P^*_{13} und zum Vektor Ey der Zielvariablen zusammengestellt. Auf diese Weise entsteht aus der Matrixgleichung (4.15), die sich auf $N \times T$ endogene Variablen bezieht, die Matrixgleichung (4.16), die sich auf $n_1 \times T$ Zielvariablen bezieht.

$$Ey = Q^* x^* + P^*_{1p} y^*(t-1) + P^*_{13} x^*(t-1) \tag{4.16}$$

Anschließend werden der Vektor x^* und die Matrix Q^* in (4.16) wie folgt aufgeteilt: Die $m_1 \times T$ Elemente des Vektors x^*, die Instrumentvariablen sind, werden zum Instrumentvektor x zusammengestellt; die übrigen Elemente von x^* bilden den Vektor der irrelevanten exogenen Variablen, x^{ir}. Die Matrix Q^* wird entsprechend aufgeteilt: Aus den Spaltenvektoren von Q^*, die sich auf die Instrumentvariablen beziehen, wird R, die Matrix des multiplikativen Teils der Restriktionen, gebildet; die übrigen Spaltenvektoren von Q^* ergeben die Matrix S, die ein Bestandteil der additiven Restriktionen ist. Auf diese Weise wird (4.16) zur Gleichung (4.17) umgeformt.

$$\begin{aligned} Ey &= Rx + Sx^{ir} + P_{1p} y^*(t-1) + P_{13} x^*(t-1) \\ &= Rx + Es \end{aligned} \tag{4.17}$$

Darin gilt für Es, den Spaltenvektor der Erwartungswerte des additiven Teils der Restriktionen:

$$Es = Sx^{ir} + P_{1p} y^*(t-1) + P_{13} x^*(t-1). \tag{4.18}$$

Einige Bestandteile von (4.17) haben für $T = 3$ folgenden Aufbau:

$$Ey = \begin{bmatrix} Ey(t) \\ Ey(t+1) \\ Ey(t+2) \end{bmatrix}; \quad x = \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t+1) \\ x(t+2) \end{bmatrix}; \quad x^{ir} = \begin{bmatrix} x^{ir}(t) \\ x^{ir}(t+1) \\ x^{ir}(t+2) \end{bmatrix}; \tag{4.19}$$

$$R = \begin{bmatrix} R(0) & 0 & 0 \\ R(1) & R(0) & 0 \\ R(2) & R(1) & R(0) \end{bmatrix}; \quad S = \begin{bmatrix} S(0) & 0 & 0 \\ S(1) & S(0) & 0 \\ S(2) & S(1) & S(0) \end{bmatrix}; \tag{4.20}$$

$$Es = \begin{bmatrix} Es(t) \\ Es(t+1) \\ Es(t+2) \end{bmatrix}. \tag{4.21}$$

Ey besteht aus 3 Zielvektoren zu je n_1 Elementen, x aus 3 Instrumentvektoren zu je m_1 Elementen und x^{ir} aus 3 Vektoren zu je $M—m_1$ irrelevanten exogenen Variablen. R besteht aus $T^2 = 9$ Submatrizen von der Größe $n_1 \times m_1$. Die Submatrizen $R(t^*)$ enthalten Lag-t^*-Multiplikatoren ($t^* = 0, 1, 2$) der Instrumentvariablen auf die Zielvariablen. S besteht aus T^2 Submatrizen von der Größe $n_1 \times (M-m_1)$. Eine Submatrix $S(t^*)$ enthält die Lag-t^*-Multiplikatoren der irrelevanten exogenen Variablen in bezug auf die Zielvariablen. Der Vektor Es ist ebenso groß wie Ey.
Die in diesem Abschnitt zusammengestellten Restriktionen bedürfen noch einer Umformung, um bei der Maximierung der Präferenzfunktion verwendet werden zu können.

4.2.3 *Umformung der Restriktionen*

Die Restriktionen (4.17) werden in diesem Abschnitt so umgeformt, daß die unerwünschten Abweichungen der Zielvariablen (y^d) und der Instrumente (x^d) als Argumente in die Präferenzfunktion eingehen und daß es möglich wird, bei der Berechnung der optimalen Instrumentwerte und anderer Größen die Informationszunahme von Periode zu Periode zu berücksichtigen.
Ein tiefergesetzter Index t wird an allen Vektoren angebracht, über die in den einzelnen Perioden u. U. verschiedene Information zur Verfügung steht bzw. bei deren Errechnung u. U. verschiedene Information verwendet wird. So bezeichnet beispielsweise $E_t s^d$ den Vektor der mathematischen Erwartungswerte des additiven Teils der Restriktionen, der bei Verwendung der zu Beginn der Periode t verfügbaren Information über die in s^d vorkommenden Größen entsteht.
In dieser Untersuchung wird angenommen, daß sich die Information über folgende zwei Vektoren von Ausgangsdaten von Periode zu Periode u. U. ändert: von x_t^{ir}, dem Vektor der $M-m_1$ irrelevanten exogenen Variablen für T Perioden, und von v_t^*, dem Vektor der Störvariablen zur Matrixgleichung (4.15).
Der auf $N \times T$ endogene Variablen bezogene Vektor v_t^* und der daraus gebildete, auf $n_1 \times T$ Zielvariablen bezogene Vektor v_t, der in (4.16) der Einfachheit halber weggelassen worden ist, haben für $T = 3$ folgenden Aufbau:

$$v_t^* = \begin{bmatrix} v^*(1)_t \\ v^*(2)_t \\ v^*(3)_t \end{bmatrix} \quad \text{mit } v^*(t')_t = \begin{bmatrix} v_1(t')_t \\ v_2(t')_t \\ \vdots \\ v_N(t')_t \end{bmatrix}; \tag{4.22}$$

$$v_t = \begin{bmatrix} v(1)_t \\ v(2)_t \\ v(3)_t \end{bmatrix} \quad \text{mit } v(t')_t = \begin{bmatrix} v_1(t')_t \\ v_2(t')_t \\ \vdots \\ v_{n_1}(t')_t \end{bmatrix}. \tag{4.23}$$

Wenn in der Untersuchung ursprüngliche Werte der Variablen verwendet werden, dann hat (4.17), ergänzt durch v_t, folgende Form:

$$E_t y^u = Rx^u + Sx_t^{uir} + P_{1p} y^{u*}(t-1) + P_{13} x^{u*}(t-1) + v_t. \tag{4.24}$$

Da $y^u = y^d + y^e$ und $x^u = x^d + x^e$ (vgl. Abschnitt 1.3), sind die Nebenbedingungen (4.24):

$$E_t(y^d + y^e) = R(x^d + x^e) + Sx_t^{uir} + P_{1p} y^{u*}(t-1) + P_{13} x^{u*}(t-1) + v_t; \tag{4.25}$$

$$\begin{aligned} E_t y^d &= Rx^d + Rx^e + Sx_t^{uir} + P_{1p} y^{u*}(t-1) + P_{13} x^{u*}(t-1) - Ey^e + v_t \\ &= Rx^d + E_t s^{du}. \end{aligned} \tag{4.26}$$

Dabei gilt für $E_t s^{du}$ (unter Verwendung von $Ey^e = y^e$):

$$E_t s^{du} = Rx^e + Sx_t^{uir} + P_{1p}y^{u*}(t-1) + P_{13}x^{u*}(t-1) - y^e + v_t. \tag{4.27}$$

Sind wie in dieser Untersuchung bei der Konstruktion des ökonometrischen Modells Daten verwendet worden, die Abweichungen vom langfristigen Trend sind, dann wird die Gleichung (4.17) umgeformt mit Hilfe von $y = y^d + y^a$ sowie $x = x^d + x^a$ (vgl. Abschnitt 1.3) und ergänzt durch v_t zur Gleichung (4.28):

$$E_t(y^d + y^a) = R(x^d + x^a) + Sx_t^{ir} + P_{1p}y^*(t-1) + P_{13}x^*(t-1) + v_t. \tag{4.28}$$

$$\begin{aligned} E_t y^d &= Rx^d + Rx^a + Sx_t^{ir} + P_{1p}y^*(t-1) + P_{13}x^*(t-1) - Ey^a + v_t \\ &= Rx^d + E_t s^d, \end{aligned} \tag{4.29}$$

wobei (mit $Ey^a = y^a$)

$$E_t s^d = Rx^a + Sx_t^{ir} + P_{1p}y^*(t-1) + P_{13}x^*(t-1) - y^a + v_t. \tag{4.30}$$

In (4.28) vorkommende Matrizen werden im allgemeinen Fall verschieden sein von Matrizen in (4.25).

Das Ergebnis der im 4. Kapitel beschriebenen Operationen ist eine Form des ökonometrischen Modells, die es gestattet, das Modell als Nebenbedingung bei der Maximierung einer Präferenzfunktion zu verwenden.

5 Quadratische Präferenzfunktion

5.1 *Allgemeine quadratische Präferenzfunktion*

Die quadratische Präferenzfunktion hat folgende Form:

$$w(x^d, y^d) = \frac{1}{2}(x^{d\prime}Ax^d + y^{d\prime}By^d). \tag{5.1}$$

Sie besteht aus zwei quadratischen Formen in den unerwünschten Abweichungen der Zielvariablen und der Instrumentvariablen, y^d und x^d. Die Elemente der Matrizen A und B sind konstante Größen, die (neben den erwünschten Werten x^e und y^e) die Präferenzen des Wirtschaftspolitikers quantifizieren. Die Matrizen A und B sind symmetrisch und haben folgenden Aufbau:

$$A = (a_{ij}) \quad (i, j = 1, \ldots, m_1 \times T); \tag{5.2}$$

$$B = (b_{ij}) \quad (i, j = 1, \ldots, n_1 \times T). \tag{5.3}$$

Die Präferenzfunktion entsteht aus einer allgemeinen quadratischen Funktion durch Einführen zweier vereinfachender Annahmen über die Präferenzen des Wirtschaftspolitikers. Die Annahme, daß nur die Summe der gewogenen Quadrate der unerwünschten Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen minimiert werden soll, führt zur Nullsetzung der beiden Parametervektoren des linearen Teils der allgemeinen quadratischen Funktion. Die Annahme, daß die Änderung der Präferenzfunktion, die mit der Änderung der Zielvariablen in irgendeiner Periode verbunden ist, unabhängig ist von der Größe der Instrumentvariablen in irgendeiner Periode (und umgekehrt), führt zum Wegfall der beiden gemischten quadratischen Formen in den Ziel- und Instrumentvariablen.

Die Funktion (5.1) kann maximiert werden unter den Nebenbedingungen (5.4), die bis auf den mathematischen Erwartungswert mit (4.26) und (4.29) übereinstimmen.

$$y^d = Rx^d + s^d \tag{5.4}$$

Die gleichen Ergebnisse werden erzielt, wenn aus (5.1) der Vektor y^d durch Einsetzen von (5.4) eliminiert und die auf diese Weise erhaltene Form (5.5) der Präferenzfunktion ohne Nebenbedingungen maximiert wird [10, S. 40 ff. und S. 121 ff.].

$$w(x^d, Rx^d+s^d) = k_0+k'x^d+\frac{1}{2}x^{d\prime}Kx^d. \tag{5.5}$$

Für die Beziehungen zwischen (5.1) und (5.5) gilt:

$$k_0 = \frac{1}{2}s^{d\prime}Bs^d; \tag{5.6}$$

$$k = R'Bs^d; \tag{5.7}$$

$$K = A+R'BR. \tag{5.8}$$

k_0 ist ein Skalar, k ein aus $m_1 \times T$ stochastischen Elementen bestehender Spaltenvektor und K ist eine quadratische und symmetrische Matrix mit $m_1 \times T$ Zeilen und ebenso vielen Spalten. $m_1 \times T$ ist die Gesamtzahl der Instrumente in einem aus T Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum.
Die quadratische Präferenzfunktion hat mehrere Vorteile, von denen folgende drei besonders bedeutsam sind [10, S. 4]:

a) Sie ist relativ einfach zu handhaben. Das ist auch ein Grund für ihre Verwendung als Zielfunktion bei Kleinstquadrat-Schätzungen.
b) Sie verkörpert unter bestimmten Bedingungen abnehmende Grenzraten der Substitution der Instrumente untereinander (Matrix A) und der Zielvariablen untereinander (Matrix B).
c) Sie ist eine Voraussetzung für die Anwendbarkeit des Sicherheitsäquivalenztheorems, dessen wesentlichste Züge im 6. Kapitel erläutert werden.

Die Erstellung der quadratischen Präferenzfunktion erfordert die numerische Spezifikation der erwünschten Werte y^e und x^e, weil davon u.a. die Größe der unerwünschten Abweichungen y^d und x^d abhängt, und der Elemente der Matrizen A und B, der Gewichtungsfaktoren der unerwünschten Abweichungen.

5.2 *Erwünschte Werte und unerwünschte Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen*

Als erwünschte Werte der Ziel- und Instrumentvariablen können vom Wirtschaftspolitiker angegebene oder vom Wirtschaftswissenschaftler angenommene oder errechnete Werte verwendet werden.

Da bei der Beispiels-Untersuchung keine Angaben des Wirtschaftspolitikers über die erwünschten Werte der Ziel- und Instrumentvariablen verfügbar sind, werden erwünschte Werte $y_i^e(t)$ und $x_i^e(t)$ festgesetzt, die unter den Bedingungen der Jahre 1962 mit 1964 plausibel erscheinen. Die Tabellen 2 und 3 enthalten dazu das relevante Zahlenmaterial.
Die Daten in den mit y_i^u und x_i^u bezeichneten Spalten sind die ursprünglichen Werte der Variablen, die sich (von Schätzfehlern abgesehen) realisiert haben und die in statistischen Quellen angegeben sind. Es wird aber angenommen, diese Untersuchung wäre am Ende des Jahres 1961 durchgeführt worden. Daher seien nur die realisierten Werte für das Jahr 1961 bekannt und die Werte $y_i^u(t)$ und $x_i^u(t)$ für die Jahre 1962, 1963 und 1964 seien gegen Ende des Jahres 1961 vorausgesagte Werte. Durch diese Annahme wird die Lage eines Wirtschaftswissenschaftlers geschaffen, der am Ende des Jahres 1961 optimale Werte wirtschaftspolitischer Instrumente für die folgenden drei Jahre ermitteln soll.
Es wird angenommen, daß kurzfristige Trendwerte, die sich auf die letzten 10 oder 15 Jahre vor 1962 beziehen, die von zyklischen Schwankungen freien „normalen" Entwicklungswerte für den Untersuchungszeitraum besser darstellen als langfristige Trendwerte. Es werden zwar keine

Tabelle 2 Erwünschte Werte und andere Werte dreier Zielvariablen für die Jahre 1961 bzw. 1962 mit 1964[1])

Jahr	$y_1(t)$, Zahl der gehalten Kühe (Mill.)						$y_4(t)$, Schlachtrinder-Erzeugerpreis ($/100 US-Pfd.)						$y_6(t)$, Zahl der geschlachteten Rinder (Mill.)					
	y_1^u	y_1^T	y_1^a	y_1^e	y_1^d	Δ_1^{ue}	y_4^u	y_4^T	y_4^a	y_4^e	y_4^d	Δ_4^{ue}	y_6^u	y_6^T	y_6^a	y_6^e	y_6^d	Δ_6^{ue}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1961	47,47	48,65					20,20	22,09					26,47	26,03				
1962	48,65	49,12	−0,1	49,02	−0,37	−0,8	21,30	22,60	0	22,60	−1,30	− 5,8	26,91	26,44	0	26,44	0,46	1,7
1963	49,90	49,60	0	49,60	0,31	0,6	19,90	23,11	−0,50	22,61	−2,71	−12,0	28,06	26,86	0,50	27,36	0,71	2,6
1964	50,48	50,06	0,1	50,16	0,31	0,6	18,00	23,63	−1,00	22,63	−4,63	−20,5	31,37	27,27	1,00	28,27	3,10	11,0

[1]) Die in den Spaltenüberschriften vorkommenden Symbole sind im Abschnitt 1.3 definiert.

Tabelle 3 Erwünschte Werte und andere Werte dreier Instrumentvariablen für die Jahre 1961 bzw. 1962 mit 1964[1])

Jahr	$x_4(t)$, Maispreis ($/Bushel)						$x_7(t)$, Rindereinfuhr (1000 Stück)						$x_9(t)$, Lebendgew. d. Schlachtrinder (US-Pfd./Rind)					
	x_4^u	x_4^T	x_4^a	x_4^e	x_4^d	Δ_4^{ue}	x_7^u	x_7^T	x_7^a	x_7^e	x_7^d	Δ_7^{ue}	x_9^u	x_9^T	x_9^a	x_9^e	x_9^d	Δ_9^{ue}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1961	1,08	1,410					1019	634					1043	1002				
1962	1,10	1,433	−0,30	1,133	−0,033	−2,9	1198	645	200	845	353	41,8	1027	1005	0	1005	22,4	2,2
1963	1,09	1,456	−0,30	1,156	−0,066	−5,7	798	657	100	757	41	5,4	1046	1007	0	1007	39,2	3,9
1964	1,16	1,479	−0,30	1,179	−0,019	−1,6	457	668	0	668	−211	−31,6	1041	1009	0	1009	31,9	3,2

[1]) Die in den Spaltenüberschriften vorkommenden Symbole sind im Abschnitt 1.3 definiert.

kurzfristigen Trendwerte errechnet, aber dafür die langfristigen so korrigiert, daß sie annähernd mit kurzfristigen Trendwerten übereinstimmen. Bei dieser Korrektur werden die Werte in den mit y_i^a und x_i^a bezeichneten Spalten zu den langfristigen Trendwerten in den Spalten y_i^T und x_i^T addiert. Die auf diese Weise errechneten Werte $y_i^e(t)$ und $x_i^e(t)$ werden in dieser Untersuchung als erwünschte Werte der Ziel- und Instrumentvariablen verwendet.

Die erwünschten Werte der Ziel- und Instrumentvariablen sind im Normalfall miteinander unvereinbar in dem Sinn, daß bestimmte erwünschte Werte der Instrumente aufgrund der im Modell eingefangenen Wirtschaftsstruktur zu bestimmten Werten der Zielvariablen führen, die von ihren erwünschten Werten abweichen. Bestimmte Abweichungen der Instrumente von den erwünschten Werten verursachen daher i. d. R. auch Abweichungen der Zielvariablen von ihren erwünschten Werten.

Die mit x_i^a bezeichneten Spalten der Tabelle 3 zeigen die unerwünschten Abweichungen der „vorausgesagten" Werte $x_i^u(t)$ von den erwünschten Werten $x_i^e(t)$ der Instrumente für die Jahre 1962, 1963 und 1964. Ein negativer Wert $x_i^d(t)$ bedeutet, daß der vorausgesagte Wert $x_i^u(t)$ kleiner ist als der erwünschte Wert $x_i^e(t)$, da $x_i^d(t) = x_i^u(t) - x_i^e(t)$.
Verwirklicht der Wirtschaftspolitiker die vorausgesagten Werte der Instrumente, dann realisieren sich auch (von den Einflüssen der Störvariablen abgesehen) die vorausgesagten Werte der Zielvariablen. Mit den unerwünschten Abweichungen der Instrumente sind daher die in den mit y_i^a bezeichneten Spalten der Tabelle 2 stehenden unerwünschten Abweichungen der Zielvariablen verbunden.

5.3 *Gewichtungsfaktoren*

Die Gewichtung der unerwünschten Abweichungen der einzelnen Ziel- und Instrumentvariablen in den quadratischen Formen $y^{d\prime}By^d$ und $x^{d\prime}Ax^d$ hängt von zwei Faktoren ab: von der Maßeinheit, in der die Variablen ausgedrückt sind, und von der Größe der Gewichtungsfaktoren. Je kleiner die Maßeinheit einer Variablen, um so größer sind die Meßwerte dieser Variablen. (Beispiel: Ist die Maßeinheit 1 kg, dann hat die Variable, die das Lebendgewicht eines Schlachtrindes angibt, den Wert 500; ist hingegen die Maßeinheit eine Tonne, dann hat die Gewichtsvariable nur den Wert 0,5.) Allgemein gilt, daß eine Variable in einer quadratischen Form um so mehr zählt, je größer ihre Meßwerte und je größer der absolute Wert ihres Gewichtungsfaktors ist [10, S. 82]. Werden die Maßeinheiten als gegeben betrachtet, dann kann die Gewichtung der unerwünschten Abweichungen nur über die Größe der Gewichtungsfaktoren, dargestellt durch die Matrizen A und B, beeinflußt werden.
Die Angaben über die bevorzugte Gewichtung können sich direkt auf die Gewichtungsfaktoren in den Matrizen beziehen. Es kann also angegeben werden, zwischen welchen Quadraten der unerwünschten Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen der Wirtschaftspolitiker indifferent ist. Dem tatsächlichen Verhalten entspricht es aber besser, die Abweichungen (und nicht ihre Quadrate) gegeneinander abzuwägen. Daher wird vorgeschlagen, die Gewichtungsfaktoren aus denjenigen unerwünschten Abweichungen der Ziel- und Instrumentvariablen zu errechnen, zwischen denen der Wirtschaftspolitiker indifferent ist.
Die absoluten Werte dieser unerwünschten Abweichungen werden äquivalente Abweichungen genannt und mit $y_i^*(t)$ bzw. $x_i^*(t)$ bezeichnet. Absolute Werte werden verwendet, weil das Quadrat sowohl einer positiven als auch einer negativen Abweichung immer positiv ist. Wird die Indifferenz des Wirtschaftspolitikers zwischen zwei Größen durch das Symbol $\sim$ dargestellt, dann gilt:

$$y_1^*(t) \sim y_2^*(t) \sim \ldots \sim y_{n_1}^*(t) \sim x_1^*(t) \sim x_2^*(t) \sim \ldots \sim x_{m_1}^*(t) \quad (t = 1, \ldots, T) \quad (5.9)$$

In der Beispielsuntersuchung wird angenommen, daß der Wirtschaftspolitiker indifferent ist zwischen einprozentigen Abweichungen aller Ziel- und Instrumentvariablen vom jeweiligen langfristigen Trendwert für 1962.

Die Summe der Quadrate, die mit den äquivalenten Abweichungen (5.9) für T Perioden verbunden ist, ist S^*.

$$S^* = \sum_{t=1}^{T} \left\{ \sum_{i=1}^{n_1} [y_i^*(t)]^2 + \sum_{j=1}^{m_1} [x_j^*(t)]^2 \right\} \tag{5.10}$$

Dieser Ausdruck enthält verborgene Gewichtungsfaktoren, die implizite Gewichtungsfaktoren genannt und mit b_i^* (für die i-te Zielvariable) und a_j^* (für die j-te Instrumentvariable) bezeichnet werden. Diese impliziten Gewichtungsfaktoren werden errechnet durch Division eines jeden Gliedes von (5.10) durch ein in (5.10) vorkommendes Abweichungsquadrat, beispielsweise durch $[y_k^*(t)]^2$. Sie werden mit negativen Vorzeichen versehen, um durch Minimierung der Summe der Abweichungsquadrate die Präferenzfunktion maximieren zu können.

Die so errechneten impliziten Gewichtungsfaktoren für das Anwendungsbeispiel sind, wenn $[y_4^*(t)]^2$ zur Standardisierung verwendet wird:

$$\begin{aligned} b_1^* &= -4\,724\,100 \\ b_4^* &= -1 \\ b_6^* &= -1\,369\,100 \\ a_4^* &= -0{,}0040208 \\ a_7^* &= -815{,}35 \\ a_9^* &= -1\,976. \end{aligned} \tag{5.11}$$

Sie zeigen, daß die einzelnen Variablen implizit sehr unterschiedlich gewichtet werden. Beispielsweise ist die implizite Gewichtung des Quadrats der äquivalenten Abweichung der Zahl der gehaltenen Kühe und über zwei Jahre alten weiblichen Jungtiere 4 724 100 mal so groß wie die implizite Gewichtung des Quadrats der äquivalenten Abweichung des Schlachtrinder-Erzeugerpreises.

Die äquivalenten Gewichtungsfaktoren b_i und a_j, mit denen das Quadrat der äquivalenten Abweichung einer jeden Ziel- und Instrumentvariablen gleichviel zählt, sind gleich den inversen Werten der impliziten Gewichtungsfaktoren, d. h.,

$$b_i = 1/b_i^*;\ a_j = 1/a_j^* \ (i = 1, \ldots, n_1;\ j = 1, \ldots, m_1). \tag{5.12}$$

Im Beispiel sind sie:

$$\begin{aligned} b_1 &= -0{,}00000021168 \\ b_4 &= -1{,}00 \\ b_6 &= -0{,}00000073043 \\ a_4 &= -248{,}71 \\ a_7 &= -0{,}0012265 \\ a_9 &= -0{,}00050607. \end{aligned} \tag{5.13}$$

Die äquivalenten Gewichtungsfaktoren bilden die diagonalen Elemente der Matrizen B und A in (5.1). Da unterstellt wird, daß die Gewichtung der Ziel- und Instrumentvariablen in allen T Perioden des Untersuchungszeitraums konstant bleibt, wiederholen sich die äquivalenten Gewichtungsfaktoren T-mal in derselben Reihenfolge wie die Ziel- und Instrumentvariablen. Die Elemente abseits der Diagonale der Matrizen A und B werden gleich Null gesetzt. Darin drückt sich die Annahme aus, daß die Gewichtung einer Ziel- und Instrumentvariablen unabhängig ist vom Wert irgendeiner anderen Ziel- und Instrumentvariablen.

Bei den bisher gemachten Annahmen läßt sich die im Beispiel verwendete quadratische Präferenzfunktion (5.1) wie folgt schreiben:

$$w(x^d, y^d) = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^{3} \{a_4[x_4^d(t)]^2 + a_7[x_7^d(t)]^2 + a_9[x_9^d(t)]^2 + b_1[y_1^d(t)]^2 + b_4[y_4^d(t)]^2 + b_6[y_6^d(t)]^2\}. \tag{5.14}$$

6 Entscheidungsregeln

6.1 *Optimale Instrumentwerte für die erste Periode*

6.1.1 *Unsicherheit und ihre Folgen*

Die Unsicherheit verschiedener Größen ist ein Hauptmerkmal der Bedingungen, unter denen der Wirtschaftspolitiker die Werte der Instrumente zu setzen hat. Die Folge davon sind Fehlentscheidungen.
Im ökonometrischen Modell werden die unsicheren Größen durch Variablen und Parameterschätzwerte dargestellt, die eine Wahrscheinlichkeitsverteilung besitzen. Sie sind stochastische Elemente, die vom Wirtschaftspolitiker nicht beeinflußt werden können (wie z. B. die Störvariablen in den Gleichungen) oder nur teilweise kontrollierbar sind (wie z. B. die endogenen Variablen des Modells). Daher sind die vorausgesagten Werte unsicherer Elemente mit Fehlern behaftet, die bei der Festsetzung der Instrumentwerte zu Entscheidungsfehlern führen. Die vermeintlich optimalen Entscheidungen sind folglich suboptimal. Die Präferenzfunktion des Wirtschaftspolitikers, $w(x^d, Rx^d+s^d)$, kann also i. d. R. nicht maximiert werden, wenn die wirtschaftspolitischen Entscheidungen unter unsicheren Bedingungen gemacht werden müssen.
Die Maximierung des mathematischen Erwartungswerts der Präferenzfunktion, $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$, kann als eine Lösung des durch Unsicherheit verursachten Entscheidungsproblems betrachtet werden. Dabei wird die gesamte verfügbare Information über die unsicheren Größen verwendet.
Als weitere Möglichkeit bietet sich die Außerachtlassung der Unsicherheit. Dabei werden die unsicheren Werte durch ihre Erwartungswerte ersetzt und sonstige Informationen über die Verteilung der unsicheren Größen vernachlässigt. Kommen beispielsweise nur im Vektor des additiven Teils der Restriktionen unsichere Werte vor, dann ist es möglich, die Präferenzfunktion $w(x^d, Rx^d+Es^d)$ zu maximieren.
Die Verwendung verschiedener Information bei der Maximierung von $w(x^d, Rx^d+Es^d)$ und $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$ läßt vermuten, daß sich die Vektoren, die diese beiden Formen uer Präferenzfunktion maximieren, voneinander unterscheiden. Doch das Sicherheitsäquivalenztheorem besagt das Gegenteil.

6.1.2 *Das Sicherheitsäquivalenztheorem*

Das Sicherheitsäquivalenztheorem in der Formulierung von THEIL [10, S. 54 ff. und 121 ff.; 9, S. 414 ff.] besagt folgendes:
Unter bestimmten Voraussetzungen ist der Instrumentvektor, der die Präferenzfunktion $w(x^d, Rx^d+Es^d)$ maximiert, gleich dem Instrumentvektor, der $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$ maximiert.
Das Sicherheitsäquivalent einer stochastischen Größe ist gleich ihrem mathematischen Erwartungswert. In den Nebenbedingungen ist beispielsweise der Vektor s^d stochastisch, weil die Werte seiner Elemente von den zu Beginn des Untersuchungszeitraums unbekannten Werten der Störvariablen $v_i(t)$ ($i = 1, \ldots, N$; $t = 1, \ldots, T$) abhängen.
Das Sicherheitsäquivalent zu s^d, Es^d, entsteht durch Einsetzen des mathematischen Erwartungswerts $Ev_i(t) = 0$ für alle in s^d vorkommenden Störvariablen $v_i(t)$ (vgl. Abschnitt 4.1.4). Das ist gleichbedeutend mit dem Ersatz von Intervall-Prognosen durch Punktprognosen.
Nach dem Sicherheitsäquivalenztheorem kann also der mathematische Erwartungswert der Präferenzfunktion, $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$, durch eine relativ einfache Maximierung von $w(x^d, Rx^d+Es^d)$ maximiert werden, weil der die Präferenzfunktion $w(x^d, Rx^d+Es^d)$ maximierende Vektor $\hat{x}$ auch $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$ maximiert. Daher ist es naheliegend

anzunehmen, daß sich der Wirtschaftspolitiker bei Unsicherheit so verhält, als ob seine Präferenzen durch den mathematischen Erwartungswert $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$ gemessen würden.

Die Anwendbarkeit des Sicherheitsäquivalenztheorems erfordert folgende Annahmen:

a) R, die Matrix des multiplikativen Teils der Restriktionen, besteht aus konstanten und bekannten Elementen.

b) Die Verteilung von $s^d(t)$, dem Subvektor von s^d, ist unabhängig von $x^d(t')$, dem Subvektor von x^d, für $t, t' = 1, \ldots, T$ und für $t \geq t'$. Diese Annahme schließt die Möglichkeit aus, daß die additiven Restriktionen stochastisch abhängig sind von den Instrumentvektoren derselben Periode und früherer Perioden, läßt aber zu, daß die Instrumentvektoren von den additiven Restriktionen früherer Perioden stochastisch abhängen.

c) Die Varianzen der Elemente von s^d sind endlich.

Da die ersten beiden Annahmen in der Wirklichkeit wahrscheinlich nur annährend zutreffen, dürften auch die mit Hilfe des Sicherheitsäquivalenztheorems gemachten Aussagen über die Optimalität der Instrumentvektoren $\hat{x}$ bestenfalls annäherungsweise stimmen. Besonders nachteilig dürften sich Schätzfehler in den Lag-Multiplikatoren der Matrix R auswirken, wenn die Schätzfunktionen verzerrt sind [10, S. 74].

6.1.3 *Entscheidungsregel für die erste Periode*

Vor der Ableitung der Entscheidungsregel, die zu optimalen Instrumentwerten für die erste Periode führt, wird auf die im Abschnitt 4.2.3 beschriebene Vereinbarung verwiesen: Der tiefergesetzte Index t beim Vektor Ek gibt an, daß zur Berechnung von $E_t k$ die gesamte zu Beginn der t-ten Periode verfügbare Information verwendet wird. Der unter Verwendung von $E_t k$ errechnete Vektor wird mit $\hat{x}_t$ und seine Subvektoren werden mir $\hat{x}(t)_t$ bezeichnet. $\hat{x}(2)_1$ ist beispielweise der Vektor der optimalen Abweichungen der Instrumentvariablen für die zweite Periode, der unter Verwendung der zu Beginn der ersten Periode verfügbaren Informationen errechnet wird.

Es wird angenommen, daß Information immer nur gegen Ende der Perioden verfügbar wird und daß die Instrumentwerte jeweils zu Beginn einer Periode für diese Periode gesetzt werden.

Die Entscheidungsregel für die erste Periode wird abgeleitet, indem der mathematische Erwartungswert der Präferenzfunktion, $Ew(x^d, Rx^d+s^d)$, unter Verwendung des Sicherheitsäquivalenztheorems maximiert wird durch Maximierung von (6.1):

$$w(x^d, Rx^d+E_1 s^d) = k_0+(E_1 k)' x^d+\frac{1}{2} x^{d\prime} K x^d. \tag{6.1}$$

Dabei wird (6.1) nach x^d abgeleitet, die Ableitung gleich Null gesetzt und aufgelöst. Der Lösungsvektor $\hat{x}_1$ wird errechnet durch Multiplikation des Vektors $E_1 k$ mit der negativen Kehrmatrix von K, $-K^{-1}$, wobei K für ein Maximum negativ-definit sein muß.

$$\hat{x}_1 = -K^{-1} E_1 k \tag{6.2}$$

Der Ausdruck (6.2) ist die Entscheidungsregel, die angewendet wird, um optimale Werte wirtschaftspolitischer Instrumente für die erste Periode eines aus T Perioden bestehenden Untersuchungszeitraums zu ermitteln. Sie ist linear in den mathematischen Erwartungswerten von s^d, dem additiven Teil der Restriktionen, da $\hat{x}_1$ eine lineare Funktion von $E_1 k$ und $E_1 k$ wiederum eine lineare Funktion von $E_1 s^d$ ist.

Der Spaltenvektor $\hat{x}_1$ ist der Vektor der Erwartungswerte der optimalen Abweichungen der Instrumente von den erwünschten Werten für einen aus T Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum, gegeben die zu Beginn der ersten Periode verfügbare Informa-

tion. Die obersten m_1 Elemente von $\hat{x}_1$ bilden den Subvektor $\hat{x}(1)_1$, den Vektor der Erwartungswerte der optimalen Abweichungen der Instrumente für die erste Periode; durch Addition von $\hat{x}(1)_1$ zu $x^e(1)$ entsteht $x^0(1)$, der Vektor der optimalen (Erwartungs-) Werte der Instrumente. Die folgenden m_1 Elemente von $\hat{x}_1$ beziehen sich auf die zweite Periode usw.
Da neue Information erst gegen Ende der ersten Periode verfügbar wird, bleibt der Vektor $\hat{x}(1)_1$ bei der in der ersten Periode verfügbaren Information optimal. Am Ende der ersten Periode verfügbar werdende Information führt i. d. R. zur Suboptimalität von $\hat{x}_1$, d. h. $\hat{x}_1 \neq \hat{x}_2$, weil $E_1k \neq E_2k$. Das bedeutet, daß sich die mit Hilfe des Sicherheitsäquivalenztheorems zu Beginn der ersten Periode gemachten Entscheidungen über $\hat{x}(1)$ u. U. nachträglich als Fehlentscheidungen erweisen.

6.2 *Optimale Instrumentwerte für die zweite und folgende Perioden*

6.2.1 *Möglichkeit der Korrektur früher ermittelter suboptimaler Instrumentwerte*

Auch die zu Beginn der ersten Periode für die zweite und folgende Perioden ermittelten Vektoren der Erwartungswerte der optimalen Abweichungen, $\hat{x}(2)_1$, $\hat{x}(3)_1$ usw., sind bei der zu Beginn der zweiten Periode verfügbaren Information nicht mehr optimal. Da sie aber noch nicht verwirklicht sind, werden für die zweite Periode neue optimale Abweichungen der Instrumente, $\hat{x}(2)_2$, errechnet, die die suboptimalen Werte $\hat{x}(2)_1$ ersetzen. Am Ende der zweiten Periode wird wieder Information verfügbar, die es ermöglicht, $\hat{x}(3)_1$ zu korrigieren. Im Prinzip ist es möglich, zu Beginn einer jeden Periode des Untersuchungszeitraums (ausgenommen die erste) die zu Beginn der ersten Periode für die zweite und folgende Perioden ermittelten Instrumentwerte so zu korrigieren, daß sie bei der jeweils verfügbaren Information optimal sind.

6.2.2 *Ziel der Korrektur*

Es ist das Ziel der Korrektur der zu Beginn der ersten Periode ermittelten Instrumentwerte, jeweils zu Beginn einer Periode unter Verwendung des Sicherheitsäquivalenztheorems Instrumentwerte zu errechnen, die den mathematischen Erwartungswert der Präferenzfunktion des Wirtschaftspolitikers maximieren, gegeben die zu Beginn jeder Periode verfügbare Information und gegeben die tatsächlichen Entscheidungen über die Instrumentwerte in früheren Perioden. Vor der mathematischen Formulierung dieses Ziels werden in enger Anlehnung an VAN DE PANNE [14] folgende Vektoren definiert:

$\bar{x}^{\,-1}$ = der $m_1 \times (t-1)$-Spaltenvektor der tatsächlichen Abweichungen der m_1 Instrumente von den erwünschten Werten in $t-1$ Perioden.

x^{t-1} = der $m_1 \times (t-1)$-Spaltenvektor der Abweichungen der m_1 Instrumente von den erwünschten Werten, die optimal gewesen wären bei richtiger Information.

μ^{t-1} = der $m_1 \times (t-1)$-Spaltenvektor der Lagrangeschen Multiplikatoren.

Mit diesen und in anderen Abschnitten gegebenen Definitionen läßt sich das Ziel der Korrektur formulieren als die Maximierung des Lagrangeschen Ausdrucks (6.3).

$$\begin{aligned} L(x^d) &= w(x^d,\, Rx^d + E_t s^d) - (\mu^{t-1})'(x^{t-1} - \bar{x}^{t-1}) \\ &= k_0 + (E_t k)' x^d + \frac{1}{2} x^{d\prime} K x^d - (\mu^{t-1})' (x^{t-1} - \bar{x}^{t-1}) \end{aligned} \tag{6.3}$$

6.2.3 *Entscheidungsregel für die zweite Periode und folgende Perioden*

Die vom Ausdruck (6.3) abgeleitete Entscheidungsregel zur Berechnung der optimalen Abweichungen der Instrumente von den erwünschten Werten wird der Arbeit von van de Panne [14] entnommen. Sie ist:

$$\hat{x}(t)_t = M_t E_t k + \sum_{t'=1}^{t-1} K^{(t,t')} L'_t M'_t E'_t k \qquad (1 < t \leq T). \tag{6.4}$$

Dabei ist

$$M_t = K^{(t,t-1)} K^{-1}_{(t-1)} K_{(t-1,T)} - K^{(t,T)}. \tag{6.5}$$

Die Symbole $\hat{x}(t)_t$ und $E_t k$ wurden im Abschnitt 6.1.3 und die übrigen Symbole werden hier wie folgt definiert:

$$K^{(t,t')} = [K^{t1} K^{t2} \ldots K^{tt'}]$$

ist eine aus den ersten t' Submatrizen der t-ten Reihe von Submatrizen der Matrix K^{-1} bestehende Matrix. K^{-1}, die symmetrische Substitutionsmatrix der Instrumente, die bei der Berechnung des Lösungsvektors $\hat{x}_1$ (Ausdruck 6.2) gebraucht wird, besteht aus T^2 Submatrizen K^{ij} $(i, j = 1, \ldots, T)$ von der Größe $m_1 \times m_1$, wobei m_1 die Zahl der Instrumente in einer Periode und T die Zahl der Perioden des Untersuchungszeitraums bezeichnet.

$$K_{(t,t')} = \begin{bmatrix} K^{11} & K^{12} & \ldots & K^{1t'} \\ K^{21} & K^{22} & \ldots & K^{2t'} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ K^{t1} & K^{t2} & \ldots & K^{tt'} \end{bmatrix}$$

ist die aus t Reihen und t' Spalten von Submatrizen in der linken oberen Ecke von K^- bestehende Matrix.

$$K_{(t)} = K_{(t,t')}, \text{ wenn } t = t'.$$

L_t ist die letzte Spalte von $m_1 \times m_1$ großen Submatrizen der Kehrmatrix zu $K_{(t)}$, d. h. von $K^{-1}_{(t)}$.

7 Anwendung der Methode und Schluß

7.1 *Ausgangsdaten*

Zur Illustration der Methode werden die Entscheidungsregeln (6.2) und (6.4) angewendet, um optimale Werte wirtschaftspolitischer Instrumente zu ermitteln, die in den Jahren 1962, 1963 und 1964 zur Stabilisierung des amerikanischen Rindermarktes hätten verwendet werden können.

Die Elemente von R, der Matrix des multiplikativen Teils der Restriktionen, werden in der Tabelle 1 gezeigt. Bei der Berechnung von $E_t s^d$, dem Vektor des additiven Teils der Restriktionen, wird unterstellt, daß die gegen Ende des Jahres 1961 „vorausgesagten" Werte der irrelevanten exogenen Variablen $x_2^u(t)$, der Heuproduktion, und $x_6^u(t)$, des disponiblen Einkommens, mit Voraussagefehlern behaftet sind. Diese Fehler betragen bis zu 4 Prozent der tatsächlichen Werte. Sie können als Abweichungen vom kurzfristigen Trendwert betrachtet werden.

Als Schätzwerte der Fehler in den Gleichungen des ökonometrischen Modells werden außer dem Sicherheitsäquivalent $Ev_i(t) = 0$ die Werte $\hat{v}_i(t)$ verwendet, die mit Hilfe der Gleichungen (4.1) bis (4.4) berechnet worden sind.

Die verwendeten erwünschten Werte der Ziel- und Instrumentvariablen enthalten die Tabellen 2 und 3.

TABELLE 4 Ursprüngliche, erwünschte und optimale Werte und prozentuale Abweichungen dreier Instrumentvariablen für die Jahre 1962 mit 1964[1])

Jahr	$x_4(t)$, Maispreis ($/Bushel)						$x_7(t)$, Rindereinfuhr (1000 St.)						$x_9(t)$, Lebendgewicht (Pfd.)					
	x^u	x^e	x^o	Δ^{ou}	Δ^{oe}	Δ^{ue}	x^u	x^e	x^o	Δ^{ou}	Δ^{oe}	Δ^{ue}	x^u	x^e	x^o	Δ^{ou}	Δ^{oe}	Δ^{ue}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1962	1,10	1,133	1,127	2,5	−0,5	−2,9	1198	845	845	−29,4	0	41,7	1027	1005	1022	−0,5	1,8	2,2
1963	1,09	1,156	1,134	4,1	−1,9	−5,7	798	757	757	−5,1	0	5,5	1046	1007	1047	0,1	4,0	3,9
1964	1,16	1,178	1,153	−0,6	−2,1	−1,6	457	668	668	46,1	0	−31,6	1041	1009	1051	1,0	4,2	3,2

[1]) Die in den Spaltenüberschriften vorkommenden Symbole sind im Abschnitt 1.3 definiert.

7.2 *Ergebnisse*

Einige Ergebnisse der Anwendung sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengestellt. Die Begrenzung des Raumes gestattet es nicht, sie zu erläutern.

7.3 *Rechenaufwand*

Die gesamte Rechenarbeit wurde von einem Schnellrechner ausgeführt. Dazu wurden zwei Rechnerprogramme geschrieben[1]). Mit Hilfe des ersten Programms werden von der strukturellen Form des ökonometrischen Modells ausgehend die Lag-Multiplikatoren errechnet und auf Karten gestanzt. Mit Hilfe des zweitenProgramms werden u. a. die Nebenbedingungen und die Präferenzfunktion erstellt und die optimalen Werte der Instrumente und die resultierenden Werte der Zielvariablen errechnet. Diese Zerlegung des gesamten Rechenganges in zwei Abschnitte ist vorteilhaft, weil bei jeder möglichen Wahl von Ziel- und Instrumentvariablen, von erwünschten Werten und von Gewichtungsfaktoren die Lag-Multiplikatoren die gleichen sind und daher für jedes strukturelle Modell nur einmal berechnet werden müssen. In der Beispielsuntersuchung betrug die Rechenzeit für jeden Durchgang in der relativ aufwendigen Testversion der Programme 5 Minuten für den ersten Abschnitt und 6 Minuten für den zweiten Abschnitt.

7.4 *Abschließende Bemerkungen*

Mit Hilfe der in dieser Studie dargestellten Methode wird der wirtschaftswissenschaftliche Berater des Wirtschaftspolitikers in die Lage versetzt, trotz Unvereinbarkeit der Zielvorstellungen und Unsicherheit der Ausgangsdaten optimale numerische Werte wirtschaftspolitischer Instrumente für einen aus mehreren Perio-

[1]) Herrn Dipl.-Mathematiker Dr. H. HEILAND, Datenverarbeitung, Technische Hochschule München-Weihenstephan, danke ich für Hilfe beim Schreiben der Rechnerprogramme.

TABELLE 5 Ursprüngliche, erwünschte, optimale und resultierende Werte und prozentuale Abweichungen dreier Zielvariablen für die Jahre 1962 mit 1964[1])

Jahr	$y_1(t)$, Zahl der gehaltenen Kühe (Mill.)								
	y^u	y^e	y^o	y^r	Δ^{ou}	Δ^{ru}	Δ^{oe}	Δ^{re}	Δ^{ue}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1962	48,65	49,02	47,12	48,52	−3,1	−0,3	−3,9	−1,0	−0,8
1963	49,90	49,59	47,69	49,08	−4,4	−1,6	−3,8	−1,0	0,6
1964	50,48	50,16	47,96	49,13	−5,0	−2,7	−4,4	−2,0	0,6

	$y_4(t)$, Rinderpreis ($/100 Pfd.)								
	y^u	y^e	y^o	y^r	Δ^{ou}	Δ^{ru}	Δ^{oe}	Δ^{re}	Δ^{ue}
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1962	21,30	22,60	22,62	22,42	6,2	5,2	0,1	−0,9	−5,8
1963	19,90	22,61	23,07	21,29	15,9	7,0	2,0	−6,6	−12,0
1964	18,00	22,63	23,43	19,59	30,2	8,8	3,6	−16,9	−20,5

	$y_6(t)$, Rinderschlachtungen (Mill.)								
	y^u	y^e	y^o	y^r	Δ^{ou}	Δ^{ru}	Δ^{oe}	Δ^{re}	Δ^{ue}
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1962	26,91	26,44	27,49	26,30	2,2	−2,3	4,0	−0,5	1,8
1963	28,06	27,36	28,15	27,29	0,3	−2,8	2,9	−0,2	2,6
1964	31,37	28,27	29,16	30,17	−7,0	−3,8	3,1	6,1	11,0

[1]) Die in den Spaltenüberschriften vorkommenden Symbole sind im Abschnitt 1.3 definiert.

den bestehenden Untersuchungs- oder Planungszeitraum zu ermitteln und dem Wirtschaftspolitiker Anhaltspunkte über die Folgen der Wahl verschiedener Instrumentwerte zu geben. Die Verwendung der in jeder Periode verfügbar werdenden Information über die Ausgangsdaten bei der Ermittlung der optimalen Instrumentwerte für die nächste Periode ermöglicht es, die zu Beginn des Planungszeitraums für alle Perioden ermittelten Instrumentwerte in jeder Periode so zu korrigieren, daß sie unter den jeweils gegebenen Bedingungen optimal sind. Auf diese Weise ist es möglich, Wirtschaftspläne, die sich auf einen aus mehreren Perioden bestehenden Untersuchungszeitraum beziehen, laufend an die veränderten Wirtschaftsbedingungen anzupassen.

Literatur

1. FOX, K. A., SENGUPTA, J. K. und E. THORBECKE: The theory of quantitative economic policy. Amsterdam 1966
2. GÄFGEN, G. (Hrsg.): Grundlagen der Wirtschaftspolitik. Köln und Berlin 1966

3. GOLDBERGER, A. S.: Impact multipliers and dynamic properties of the Klein–Goldberger model. Amsterdam 1959
4. Ders.: Econometric theory. New York 1964
5. GRUBER, J.: Econometric simultaneous equation models of the cattle cycle in the United States and three selected regions. Volksw. Ph. D.-Diss. Ames, Iowa. University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Michigan. [Mikrofilmkopie oder Buchform; Kurzauszug in *Dissertation Abstracts* H.12, 474 (1965)]
6. Ders. und E. O. HEADY: Econometric models of the cattle cycle in the United States. Research Bulletin, Ames, Iowa (im Druck) 1967
7. HICKMAN, B. G.(Hrsg.): Quantitative planning of economic policy. Washington, D. C., 1965
8. KOOPMANS, T. C. (Hrsg.): Statistical inference in dynamic economic models. Cowles Commission Monograph *10*. New York 1950
9. THEIL, H.: Economic forecasts and policy. 2. Aufl. Amsterdam 1961
10. Ders.: Optimal decision rules for government and industry. Amsterdam 1964
11. Ders. und BOOT, J. C.: The final form of econometric equation systems. Rev. Intern. Statist. Inst. *30*, 136 (1962)
12. TINBERGEN, J.: Economic policy: principles and design. Amsterdam 1956
13. TINTNER, G.: Handbuch der Ökonometrie. Berlin 1960
14. VAN DE PANNE, C.: Optimal strategy decisions for dynamic linear decision rules in feedback form. Econometrica *33*, 307 (1965)